



# БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

**Редакционный совет:**

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

**Главный редактор**

РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

**Зам. главного редактора**

ПОЧТАРЕВА А. В.

**Редакционная коллегия:**

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

4(208)  
2018

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОХРАНА ТРУДА

Алимов Н. П., Готлиб Я. Г. Сертификация работ по охране труда в организациях на современном этапе . . . . . 3  
 Бобович Б. Б., Гарбуз Я. А. Травматизм в сельском хозяйстве и его профилактика . . . . . 11

### ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Буренин В. В. Новые способы, устройства и установки для очистки и обезвреживания сточных вод промышленных предприятий . . . . . 17

### МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Корженевский Б. И., Коломийцев Н. В., Ильина Т. А., Гетьман Н. О. Мониторинг загрязнения автотранспортом малых рек Московской области тяжелыми металлами . . . . . 24

### ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Красногорская Н. Н., Грозовский Г. И., Ахмеров В. В. Анализ факторов и методик для количественной оценки риска аварии на нефтегазоперерабатывающих производствах . . . 30

### ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ

Хлопова А. В. Анализ причин обрывов фазных проводов воздушных линий напряжением 6—10 кВ . . . . . 38

### ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Петров В. А., Дубняков И. В., Ефименко И. И., Куданов Я. В., Макасы А. Л., Кудрявцев А. С., Трошков М. Л. Предавальный контроль источников пожарной опасности. Основные аспекты и реперы предаварийного предпожарного контроля . . . . . 44

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ

Чуракова Н. С. Способ утилизации отходов литейного производства . . . . . 50

### ОБРАЗОВАНИЕ

Талагаева Ю. А., Талагаев Ю. В. Проблема формирования у подростков навыков безопасного поведения в сети Интернет . . . . . 53  
 Каверзнева Т. Т., Леонова Н. А. Проблемы перевода учебного процесса в on-line формат в высшей школе . . . . . 61

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



# LIFE SAFETY

## BEZOPASNOST' ŽIZNEDATEL'NOSTI

The journal published since  
January 2001

### Editorial board

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

### Editor-in-chief

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

### Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

### Editorial staff

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

4(208)  
2018

## CONTENTS

### LABOUR PROTECTION

- Alimov N. P., Gotlib J. G.** Certification of Works on Labor Protection in Organizations at the Present Stage ..... 3  
**Bobovich B. B., Garbuz J. A.** Injuries in Agriculture and its Prevention ..... 11

### ENVIRONMENT PROTECTION

- Burenin V. V.** New Methods, Devices and Installations for Cleaning and Neutralizing Wastewaters of Industrial Enterprises ..... 17

### ENVIRONMENT MONITORING

- Korzhenevskii B. I., Kolomiitsev N. V., Ilina T. A., Getman N. O.** Monitoring of the Transport Contamination by Heavy Metals of Small Rivers in the Moscow Region ..... 24

### INDUSTRIAL SAFETY

- Krasnogorskaya N. N., Grozovsky G. I., Akhmerov V. V.** Analysis of Factors and Techniques for Quantitative Assessment of Accident Risk at Oil and Gas Refineries ..... 30

### ELECTRICAL SAFETY

- Khlopova A. V.** Analysis of the Cause of the Phase Wire Breakage of Overhead Lines with Voltage of 6–10 kV ..... 38

### FIRE SAFETY

- Petrov V. A., Dubnjakov I. V., Efimenko I. I., Kudanov Ja. V., Makas' A. L., Kudrjavcev A. S., Troshkov M. L.** Pre-Emergency Control of Fire Hazard Sources. Basic Aspects and Indicators of Pre-Emergency Control ..... 44

### USE AND RECYCLING OF WASTE

- Churakova N. S.** Method of Utilization of Waste of Foundry Production ..... 50

### EDUCATION

- Talagaeva Y. A., Talagaev Y. V.** The Problem of Developing the Skills of Safe Internet Behavior in Adolescents ..... 53  
**Kaverzneva T. T., Leonova N. A.** Problems of Transition of Educational Process in On-line Format at Higher School ..... 61

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

УДК 331.453

**Н. П. Алимов**, канд. техн. наук, зав. отделом, ВНИИ Труда Минтруда России,  
**Я. Г. Готлиб**, канд. техн. наук, доц. кафедры, e-mail: gotlib39@mail.ru,  
МГТУ им. Н. Э. Баумана

## Сертификация работ по охране труда в организациях на современном этапе

*Рассмотрена роль сертификации как неотъемлемой части обеспечения качества работ и услуг в производственной среде с позиций охраны труда. Показана история, опыт и результаты действия ранее бывшей обязательной системы сертификации работ по охране труда в организациях и сохранившейся аналогичной добровольной системы. Продемонстрирована сложившаяся ситуация исключения понятия и термина "сертификация" применительно к охране труда. Изложено взаимоотношение сертификации работ по охране труда, специальной оценки условий труда (СОУТ) и системы управления охраной труда (СУОТ). Показана роль и полезность сертификации работ по охране труда в условиях ограниченных возможностей функционирующих в настоящее время только СОУТ и СУОТ.*

**Ключевые слова:** сертификация, охрана труда, обязательная и добровольная система сертификации по охране труда, терминология, специальная оценка условий труда, система управления охраной труда

### Сертификация — часть обеспечения качества работ и услуг

Вопросы обеспечения качества продукции и услуг являются одним из важнейших элементов современной мировой экономики, что достаточно убедительно отражено в разработке и внедрении ГОСТ Р ИСО 9000—2008 и сейчас заменившего его ГОСТ Р ИСО 9000—2015 [1] и практики их применения.

Качество продукции и услуг в этом ГОСТе однозначно связано с понятием "условия труда" [1, п. 3.5.5], определенным как "совокупность условий, в которых выполняется работа". И здесь сделано примечание, что "условия могут включать в себя физические, социальные, психологические и экологические факторы (такие как температура, освещение, системы поощрения, тяжесть труда, эргономика и состав атмосферы)", что является прямым указанием на необходимость обеспечения безопасных условий труда на производстве или, другими словами, на обеспечение охраны труда. Такой подход к современной основной цели глобальной экономики указывает на ее прямую связь с задачами охраны труда и безопасности работника на любом производстве.

Как же столь глобальная и важная задача решается в нашей стране?

Весьма эффективным средством достижения целей, стоящих перед организаторами и управленцами производства, является сертификация, разрабатываемая Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) в самых разных областях экономической деятельности, в частности для подтверждения качества самых различных видов продукции и целых систем. По действующим Правилам по проведению сертификации в Российской Федерации, утвержденным постановлением Госстандарта России от 10 мая 2000 г № 26 [2], сертификация является подтверждением соответствия заявляемых и/или обязательных к исполнению требований.

В Правилах [2] декларированы цели сертификации, перечисленные ниже.

1. Создание условий для деятельности организаций и индивидуальных предпринимателей на едином товарном рынке Российской Федерации, а также для участия в международном экономическом, научно-техническом сотрудничестве и международной торговле.

2. Содействие потребителям в компетентном выборе продукции.

3. Содействие экспорту и повышение конкурентоспособности продукции.

4. Защита потребителя от недобросовестности изготовителя (продавца, исполнителя).



5. Контроль безопасности продукции.

6. Подтверждение показателей качества продукции, заявленных изготовителями.

В соответствии с Федеральным законом РФ № 184-ФЗ от 27.12.2002 г. "О техническом регулировании" [3] и с Правилами по проведению сертификации в Российской Федерации [2] участниками сертификации являются заявители, которыми могут быть изготовители и исполнители работ, услуг, заказчики — продавцы и специально уполномоченные органы исполнительной власти, представленные независимыми (внешними) участниками — специально аккредитованными органами сертификации и испытательными лабораториями.

В процессе сертификации роль и задача заявителей состоит в представлении правовой, нормативной, технической и другой официальной и действующей документации, устанавливающей требования, которым должна соответствовать производимая продукция и услуги; в принятии декларации о соответствии продукции и услуг установленным требованиям; в обеспечении соответствия работ и услуг требованиям нормативных документов, на соответствие которым они были сертифицированы или подтверждены декларацией о соответствии; в приостановлении или прекращении реализации продукции или выполнения работ или услуг, подлежащих обязательной сертификации, если они не отвечают требованиям нормативных документов, на соответствие которым были сертифицированы или подтверждены декларацией о соответствии.

В соответствии с документами [2, 3] роль аккредитованных испытательных лабораторий (ИЛ) при сертификации состоит в проведении конкретных видов испытаний или измерений и выдачи протоколов для целей сертификации, а органы по сертификации (ОС) выполняют прежде всего надзорную функцию (инспекционную контрольную) в отношении сертифицированных работ и услуг, выдают сертификаты и другие документы, несут ответственность за обоснованность и правильность выдачи сертификата соответствия, за соблюдение правил сертификации.

В соответствии со ст. 20 Закона РФ "О техническом регулировании" [3] сертификация может быть обязательной и добровольной. Возможность и содержание добровольной сертификации были установлены Правительством РФ в 2004—2005 гг. в "Положении о регистрации системы добровольной сертификации" [4]. И обязательная, и добровольная сертификация служат аналогичным целям и предусматривают похожие процедуры, в которых центральное место занимает удостоверение сертифицируемых продукции и услуг по

действующим правовым и нормативно-техническим документам.

За последние два десятилетия в России было зарегистрировано около 70 обязательных систем (и порядков) сертификации в различных областях и сферах производства, среди которых и такая известная и распространенная, как Система обязательной сертификации ГОСТ Р. Через сертификацию конкретных предприятий в РФ активно внедряются системы менеджмента качества продукции и услуг в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9000—2015 [1], а также ГОСТ Р ИСО 14001—2016 [5], воспроизводящий текст соответствующего международного стандарта ISO 14001.

Важно отметить, что итогом сертификации является получение продукции или организация официального документа, именуемого сертификатом, который и завершает все процедуры удостоверения объекта сертификации всем нормативным требованиям к нему.

В декабре 2016 г. Росстандартом принято решение "О создании системы добровольной сертификации "Национальная система сертификации" [6]. В развитие указанного Постановления [6] Росстандартом подготовлен проект "Положения о национальной системе сертификации" [7]. В преамбуле этого Положения [6] указано, что к объектам его регулирования относится оценка (подтверждение) соответствия продукции, работ, услуг и систем менеджмента.

### **Сертификация работ по охране труда**

Ориентация Росстандарта на сертификацию работ, услуг и систем менеджмента означает распространение сертификации и на работы по охране труда. Из приведенных выше характеристик и требований, составляющих основные цели и содержание сертификации, видна их тесная связь с проблемами охраны труда, решаемыми на производстве.

В недалеком прошлом, в 2006 г., в разделе X "Охрана труда" Трудового кодекса РФ [8] в редакции Федерального закона от 30.06.2006 № 90-ФЗ, в ст. 209 имелся термин: "сертификат соответствия организации работ по охране труда — документ, удостоверяющий соответствие проводимых работодателем работ по охране труда государственным нормативным требованиям охраны труда".

В ст. 212 той же редакции ТК РФ сказано, что в обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда должна была входить последующая сертификация организации работ по охране труда. Еще ранее нормативная и правовая база сертификации работ по охране труда была обеспечена принятой в 2002 г. обязательной

Системой сертификации работ по охране труда в организациях (ССОТ) [9]. В этой системе [9] приведен следующий перечень объектов сертификации работ по охране труда, выполняемых организациями независимо от форм собственности и организационно-правовых форм: деятельность работодателя по обеспечению безопасных условий труда в организации; деятельность службы охраны труда; работы по проведению аттестации рабочих мест по условиям труда; организация и проведение инструктажа по охране труда работников и проверки их знаний требований охраны труда. Даже этот неполный перечень показывает широчайший охват работ по охране труда и необходимость привлечения к выполнению задач ССОТ различных служб.

Сертификация работ по охране труда связана с контрольными мероприятиями по оценке (аттестации) условий труда, проверке и оценке соответствия требований безопасности, содержащихся в перечне действующей и обязательной документации по обеспечению безопасных условий труда.

Решение перечисленных вопросов является компетенцией Министерства труда и социальных вопросов. Они имеют широкую правовую (Федеральные законы, Трудовой кодекс, Указы Президента, Постановления Правительства РФ, Приказы Минтруда и ряда других министерств и ведомств) и нормативную базу документов, создаваемых соответствующими государственными органами: Росстандартом — ГОСТ ССБТ и др.; Минздравом — СанПиН, СН, ГН; Госстроем — СНиП; МЧС — ГОСТ БЧС; Ростехнадзором — Правила устройства и безопасной эксплуатации; Минтрудом — Правила по охране труда, Стандарты безопасности труда и др.). Только действующих межнациональных и государственных стандартов в Системе стандартов безопасности труда (ССБТ) насчитывается несколько сотен.

Несмотря на сложности проведения ССОТ (экономические, материальные, технические и пр.), в этой системе по данным ВНИИОиЭТ [10] за 2009 г. было аккредитовано 377 органов по сертификации и 680 испытательных лабораторий и за 2003—2009 гг. органами по сертификации ССОТ был выдан 4531 сертификат безопасности. Только с 2007 г. по 1 июля 2009 г. (по данным испытательных лабораторий ССОТ) были проведены инструментальные измерения и оценки на 1 718 695 рабочих местах. На базе имеющихся в тот период нормативных и правовых документов началась добровольная сертификация работ по охране труда на предприятиях.

По данным ВНИИОиЭТ [10] только на 2009 г. было зарегистрировано более 500 различных

добровольных систем сертификации в различных областях. С января 2010 г. начала функционировать созданная во ВНИИОиЭТ (ныне ВНИИ труда Минтруда России) добровольная система сертификации по охране труда (ДССОТ), в которой к концу 2010 г. было зарегистрировано 20 организаций [10]. Эта система действует до настоящего времени [11]. Более того, на 01.02.2017 г. в ДССОТ функционировало аккредитованных 35 органов по сертификации и 82 испытательные лаборатории.

Сертификат в таком виде, как он декларирован и реализуется в ССОТ и ДССОТ, являлся конечным документом о проведенных работах по охране труда, объясняющий содержание всех мероприятий и процедур и удостоверяющий достигнутый на предприятии уровень безопасности условий труда. Главная особенность и важность такого сертификата (обязательного или добровольного) состоит в том, что он включает в себя весь комплекс вопросов, освещающих, фиксирующих, разъясняющих и решающих проблему создания безопасных условий труда как на отдельных рабочих местах, так и в подразделениях и на предприятиях в целом.

### Сертификация работ по ОТ, СОУТ и СУОТ

Несмотря на важность сертификации работ по охране труда, определенный опыт и успехи ее внедрения и реализации в жизнь, в 2010 г. достаточно неожиданно, без обсуждений, без объяснений, без обоснований Минздравсоцразвития России (в то время туда входило государственное ведомство по труду) своим приказом [12] отменил существование уже действовавшей и набирающей силу обязательной системы сертификации работ по охране труда в организациях (ССОТ) [9].

Исключение сертификации из сферы охраны труда произошло на фоне существенных изменений и процессов, имеющих отношение и к сертификации работ по охране труда. Еще с советских времен наряду с сертификацией работ по охране труда, функционировали процедуры аттестации рабочих мест по условиям труда и системы управления охраной труда.

С 2014 г. аттестация рабочих мест по условиям труда была заменена специальной оценкой условий труда (СОУТ). Ее введение было регламентировано Федеральным законом № 426-ФЗ от 28 декабря 2013 г. [13] и Методикой проведения СОУТ, утвержденной Приказом Минтруда России № 33н от 24 января 2014 г. [14].

С принятием СОУТ произошло формальное закрытие самого понятия "сертификация" применительно к работам по охране труда. Именно при внесении в ТК РФ соответствующих изменений,



связанных с введением СОУТ, отсюда из раздела Х было исключено даже понятие "сертификация".

Фактически все связанное с сертификацией работ по охране труда в последние годы было заменено развитием нормативно-правовой базы системы управления охраной труда (СУОТ). Примерно с 2007 г. началась довольно активная работа по стандартизации СУОТ через введение ее в подсистему 0 Системы стандартов безопасности труда (ССБТ). Первые опыты в этом направлении представляли собой мало удачные переводы соответствующих международных документов МОТ, ИСО, OHSAS и других, касающихся менеджмента в области безопасности труда.

В 2009 г. был введен ГОСТ 12.0.230—2007 [15], устанавливающий общие требования к СУОТ, представляющий собой настолько неудачный перевод международного документа МОТ (ILO-OSH 2001) [16], что в 2014 г. в ГОСТ 12.0.230—2007 пришлось вносить обширное изменение № 1. В рамках работ по гармонизации отечественных стандартов ССБТ с международными нормативными документами в последующие годы были приняты ГОСТ 12.0.230.1—2015 [17] — руководство по применению ГОСТ 12.0.230—2007 [15]; ГОСТ 12.0.230.2—2015 [18] по оценке соответствия; ГОСТ 12.0.230.3—2016 [19] по оценке результативности и эффективности СУОТ.

Введение перечисленных выше государственных стандартов по СУОТ является внедрением в РФ международных стандартов по системе менеджмента и работам по охране труда. Однако объект их стандартизации, сформулированный как система менеджмента или система управления охраной труда, не является синонимом сертификации, в которую проект [6] включает еще и ряд других объектов оценки, среди которых указаны работы и услуги, имеющие прямое отношение к сфере охраны труда.

Разбираясь в терминах и понятиях, используемых в нормативных документах РФ, нельзя не упомянуть ГОСТ 12.0.002—2014 [20] на терминологию по охране труда, в котором даже отсутствует термин "система управления охраной труда". Там приведен следующий термин с примечанием: 2.5.6. Система организации работ по охране труда (СОРОТ). Это комплекс взаимосвязанных мероприятий по выполнению требований охраны труда, осуществляемый работодателем и являющийся неотъемлемой частью общей корпоративной системы управления.

Данное понятие имеет более широкие границы использования, чем система управления охраной труда, особенно стандартизованная. Использование термина СОРОТ целесообразно особенно в тех случаях, когда у работодателя нет

специального положения о системе управления охраной труда и сам термин "система управления охраной труда" не используется.

Может быть, под аббревиатурой СОРОТ хотят скрыть столь привычный и необходимый в России термин "сертификация работ по охране труда"? Видимо, нет, потому что в примечании 1 к термину "2.5.16 оценка соответствия" называют термин "сертификация" (наряду с "аудитом") в охране труда для "оценки соответствия систем управления".

На фоне творчества по созданию серии международных стандартов ГОСТ 12.0.230—2007 [15] и ГОСТ 12.0.002—2014 [20] в рамках ССБТ впечатляет появление национального стандарта ГОСТ Р 54934—2012/OHSAS/18001:2007 [21] по системе менеджмента безопасности труда и охраны здоровья (БТиОЗ) с участием в качестве его разработчика Всероссийского научно-исследовательского института сертификации. Особенно непонятно применение, перевод и определение терминов-синонимов 3.13 из ГОСТ Р 54934—2012/OHSAS/18001:2007 [21] и 2.22 из ГОСТ 12.0.230—2007 [15]:

"3.13. Система менеджмента БТиОЗ (occupational health and safety management system): часть системы менеджмента организации (см. п. 3.17), используемая для разработки и реализации ее политики в области БТиОЗ (см. п. 3.16), а также для менеджмента рисков (см. п. 3.21) в области БТиОЗ";

"2.22. Система управления охраной труда (occupational safety and health management system): набор взаимосвязанных или взаимодействующих между собой элементов, устанавливающих политику и цели по охране труда и процедуры по достижению этих целей".

Следует заметить, что одно и то же ведомство Росстандарт утвердило и ГОСТ 12.0.230—2007 [15] в системе стандартов безопасности труда, и ГОСТ Р 54934—2012/OHSAS/18001:2007 [21], но в другой системе стандартизации. В обоих этих стандартах для одного и того же англоязычного понятия используются разные русскоязычные термины. В ГОСТ [21] вообще не упоминается принятый в стандартах, документах и общегосударственной практике термин "охрана труда". Может быть, термин "безопасность труда и охрана здоровья" более разумен, чем "охрана труда" и соответствует международной терминологии. Но Росстандарт отвечает за единство терминологии в РФ, поэтому, пока в специализированной системе стандартов по безопасности труда, в правовых актах и реальной практике принят термин "охрана труда", его и надо применять в государственных стандартах.

Отсутствие англоязычного термина "сертификация" ни в одном из введенных "переводных"

стандартов по СУОТ можно объяснить только тем, что на английском языке термин "система менеджмента" (или "система управления") не является синонимом термина "сертификация", охватывающая свою собственную и более широкую область применения.

Приведенные примеры "игры в терминологию" в области охраны труда имеют прямое отношение к понятию сертификации работ по охране труда, которое вместе с термином "сертификация" "изгнано" из всех правовых актов и нормативных документов по охране труда.

### **Роль и возможности сертификации работ по охране труда на современном этапе**

В некоторых стандартах встречается понятие "оценка соответствия", которое можно принимать как синоним понятия "сертификация". Так, в ГОСТ 12.0.230.2 [18] к этому термину дается примечание: доказательством (оценке соответствия), как правило, выступает получение объективного свидетельства. Вероятно, под "объективным свидетельством" имеется в виду терминологически "запрещенный" документ "сертификат". Подтверждение такого понимания понятия "оценка соответствия" дает ГОСТ 12.0.002—2014 [20], в котором к этому термину дано примечание.

"2.5.16. Оценка соответствия. Доказательство того, что заданные требования к продукции, процессу, системе, лицу или органу выполнены.

Примечание: 1. В охране труда, как правило, оценку соответствия продукции, процессов, технических систем требованиям безопасности называют "контролем", а оценку соответствия систем управления — аудитом и/или сертификацией. При этом оценка соответствия реальных мероприятий и состояния работ по охране труда требованиям безопасности, представляющая собой систематический, независимый и оформленный в виде итогового документа процесс получения данных о соблюдении установленных требований охраны труда и проводимая органами государственного надзора и общественного контроля — называется проверкой (*inspection*). 2. Оценка соответствия системы управления охраной труда нормативным требованиям или тем или иным стандартам управления завершает собой логическую цепочку всех мероприятий работодателя по охране труда".

Содержание приведенного выше примечания в ГОСТ 12.0.002—2014 [20] важно, так как еще раз возвращает нас к мысли о необходимости введения в практику деятельности по охране труда понятия "сертификация" в том ее понимании, которое существовало ранее в системах сертификации

работ по охране труда (ССОТ [9] и ДССОТ [10]). Более того, смысл этого примечания подчеркивает, что "сертификация" предполагает проведение ее сторонними независимыми организациями, аккредитованными соответствующими органами (например, Росстандартом), и выдачу ими единого документа "сертификата".

Анализ действующей правовой и нормативной документации, практики работ в области охраны труда показывает, что сегодня фактически предлагаются работы только по проведению специальной оценки условий труда и разработке Системы управления охраной труда (СУОТ).

Какие же возможности организации, реализации и контроля многообразной деятельности в сфере охраны труда могут обеспечить СОУТ и СУОТ при отсутствии сертификации работ в этой области?

Нет сомнений в важности и значимости системы СОУТ как инструмента, обеспечивающего фиксацию контролируемых (измеряемых) показателей, — действующих на конкретных рабочих местах предприятий вредных и опасных производственных факторов. Роль этого инструмента подчеркивается его государственной поддержкой на самом высоком уровне, его обязательным проведением и исполнением всеми работодателями, установлением контроля за его результатами со стороны государственных органов.

По ст. 3 Федерального закона № 426-ФЗ [13] СОУТ "является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса (далее также — вредные и (или) опасные производственные факторы) и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти нормативов (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников".

В ГОСТ 12.0.002—2014 [20] в п. 2.5.14 определено, что "идентификация вредных и опасных производственных факторов: систематическое выявление и фиксация вредных и опасных производственных факторов, которые могут привести к травмированию или заболеванию". Однако проведение СОУТ раз в 5 лет делает эту акцию одномоментной. Кроме того, специальная оценка условий труда обладает существенным недостатком, выражающимся в отсутствии в нем контроля за обеспечением травмобезопасности. Травматизм является самым главным опасным фактором производства, что подтверждается статистикой



производственных травм и единственным источником смертности на производстве. В Федеральном законе № 426-ФЗ [13] в ст. 13, устанавливающей перечень вредных и опасных производственных факторов, нет никаких критериев, разъяснений, даже конкретного наименования травмоопасности, хотя по всему тексту закона употребляется термин "опасный фактор".

В Методике проведения СОУТ [14] также говорится об "опасном факторе", а в п. 5 предусматривается "выявление на рабочем месте вредных и (или) опасных факторов, источников вредных и (или) опасных факторов осуществляется путем изучения представляемых работодателем:

проектов строительства и (или) реконструкции производственных объектов (зданий, сооружений, производственных помещений);

характеристик применяемых в производстве материалов и сырья (в том числе установленных по результатам токсикологической, санитарно-гигиенической и медико-биологической оценок);

деклараций о соответствии и (или) сертификатов соответствия производственного оборудования, машин, механизмов, инструментов и приспособлений, технологических процессов, веществ, материалов, сырья установленным требованиям.

В самой "Методике" [14] (в том числе в ее инструкции по заполнению формы отчета о проведении СОУТ) не фигурируют никакие указания о приведенных в п. 5 сведениях. В ней появляется упоминание только о сертификатах соответствия производственного оборудования, машин, механизмов, инструментов и приспособлений, технологических процессов, веществ, материалов, сырья установленным требованиям, которые могут быть результатом сертификации, проводимой Росстандартом в рамках его политики обеспечения качества продукции (и неотъемлемой ее части — безопасности продукции).

В статье 7 Федерального закона № 426-ФЗ [13] перечислено 16 позиций, по которым результаты проведения СОУТ, в частности, могут (!) применяться:

для разработки и реализации мероприятий, направленных на улучшение условий труда работников;

для информирования работников об условиях труда на рабочих местах, о существующем риске повреждения их здоровья, о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов и о полагающихся работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, гарантиях и компенсациях;

для обеспечения работников средствами индивидуальной защиты, а также оснащения рабочих мест средствами коллективной защиты;

для осуществления контроля за состоянием условий труда на рабочих местах.

Таким образом, СОУТ, охватывая важный и широкий круг вопросов, необходимых для обеспечения безопасных условий труда на рабочем месте, тем не менее не исчерпывает всех вопросов и проблем, подлежащих решению на предприятии для обеспечения безопасного труда его работников.

Использование Системы управления охраной труда на базе созданной системы стандартизации по этому вопросу позволяет решать достаточно широкий круг вопросов охраны труда для обеспечения безопасности труда (см. выше определение СУОТ в п.2.22 ГОСТ 12.0.230—2007 [15]). Недавно в эту систему включен специальный ГОСТ 12.0.230.3—2016 [19], который рассматривает проблемы травматизма с позиций рисков.

Определение СУОТ как "набор взаимосвязанных или взаимодействующих между собой элементов, устанавливающих политику и цели по охране труда и процедуры по достижению этих целей", делает этот управленческий процесс внутренним инструментом организации непрерывной (постоянной) деятельности всех служб предприятия по достижению и обеспечению определенной степени безопасных условий труда. Однако СУОТ как всякая управленческая система (или система менеджмента) представляет собой описание, рекомендации и помощь соответствующим службам организации в их постоянной (непрерывной) деятельности по достижению, поддержанию и совершенствованию заявленных целей по обеспечению безопасности труда.

Нельзя не учитывать и тот реальный факт, что предприятия РФ, имеющие международные связи и выпускающие экспортную продукцию для других стран, не могут удовлетвориться оценкой своих безопасных условий труда только документами по СОУТ или СУОТ, являющимися сугубо специфическими для РФ. Поэтому такие предприятия и сейчас пользуются добровольной системой сертификации по охране труда, понятной и принятой в международной практике.

Поэтому, поддерживая важность и необходимость для каждого предприятия работ по внедрению и реализации СОУТ, разработке и использованию СУОТ, считаем необходимым официально ввести на самом высоком государственном и ведомственном уровне сертификацию работ по охране труда как минимум на добровольной основе, а еще лучше — сделать ее обязательной.

Сертификация по охране труда, которая вберет в себя результаты СОУТ и будет опираться на методы и процедуры СУОТ, даст возможность создать и получить единый итоговый документ сертификат, который станет венцом всей деятельности по охране труда на предприятии, понятным и работодателям,

и работникам, и контрольным органам как внутри страны, так и на международной арене.

Возродить процедуры сертификации работ по охране труда не потребует большого труда и затрат, поскольку до сих пор не прекращается деятельность многих организаций и предприятий по добровольной системе сертификации по охране труда. При наличии доброй воли и поддержки со стороны государственных структур сертификация по охране труда может привнести недостающий стимул в дело обеспечения охраны труда и удачно впишется в русло государственной политики по созданию национальной системы сертификации.

### Выводы

1. Вновь созданная в 2014 году специальная оценка условий труда (СОУТ) является инструментом фиксации фактических показателей действующих факторов на рабочих местах. Однако этот инструмент, во-первых, не охватывает весь комплекс данных и мероприятий, призванных обеспечить безопасные условия труда, и, во-вторых, практически не затрагивает вопросы, связанные с опасностями травмирования работников.

2. Наиболее полно и всесторонне рассматриваются проблемы охраны труда в рамках системы управления охраной труда (СУОТ), которая разработана и принята к действию на уровне документов различных государственных ведомств и, в первую очередь, системы стандартов безопасности труда Росстандарта.

3. Признавая важную роль СУОТ в деле обеспечения безопасных условий труда, нельзя не отметить, что эта структура является предлагаемой практической технологией режима непрерывного (постоянного, каждодневного) управления предприятием.

4. Логическим завершением всех предусматриваемых инструментов, методов контроля, систем управления предприятием наиболее полно может и должна быть сертификация работ по охране труда, которая:

— ориентирует работодателя на декларирование в едином универсальном документе (сертификате соответствия) достигнутого и гарантированного уровня безопасности на предприятии;

— позволяет государственным контрольным органам просто и понятно удостоверить и проверять безопасность условий труда на конкретном предприятии и его рабочих местах;

— дает возможность работникам предприятия легко, доступно и конкретно ознакомиться с условиями труда как на предприятии в целом, так и на его индивидуальном рабочем месте.

5. Опыт, накопленный в РФ по сертификации в области охраны труда через ранее действовавшую

обязательную систему сертификации работ по охране труда (ССОТ) и через реализуемую сегодня многими предприятиями добровольную систему сертификации по охране труда (ДССОТ), позволяет призвать вновь к активному использованию и применению сертификации и удостоверения ее с помощью единого сертификата (обязательного или добровольного) на самом высоком государственном уровне, в том числе в рамках развиваемой Росстандартом национальной Системы сертификации.

### Список литературы

1. **ГОСТ Р ИСО 9000—2015** Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. Национальный стандарт Российской Федерации. — М., 2015. — 46 с.
2. **Правила** по проведению сертификации в Российской Федерации. Утверждено постановлением Госстандарта России от 10 мая 2000 г. № 26(в ред. Изменения № 1, утвержденного Постановлением Госстандарта РФ от 05.07.2002 № 57).
3. **Федеральный закон** от 27.12.2002 № 184-ФЗ (ред. от 18.07.2009) "О техническом регулировании".
4. **Положение** о регистрации системы добровольной сертификации (в ред. Постановления Правительства РФ от 02.08.2005 № 486). Утверждено Постановлением Правительства РФ от 23 января 2004 г. № 32).
5. **ГОСТ Р ИСО 14001—2016** Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. Национальный стандарт Российской Федерации. — М., 2016. — 32 с.
6. **Приказ** Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2016 г. № 2033 "О создании системы добровольной сертификации "Национальная система сертификации".
7. **Положение** о национальной системе сертификации // Консорциум кодекс. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420383471> (дата обращения 06.11.2017).
8. **Трудовой кодекс** РФ в редакции Федерального закона от 30.06.2006 № 90-ФЗ.
9. **Система** сертификации работ по охране труда в организациях (ССОТ). Утверждена Постановлением Минтруда РФ от 24 апреля 2002 г. № 28.
10. **Разработка** организационно-распорядительной и иной документации по переходу на систему добровольной сертификации организации работ в сфере охраны труда: отчет о НИР (заключ.) / ФГУ "Всероссийский НИИ охраны и экономики труда"; рук. А. М. Елин; исполн. Н. П. Алимов [и др.]. — М., 2009. — 130 с. — ГБ № 08/09.
11. **Правила** функционирования системы добровольной сертификации в области охраны труда (ДССОТ), — зарегистрированы в Едином реестре зарегистрированных систем добровольной сертификации (рег. № РОСС RU.B516.04ЛГ00 от 08.08.2008).
12. **Приказ** Минздравсоцразвития России № 779н от 1 сентября 2010 г.) "О признании утратившими силу некоторых постановлений Минтруда России и установлении сроков действия аттестатов аккредитации, выданных испытательным лабораториям".
13. **Федеральный закон** от 28 декабря 2013 г. № 426-ФЗ "О специальной оценке условий труда".
14. **Приказ** Минтруда России № 33н от 24 января 2014 г. "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".
15. **ГОСТ 12.0.230—2007 ССБТ.** Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда. Общие требования. Межгосударственный стандарт. — М., 2007. 16 с., изм. № 1. Введ. 2014-03-01. — 9 с.
16. **ILO-OSH 2001** Guidelines on occupational safety and health management systems (Руководство по системам управления охраной труда).



17. **ГОСТ 12.0.230.1—2015** Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Руководство по применению ГОСТ 12.0.230—2007. Межгосударственный стандарт. — М., 2016. — 42 с.
18. **ГОСТ 12.0.230.2—2015** Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда в организациях. Оценка соответствия. Требования. Межгосударственный стандарт. М., 2016. 24 с.
19. **ГОСТ 12.0.230.3—2016** Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Оценка результатов и эффективности. Межгосударственный стандарт. — М., 2017. — 30 с.
20. **ГОСТ 12.0.002—2014** Система стандартов безопасности труда. Термины и определения. Межгосударственный стандарт. М., 2016. — 28 с.
21. **ГОСТ Р 54934—2012/OHSAS/18001:2007** Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования. Национальный стандарт Российской Федерации. — М., 2012. — 21 с.

**N. P. Alimov**, Associate Professor, Head of Department, Institute of labor, Moscow,  
**J. G. Gotlib**, Associate Professor, e-mail: gotlib39@mail.ru, Bauman Moscow State  
Technical University

## Certification of Works on Labor Protection in Organizations at the Present Stage

*The role of certification is considered as an integral part of ensuring the quality of work and services in the production environment from the perspective of labor protection. The history, experience and results of the operation of the formerly mandatory system of certification of works on labor protection in organizations and the preserved analogous voluntary system are shown. The current situation of the exclusion of the concept and the term "certification" in relation to labor protection is demonstrated. The relationship between certification of works on labor protection, special assessment of working conditions and occupational safety and health management system is presented. The role and usefulness of certification of works on labor protection in the conditions of limited possibilities of only currently operated special assessment of working conditions and occupational safety and health management system are shown.*

**Keywords:** certification, labor protection (occupational safety and health), mandatory and voluntary system of certification of works on labor protection, terminology, special assessment of working conditions, occupational safety and health management system

### References

1. **GOST R ISO 9000—2015** Quality management systems. Fundamentals and vocabulary. Moscow, 2015. 46 p.
2. **Правила** по проведению сертификации в Российской Федерации, utv. postanovleniem Gosstandarta Rossii ot 10 maya 2000 g № 26(v red. Izmeneniya № 1, utverzhennogo Postanovleniem Gosstandarta RF ot 05.07.2002 No. 57).
3. **Federal'nyj zakon** ot 27.12.2002 No. 184-FZ (red. ot 18.07.2009) "O tekhnicheskome regulirovanii".
4. **Polozhenii** o registracii sistemy dobrovol'noj sertifikacii (v red. Postanovleniya Pravitel'stva RF ot 02.08.2005 No. 486). Utverzhdeno Postanovleniem Pravitel'stva RF ot 23 yanvarya 2004 g. No. 32).
5. **GOST R ISO 14001—2016** Environmental management systems. Requirements with guidance for use. Moscow, 2016. 32 p.
6. **Prikaz** Federal'nogo agentstva po tekhnicheskome regulirovaniyu i metrologii ot 29 dekabrya 2016 g. No. 2033 "O sozdanii sistemy dobrovol'noj sertifikacii "Nacional'naya sistema sertifikacii".
7. **Polozhenie** o nacional'noj sisteme sertifikacii. Konsorcium kodeks. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420383471/> (date of access 06.11.2017).
8. **Trudovoj kodeks RF** v redakcii Federal'nogo zakona ot 30.06.2006 No. 90-FZ.
9. **Sistema** sertifikacii rabot po ohrane truda v organizacijah (SSOT). Utverzhdena Postanovleniem Mintruda RF ot 24 aprelya 2002 g. No. 28.
10. **Razrabotka** organizacionno-rasporyaditel'noj i inoj dokumentacii po perekhodu na sistemu dobrovol'noj sertifikacii organizacii rabot v sfere ohrany truda: otchet o NIR (zaklyuch.)/FGU "Vserossijskij NII ohrany i ehkonomiki truda"; ruk. A. M. Elin; ispoln. N. P. Alimov [i dr.]. Moscow, 2009. 130 p. GB No. 08/09.
11. **Правила** функционирования системы добровольной сертификации в области охраны труда (DSSOT) — зарегистрированы в Едином реестре зарегистрированных систем добровольной сертификации (reg. No. ROSS RU.V516.04LG00 ot 08.08.2008).
12. **Prikaz** Minzdravsocrazvitiya Rossii No. 779n ot 1 sentyabrya 2010 g.) "O priznanii utrativshimi silu nekotorykh postanovlenij Mintruda Rossii i ustanovlenii srokov dejstviya attestatov akkreditacii, vydannyh ispytatel'nyh laboratoriyam".
13. **Federal'nyj zakon** ot 28 dekabrya 2013 g. No. 426-FZ "O special'noj ocenke uslovij truda".
14. **Prikaz** Mintruda Rossii № 33n ot 24 yanvarya 2014 g. "Ob utverzhdenii Metodiki provedeniya special'noj ocenki uslovij truda, Klassifikatora vrednyh i (ili) opasnyh proizvodstvennyh faktorov, formy otcheta o provedenii special'noj ocenki uslovij truda i instrukcii po ee zapolneniyu".
15. **GOST 12.0.230—2007** Occupational safety standards system. Occupational safety and health management systems. General requirements. Moscow, 2007. 16 p., izm. No 1. 9 p.
16. **ILO-OSH 2001** Guidelines on occupational safety and health management systems (Rukovodstvo po sistemam upravleniya ohranoj truda).
17. **ГОСТ 12.0.230.1—2015** Occupational safety standards system. Occupational safety and health management systems. Guidance for use of Gost 12.0.230-2007. Moscow, 2016. 42 p.
18. **ГОСТ 12.0.230.2—2015** Occupational safety system standards. Occupational safety and health management systems. Conformity assessment. Requirements. Moscow, 2016. 24 p.
19. **ГОСТ 12.0.230.3—2016** System of standards for occupational safety. Management systems for occupational safety. Evaluation of effectiveness and efficiency. Moscow, 2017. 30 p.
20. **ГОСТ 12.0.002—2014** Occupational safety standards system. Terms and definitions. Mezhsudarstvennyj standart. Moscow, 2016. 28 p.
21. **ГОСТ Р 54934—2012/OHSAS 18001:2007** Occupational health and safety management systems. Requirements. Moscow, 2012. 21 p.

УДК: 614.8.028.4:631.158(470+570)

**Б. Б. Бобович**, д-р техн. наук, проф., e-mail: boris0808@yandex.ru,  
**Я. А. Гарбуз**, магистрант, Московский политехнический университет

## Травматизм в сельском хозяйстве и его профилактика

*Проведен анализ статистических данных. Показано, что травматизм в сельскохозяйственном производстве превышает средние показатели в экономике страны. Установлено, что основными его причинами являются неудовлетворительная организация работ, низкая квалификация персонала, нарушения трудовой и технологической дисциплины, а также износ оборудования и неудовлетворительное качество его ремонта. Предложены меры по профилактике травматизма в сельскохозяйственном производстве, направленные на усовершенствование системы управления охраной труда, повышение уровня организации работ по ремонту и обслуживанию машин и оборудования, а также на принятие комплекса превентивных мер, направленных на выявление, оценку и снижение рисков травматизма и на обеспечение безопасных условий труда.*

**Ключевые слова:** сельскохозяйственное производство, производственный травматизм, причины травматизма, профилактика травматизма

### Введение

Производственный травматизм наносит не только моральный и социальный, но и значительный экономический ущерб экономике страны, который является следствием гибели людей и ухудшения их здоровья, снижения производительности труда. Кроме того, ущерб увеличивается за счет затрат на ликвидацию последствий аварий, на восстановление оборудования и др. По оценкам Международной организации труда, борьба с причинами травматизма является одним из приоритетных направлений социальной политики развитых государств. Расчет экономических потерь, вызванных травматизмом, показывает, что полный ущерб (прямой и косвенный) в десятки, а иногда и в сотни раз больше затрат, связанных с устранением вызвавших его причин [1, 2].

К сожалению, Россия по показателям травматизма занимает одно из первых мест в мире среди развитых стран [3]. Создание безопасных условий труда является важной социальной и экономической задачей. Сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, создание безопасных условий труда должны быть приоритетными направлениями деятельности работодателей [4].

Инструментом государственной политики в области охраны труда является объединение усилий различных ветвей власти, работодателей и профсоюзов для совместной разработки и реализации мероприятий по предотвращению и минимизации ущерба здоровью работников, по улучшению условий труда, предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний. Эффективность совместной работы

определяется комплексом превентивных мер, направленных на выявление, оценку и снижение рисков травматизма и на обеспечение безопасных условий труда.

### Анализ статистических данных по травматизму

Согласно статистическим данным [5] в последние годы в сельскохозяйственном производстве, как и во всей экономике России, происходит сокращение абсолютного числа пострадавших от несчастных случаев. Как видно из приведенных в таблице данных, за период с 2010 по 2016 г. число пострадавших в сельском хозяйстве сократилось на 3,4 тыс. человек, или более чем на 55,7 %. При этом следует отметить, что в целом в экономике страны число несчастных случаев снизилось за эти годы только на 40,9 %, т.е. в сельском хозяйстве уменьшение случаев травматизма происходило более быстрыми темпами.

Однако сельскохозяйственное производство остается одним из наиболее травмоопасных видов хозяйственной деятельности и одной из лидирующих отраслей по уровню травматизма — более 10 % от общего числа травм. Выше уровень травматизма только в строительстве и обрабатывающем производстве. А уровень травматизма со смертельным исходом в сельскохозяйственном производстве в 2016 г. составил более 10,6 % от всех смертельных случаев в стране, что вызывает серьезную обеспокоенность специалистов сельского хозяйства и ученых [6—9].

До недавнего времени доля травм со смертельным исходом в сельском хозяйстве была не только существенно выше, чем в экономике страны,



### Число пострадавших с утратой трудоспособности на один рабочий день и более и со смертельным исходом [5]

№ п.п.	Показатель	Годы						
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	Общее число пострадавших в РФ, тыс. чел.	47,7	43,6	40,4	35,6	31,3	28,2	26,7
2	Число пострадавших в сельском хозяйстве, тыс. чел.	6,1	5,1	4,4	3,6	3,2	2,8	2,7
3	Число пострадавших со смертельным исходом в РФ, тыс. чел.	2,00	1,82	1,82	1,70	1,46	1,29	1,29
4	Число пострадавших со смертельным исходом в сельском хозяйстве, тыс. чел.	0,296	0,256	0,233	0,223	0,176	0,119	0,137
5	Доля травм со смертельным исходом в общем травматизме в РФ, %	4,19	4,17	4,50	4,78	4,66	4,57	4,83
6	Доля травм со смертельным исходом в общем травматизме в сельском хозяйстве, %	4,85	5,02	5,30	6,19	5,5	4,25	5,07

но и росла опережающими темпами. Согласно официальным статистическим данным в России в 2014 и 2015 гг. произошло значительное сокращение не только числа смертельных случаев, но и их доли в общем травматизме. Из приведенных на рис. 1 данных видно, что снижение доли травм со смертельным исходом от всех несчастных случаев в сельском хозяйстве происходило в эти годы быстрее, чем по РФ в целом.

Сокращение случаев травматизма со смертельным исходом происходило существенно более быстро не только по сравнению с уменьшением этого показателя в экономике страны в целом. При этом сокращалось число травм со смертельным

исходом на 1000 занятых в сельскохозяйственном производстве, о чем свидетельствуют данные рис. 2. Однако в 2016 г. в сельскохозяйственном производстве произошло увеличение числа травм со смертельным исходом на 1000 работающих.

По мнению некоторых авторов [10], данные о снижении производственного травматизма с 2010 по 2015 г. являются результатом сокрытия работодателями случаев травматизма и профзаболеваний. Сокрытию данных о травматизме способствует стремление собственников к повышению прибыльности своего бизнеса. По данным Федеральной инспекции труда [11], полученным в ходе проведенных в 2014 г. проверок, государственными

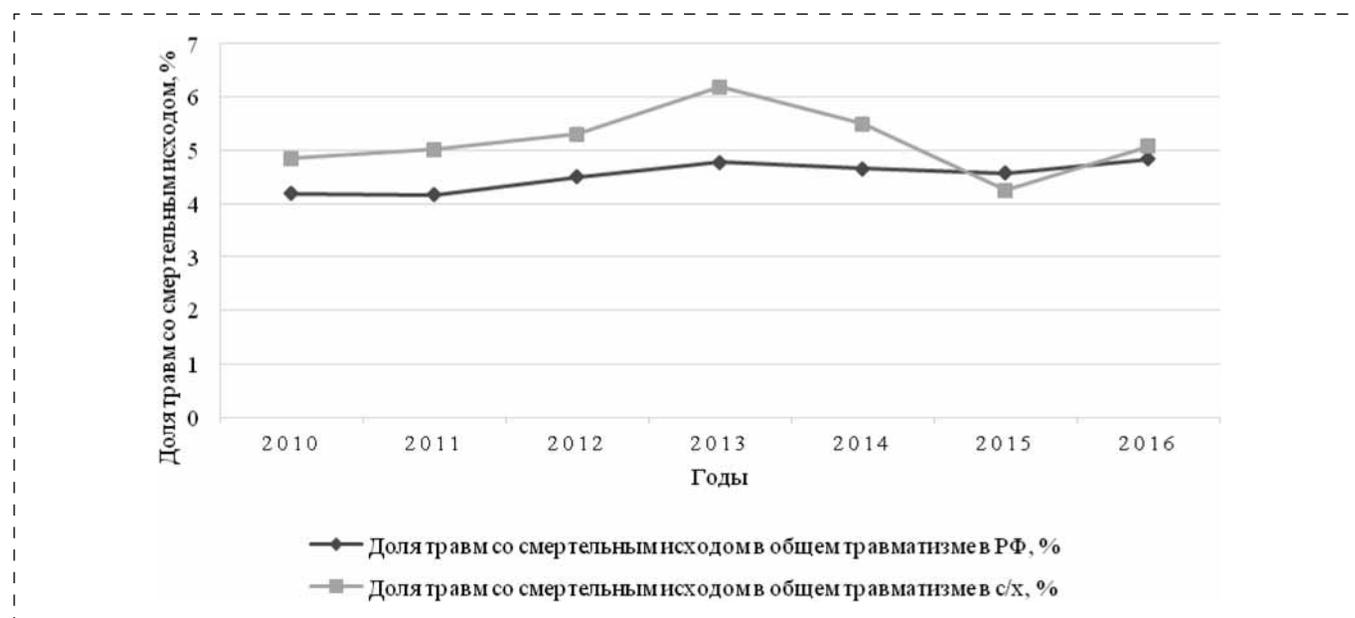


Рис. 1. Изменение доли травматизма со смертельным исходом в общем травматизме

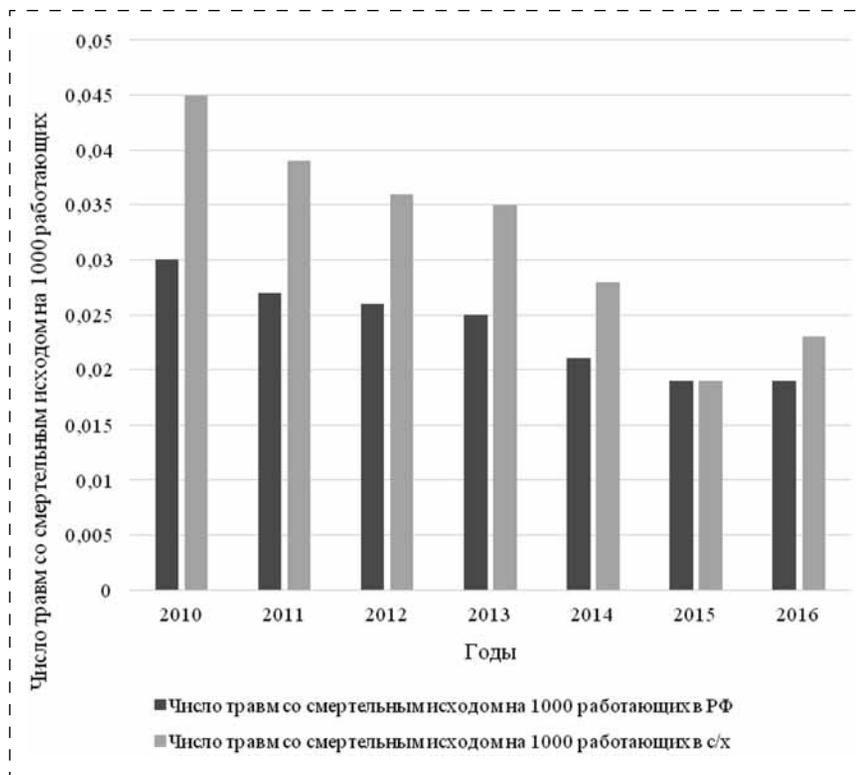


Рис. 2. Динамика травматизма со смертельным исходом на 1000 работающих

инспекторами труда было выявлено более 14,8 тыс. нарушений расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве, что составило 8,7 % от общего числа расследованных несчастных случаев. Анализ выявленных нарушений свидетельствует о том, что не соблюдаются установленные сроки расследования несчастных случаев и установленный порядок направления извещений о происшедших несчастных случаях с тяжелыми последствиями в прокуратуру, государственную инспекцию труда и другие органы власти.

Расследования несчастных случаев проводятся комиссиями ненадлежащего состава. В ряде случаев причины несчастных случаев, установленные в ходе расследования, не соответствуют фактическим обстоятельствам происшествия. Вина в происшедшем несчастном случае нередко необоснованно возлагается на пострадавшего, что позволяет освободить от ответственности лиц, виновных в допущенных нарушениях государственных нормативных требований охраны труда, послуживших истинными причинами несчастного случая.

По результатам проведенного в 2014 г. расследования в органы прокуратуры были направлены материалы в количестве 8931 для рассмотрения вопроса о привлечении к уголовной ответственности должностных лиц, виновных в допущенных

нарушениях требований трудового законодательства. По этим материалам было возбуждено 252 уголовных дела [11].

Анализ результатов надзорной деятельности государственных инспекций труда свидетельствует, что причиной многих нарушений законодательства о труде является низкий уровень правовых знаний и правовой нигилизм работодателей и работников в вопросах трудового законодательства. Действующая в стране система экономических, административных и правовых механизмов недостаточно эффективна: она не побуждает работодателей к безусловному соблюдению требований законодательства о трудовых правах граждан.

Неправомерное занижение уровня травматизма в результате массового его сокрытия работодателями порождает искаженное представление о состоянии условий и охраны труда. Такой подход порождает нереализуемые планы сокращения в короткие сроки числа несчастных случаев и не нацеливает общество на глубокий анализ причин травматизма и создание реальных механизмов совершенствования работы в этой важнейшей для общества сфере деятельности.

### Причины и структура травматизма в сельском хозяйстве

Исходя из сказанного выше можно сделать вывод, что для снижения травматизма в сельском хозяйстве особое значение имеет анализ причин и профилактика. В процессе трудовой деятельности персонал в сельскохозяйственном производстве подвергается воздействию физических, химических, биологических и психофизиологических негативных факторов. Физические факторы проявляются при обслуживании машин и оборудования. Химические факторы имеют место при полевых работах, связанных с использованием удобрений, гербицидов и фунгицидов. Биологические негативные факторы являются следствием работы с животными. И, наконец, психофизиологические факторы — это результат физических и психических перегрузок вследствие ненормированного рабочего дня при посевных и уборочных работах, обслуживании животных и др. Для профилактики травматизма важно установить основные причины его возникновения,



которые подразделяются на организационные и технические.

Основными организационными причинами травматизма в сельскохозяйственном производстве являются низкий уровень организации работ, недостаточные технические знания персонала для работы на сложных машинах, нарушение правил техники безопасности, нарушение трудовой и технологической дисциплины, отсутствие надлежащего контроля производственных процессов и др. Как показывает анализ, эти причины вызывают более 75 % всех несчастных случаев.

К техническим причинам травматизма относят конструктивные недостатки устаревшей техники, износ сельскохозяйственных машин и оборудования, несовершенство технологических процессов, неудовлетворительное техническое состояние зданий и сооружений, неисправность средств защиты: ограждений, блокировок и др. Доля несчастных случаев с тяжелыми последствиями, произошедших по техническим причинам, составляет более 6 %.

По сравнению с началом 1990 г. количество техники в сельскохозяйственном производстве уменьшилось в несколько раз, многие хозяйства оснащены устаревшим оборудованием, а основная масса рабочих мест в этой отрасли не соответствует требованиям эргономики [12]. Износ оборудования во многих хозяйствах достигает 70 % и более, профилактический ремонт оборудования часто не производится, что неизбежно приводит к поломкам оборудования и нарушению техники безопасности при его эксплуатации. Следствием этого является высокая доля травм при обслуживании техники. В ряде регионов случаи травматизма при техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники достигают 80 % от всех несчастных случаев [12]. Старение машинно-тракторного парка и отсутствие квалифицированных кадров, являющееся следствием экономических реформ и смены собственников, привели к тому, что механизаторы вынуждены самостоятельно проводить ремонт и техническое обслуживание техники без необходимого инженерно-технического сопровождения. Отсутствие должной квалификации и необходимых условий труда приводит к нарушению правил безопасного выполнения работ и, как следствие, к несчастным случаям.

Помимо указанных выше организационных и технических причин, травматизм в условиях сельскохозяйственного производства является следствием плохих дорог и сложных метеорологических условий (жары, мороза, ударов молнии и др.).

Случаи травматизма происходят при обслуживании и ремонте техники, при выполнении полевых работ и при работе с животными. Виды травм зависят от типа сельскохозяйственного производства. Первое место по удельному весу в структуре травматизма занимают травмы механизаторов, связанные с обслуживанием, перемещением и ремонтом сельскохозяйственных машин и транспортных средств: тракторов, комбайнов, грузовых автомобилей, погрузчиков и другой техники. Наиболее тяжелые последствия возникают при воздействии на работника движущихся, разлетающихся деталей машин, от которых гибнет или получает тяжелые травмы более трети пострадавших [9].

Основными видами травм являются повреждение кистей рук, стоп и головы. Значительное число травм в виде повреждения позвоночника, головы и таза является следствием падения с высоты. Переломы костей — это следствие попадания под колеса трактора, комбайна и других мобильных машин. Реже встречаются рваные и колотые раны, ушибы, ожоги, в том числе солнечные, получаемые во время полевых работ. В зерновых хозяйствах часто происходят случаи засорения глаз инородными частицами при уборке зерна, а также кожно-гнойных заболеваний, являющихся следствием микро-травм.

#### **Профилактика травматизма в сельскохозяйственном производстве**

Профилактика травматизма в сельском хозяйстве должна быть направлена на повышение уровня организации выполнения работ, усовершенствование конструкций машин и оборудования, повышение грамотности персонала, соблюдение им правил техники безопасности. Спецификой сельскохозяйственного производства является удаленность многих участков работы от фельдшерских пунктов и лечебных учреждений, что влияет на своевременность оказания медицинской помощи. Для уменьшения последствий от получаемых травм необходима своевременная доврачебная помощь, для чего на всех удаленных участках работы во время полевых работ и на животноводческих фермах необходимо создавать санитарные посты, а работники должны обучаться правилам оказания первой медицинской помощи.

Специфика сельскохозяйственного производства проявляется в его сезонности, что создает предпосылки для профилактики травматизма путем обучения и повышения квалификации производственного персонала в зимний, относительно

свободный от работ период. Наряду с этим необходимо совершенствовать систему управления охраной труда на предприятиях агропромышленного комплекса, в том числе повышать уровень организации работ по ремонту и обслуживанию машин и оборудования. С целью профилактики травматизма необходим повседневный контроль соблюдения персоналом правил безопасного выполнения работ, который позволяет предотвратить возникновение травмоопасных ситуаций.

Важной профилактической мерой могло бы быть усиление контроля исправности средств защиты (ограждений, блокировок и др.) на травмоопасном оборудовании, повышение уровня организации работ по профилактическому и текущему ремонту сельскохозяйственных машин и оборудования. Необходимо улучшение условий труда в полеводстве и животноводстве, в том числе обеспечение рабочих средствами индивидуальной защиты в соответствии с общепромышленными нормами. Должна быть повышена материальная, а в ряде случаев и уголовная ответственность работодателей, руководителей, главных специалистов за неудовлетворительную работу по созданию безопасных условий труда.

### Заключение

Проведенный анализ показал, что травматизм в сельскохозяйственном производстве превышает средние показатели в экономике страны. Основными его причинами являются неудовлетворительная организация работ, низкая квалификация персонала, нарушения трудовой и технологической дисциплины, а также износ оборудования и неудовлетворительное качество его ремонта.

Профилактика травматизма в сельскохозяйственном производстве должна включать совершенствование системы управления охраной труда, повышение уровня организации работ по ремонту и обслуживанию машин и оборудования, а также принятие комплекса превентивных мер, направленных на выявление, оценку и снижение рисков травматизма и обеспечение безопасных условий труда.

Необходимо законодательное повышение материальной, а в ряде случаев и уголовной ответственности работодателей, руководителей, главных специалистов сельскохозяйственных предприятий за неудовлетворительную работу по созданию безопасных условий труда.

### Список литературы

1. **Воротников А. В.** Экономическая выгода от мероприятий по охране труда // Охрана труда и пожарная безопасность. — 2009. — № 5. — С. 18—21.
2. **Карначев И. П.** Экономический анализ уровня безопасности производства с учетом затрат вследствие производственного травматизма // Известия ТулГУ. Науки о Земле. — 2010. — № 2. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskii-analiz-urovnya-bezopasnosti-proizvodstva-s-uchetom-zatrat-vsledstvie-proizvodstvennogo-travmatizma> (дата обращения 25.01.2017).
3. **Статистика** производственного травматизма. URL: <http://vavilon.ru/statistika-proizvodstvennogo-travmatizma/#i> (дата обращения 04.09.2017).
4. **Сердюк В. С., Кузнецов В. С., Бакико Е. В.** Мотивация предотвращения несчастных случаев на производстве и профзаболеваний: Учебное пособие. — Омск: Изд-во ОмГТУ. — 2016. — 90 с.
5. **Федеральная служба** государственной статистики. Российский статистический ежегодник. 2016: Статистический сборник / Росстат. — М., 2016. — 725 с. URL: [http://www.gks.ru/bgd/regl/b16\\_13/IssWWW.exe/Stg/d01/05-37.doc](http://www.gks.ru/bgd/regl/b16_13/IssWWW.exe/Stg/d01/05-37.doc) (дата обращения 11.07.2017).
6. **Состояние** травматизма в сельском хозяйстве Российской Федерации / И. В. Гальянов, Ю. В. Кошечкин, Н. С. Студенникова, С. Н. Барабанова // Образование, наука и производство. — 2016. — № 3 (16). — С. 49—52.
7. **Мальцева У. А., Сергеева О. С.** Травматизм в сельском хозяйстве // Агротехнологии XXI века. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Н. Д. Прянишникова. — Пермь: Изд. ИПЦ Прокрость, 2016. — С. 161—164.
8. **Бобович Б. Б., Гарбуз Я. А.** Анализ травматизма в сельском хозяйстве // Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности и экологии — 2017. URL: [http://www.tstu.tver.ru/images/Sbornik\\_BGD-2017.pdf](http://www.tstu.tver.ru/images/Sbornik_BGD-2017.pdf) (дата обращения 11.07.2017).
9. **Студенникова Н. С.** Динамика показателей травматизма в сельском хозяйстве, его виды и причины // Евразийский союз ученых. — 2016. — № 4—2 (25). — С. 125—127. URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_27440025\\_10572335.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_27440025_10572335.pdf) (дата обращения 15.01.2018).
10. **Левашов С. П., Шкрабак В. С.** Профессиональный риск: методология мониторинга и анализа: Монография / под общ. ред. В. С. Шкрабака. — Курган: Изд-во Курганского государственного университета. — 2015. — 308 с.
11. **Федеральная служба** по труду и занятости. Отчет о деятельности Федеральной службы по труду и занятости за 2014 год. Москва, 2015 год.
12. **Мартынов И. С., Гузенко Е. Ю., Семин Д. В.** Причины травматизма и обеспечение безопасности работников технического сервиса в АПК // Охрана труда и техника безопасности в сельском хозяйстве. — 2016. — № 9. — С. 48—51.



**B. B. Bobovich**, Professor, e-mail: boris0808@yandex.ru,  
**J. A. Garbuz**, Undergraduate, Moscow Polytechnic University

## Injuries in Agriculture and its Prevention

*The analysis of statistical data. Shows that injuries in the agricultural production exceeds the average in the economy. It is established that the main reasons are the unsatisfactory organization of work, low qualification of personnel, violations of labor and technological discipline, as well as depreciation of equipment and poor quality repairs. Measures were proposed for the prevention of injuries in agricultural production, which aim at improving the system of safety management, improve the level of organization of works on repair and maintenance of machinery and equipment, as well as the adoption of a system of preventive measures aimed at identifying, assessing and reducing the risks of injury and to ensure safe working conditions. It was proposed to increase the material and in some cases criminal liability of employers, managers, senior specialists for unsatisfactory work on creating a safe work environment.*

**Keywords:** agricultural production, industrial injuries, causes of injuries, injury prevention

### References

1. **Vorotnikov A. V.** Jekonomicheskaja vygoda ot meroprijatij po ohrane truda. *Ohrana truda i požarnaja bezopasnost'*. 2009. No. 5. P. 18—21.
2. **Karnachjov I. P.** Jekonomicheskij analiz urovnja bezopasnosti proizvodstva s uchetom zatrat vsledstvie proizvodstvennogo travmatizma. *Izvestija TulGU. Nauki o Zemle*. 2010. No. 2. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskij-analiz-urovnja-bezopasnosti-proizvodstva-s-uchetom-zatrat-vsledstvie-proizvodstvennogo-travmatizma> (date of access 25.01.2017).
3. **Statistika** proizvodstvennogo travmatizma. URL: <http://vavilon.ru/statistika-proizvodstvennogo-travmatizma/#i> (date of access 04.09.2017).
4. **Serdjuk V. S., Kuznecov V. P., Bakiko E. V.** Motivacija predotvrashhenija neschastnyh sluchaev na proizvodstve i profzabolevanij: Uchebnoe posobie. Omsk: Izd-vo OmGTU, 2016. 90 p.
5. **Federal'naja sluzhba** gosudarstvennoj statistiki. Rossijskij statisticheskij ezhegodnik. 2016: Statisticheskij sbornic / Rosstat. Moscow, 2016. 725 p. URL: [http://www.gks.ru/bgd/regl/b16\\_13/IssWWW.exe/Stg/d01/05-37.doc](http://www.gks.ru/bgd/regl/b16_13/IssWWW.exe/Stg/d01/05-37.doc) (date of access 11.07.2017).
6. **Sostojanie travmatizma** v sel'skom hozjajstve Rossijskoj Federacii / I. V. Gal'janov, Ju. V. Koshechkin, N. S. Studenikova, S. N. Barabanova. *Obrazovanie, nauka i proizvodstvo*. 2016. No. 3 (16). P. 49—52.
7. **Mal'ceva U. A., Sergeeva O. S.** Travmatizm v sel'skom hozjajstve. *Agrotehnologii XXI veka. Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Permskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija imeni akademika N. D. Prjanishnikova*. Perm': Izd. IPC Prokrost#. 2016. P. 161—164.
8. **Bobovich B. B., Garbuz Ja. A.** Analiz travmatizma v sel'skom hozjajstve. *Aktual'nye problemy bezopasnosti zhiznedejatel'nosti i jekologii — 2017*. URL: [http://www.tstu.tver.ru/images/Sbornik\\_BGD-2017.pdf](http://www.tstu.tver.ru/images/Sbornik_BGD-2017.pdf) (date of access 11.07.2017).
9. **Studennikova N. S.** Dinamika pokazatelej travmatizma v sel'skom hozjajstve, ego vidy i prichiny. *Evrazijskij sojuz uchenyh*. 2016. No. 4—2 (25). P. 125—127. URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_27440025\\_10572335.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_27440025_10572335.pdf) (dste of access 15.01.2018).
10. **Levashov S. P., Shkrabak V. S.** Professional'nyj risk: metodologija monitoringa i analiza: monografija. Pod obshhey redakzirj V. S. Shkrabaka. Kurgan: Izdatel'stvo Kurganskogo gosudarstvennogo universiteta. 2015. 308 p.
11. **Federal'naja sluzhba** po trudu i zanjatosti. Otchet o dejatel'nosti Federal'noj sluzhby po trudu i zanjatosti za 2014 god. Moskva, 2015.
12. **Martynov I. S., Guzenko E. Ju., Semin D. V.** Prichiny travmatizma i obespechenie bezopasnosti rabotnikov tehničeskogo servisa v APK. *Ohrana truda i tehnika bezopasnosti v sel'skom hozjajstve*. 2016. No. 9. P. 48—51.

УДК 621.59.004

**В. В. Буренин**, канд. техн. наук, проф., e-mail: madi.1965@mail.ru, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)

## Новые способы, устройства и установки для очистки и обезвреживания сточных вод промышленных предприятий

*Рассмотрены новые способы и конструкции устройств для очистки и обезвреживания промышленных сточных вод, отличающиеся улучшенными характеристиками и предложенные в патентах и научно-технической литературе промышленно развитых стран мира. Показаны основные тенденции развития конструкций устройств и гидравлических фильтров для очистки и обезвреживания сточных вод.*

**Ключевые слова:** производственные сточные воды, очистка, обезвреживание, гидравлические фильтры, способы, устройства, установки, развитие, защита окружающей среды, промышленное предприятие

Проблема очистки и обезвреживания производственных сточных вод перед поступлением их в наружную канализацию, в природные водоемы, на рельеф местности или в систему оборотного водоснабжения является актуальной задачей. Недостаточно очищенные и обезвреженные сточные воды, содержащие взвешенные твердые и пластичные частицы, нефть и нефтепродукты, ионы тяжелых металлов, растворенные химические вещества и другие вредные примеси, способны нанести вред здоровью человека и состоянию окружающей природной среды.

Мероприятия по очистке и обезвреживанию производственных сточных вод приобретают еще большее значение, если учесть, что промышленные предприятия не только сбрасывают в окружающую среду сточные воды, но и являются большими потребителями природных пресных вод. Замена природных пресных вод, расходуемых на технологические и энергетические нужды, очищенными производственными сточными водами позволяет ликвидировать дефицит водных ресурсов и предотвратить истощение запаса природных пресных вод.

Один из наиболее радикальных путей решения проблемы оптимального потребления природной пресной воды промышленными предприятиями — создание замкнутых систем водоснабжения, основанных на многократном использовании для производственных целей сточных вод, очищенных до норм, отвечающих требованиям к качеству технической воды. Кроме того, перед отведением

в канализационные системы, системы оборотного водоснабжения, природные водоемы или на рельеф местности производственные сточные воды должны быть очищены до предельно допустимых концентраций вредных веществ. Наиболее уязвимы подземные воды, в которых со временем накапливаются загрязнения от плохо очищенных производственных сточных вод.

Очистка и обезвреживание производственных сточных вод от вредных примесей осуществляется механическим, силовым, сорбционным, физико-химическим, химическим, электрофлотационным, биологическим, термическим и другими способами [1].

В последние годы заметно вырос интерес российских и зарубежных фирм, производящих технику для очистки и обезвреживания сточных вод, к созданию новых гидравлических фильтров, установок и устройств с высокими технико-экономическими показателями.

Увеличение срока эксплуатации фильтрующего материала до его замены обеспечивает устройство для очистки сточных вод от нефтяных и масляных загрязнений [2], включающее устанавливаемое в канализационном колодце 19 (рис. 1) открытую сверху отстойную камеру 7 со сплошной боковой поверхностью 13 и донной частью 9 и фильтрующую камеру.

Донная часть 9 отстойной камеры 7 установлена на вертикальных опорных стойках 10 и 11, размещенных в канализационном колодце 19. Фильтрующая камера установлена в отстойной

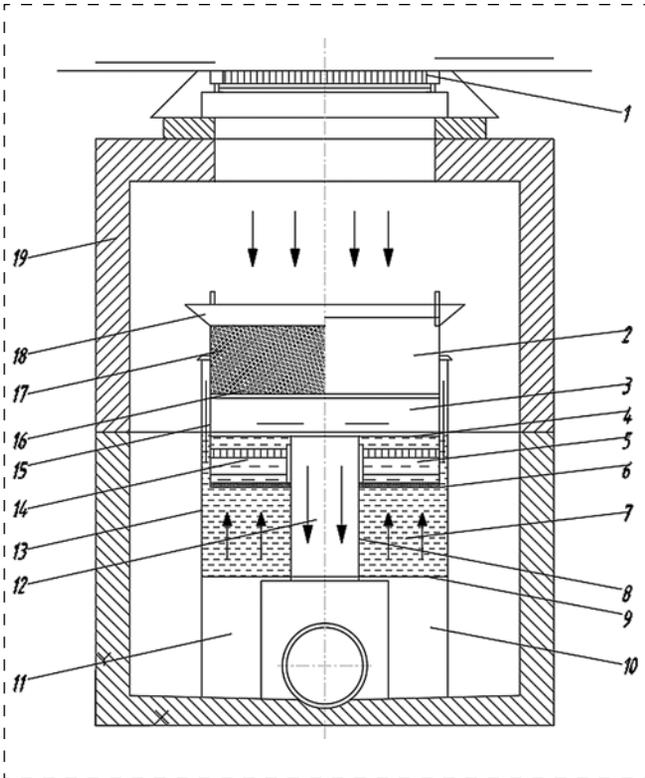


Рис. 1. Устройство для очистки сточных вод от нефтяных и масляных загрязнений, монтируемое в канализационном колодце

камере 7 так, что их донные части 6 и 9 удалены друг от друга, а между боковыми поверхностями имеется зазор. Фильтрующая камера разделена сплошной перегородкой 16 на нижний фильтрующий отсек 3, имеющий сплошную боковую поверхность 15, и верхний открытый сверху приемный отсек 2, в боковой поверхности которого имеются отверстия 17 для прохода воды. Фильтрующая камера имеет донную часть 6 с отверстиями для прохода воды, содержащую фильтрующий материал 5, размещенный в нижнем отсеке 3 и закрытый перфорированной прижимной шайбой 14.

Внутри отстойной камеры 7 и внутри нижнего отсека 3 фильтрующей камеры установлена вертикально ориентированная переливная труба 12, имеющая сплошную боковую поверхность 8. Переливная труба 12 проходит через донную часть 9 отстойной камеры 7, донную часть трубы 12 нижнего отсека 3 фильтрующей камеры, а ее верхний открытый концевой участок 4 расположен в нижнем отсеке 3 фильтрующей камеры с возможностью попадания в указанный концевой участок 4 воды, проходящей через фильтрующий материал 5.

Размеры отверстия воронкообразного верхнего участка 18 соответствуют размерам отверстия, закрытого дождеприемной решеткой 1.

Во время сильных ливневых дождей часть поступающей в колодец 19 воды проходит через устройство, а часть переливается через края верхнего участка 18 отсека 2 отстойной камеры 7 и не поступает на очистку.

Таким образом устройство для очистки сточных вод не препятствует функции водоотведения дождеприемной сети, элементом которой является колодец 19, в случае возникновения сильных ливневых (дождевых) потоков.

Фирма GKD GmbH (Германия) разработала для очистки производственных сточных вод от частиц загрязнений механические дисковые фильтры [3], отвечающие строгим экологическим требованиям. Фильтры отличаются надежностью и экономичностью в работе и используются для предварительной очистки сточных вод перед мембранными фильтрами. В качестве фильтровального элемента в них применена прочная металлическая ткань марки Tresse OT с большим ресурсом работы.

Повышенной эффективностью удаления вредных и токсичных газов из очищаемых сточных вод отличается устройство [4], содержащее горизонтально расположенный цилиндрический корпус 5 (рис. 2), патрубок 1 для подвода загрязненных сточных вод на очистку и патрубок 6 для отвода дегазированных сточных вод, расположенные в противоположных торцевых частях корпуса 5, патрубок 4 для отвода газов, расположенный в верхней части корпуса 5 со стороны размещения патрубка 1 и оснащенный отсасывающим устройством в виде вентилятора 3.

При работе вентилятора 3 атмосферный воздух засасывается через проем А в корпус 5, проходит над поверхностью воды в направлении, противоположном движению воды, и через патрубок 4 отводится из корпуса 5. Во время перемещения

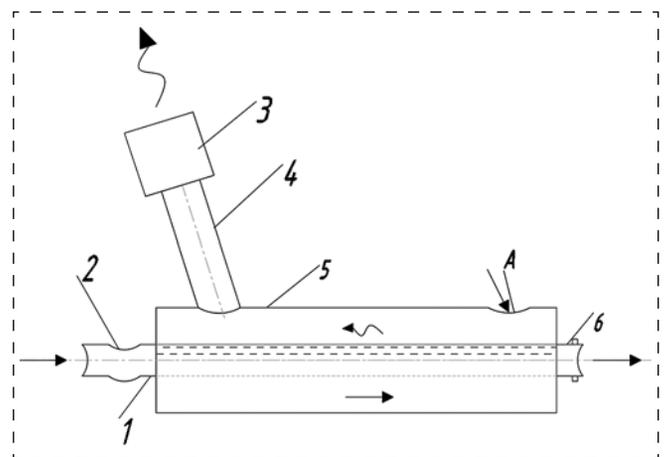


Рис. 2. Устройство для удаления вредных и токсичных газов из очищаемых сточных вод

атмосферного воздуха над поверхностью воды он поглощает газ, выделяющийся из нее. За счет такого просасывания воздуха и благодаря тому, что расход атмосферного воздуха значительно превышает количество выделяющегося газа, парциальное давление газа над поверхностью воды становится значительно ниже того, которое соответствует состоянию равновесия (т. е. такому состоянию, при котором парциальное давление над поверхностью воды полностью подавляет выделение газа из жидкости), и газ интенсивно выделяется из воды по всей площади ее поверхности и удаляется из корпуса 5.

Для обеспечения самотека очищаемых сточных вод корпус 5 расположен с уклоном, а использование гидрозатвора 2 предотвращает подсос воздуха через патрубок 1 в корпус 5.

Сорбция — один из наиболее универсальных способов очистки сточных вод от органических и других загрязнений. Традиционными сорбентами являются активированные угли [5], а также природные сорбенты: диатомит, шунгит, трепел, глауконит и др. Используются также синтетические материалы.

Малыми энергозатратами и высокой степенью очистки производственных сточных вод от бензина и других нефтепродуктов отличается сорбционный способ очистки [6], в котором в качестве сорбента используется природный экологически чистый цеолит-клиноптилом, который активирует в импульсном магнитном поле с величиной магнитной индукции 11 мТл и временем активизации 0,5 мин. Пропускание сточных вод для очистки через слой сорбента заменено введением сорбента в отстойные сооружения, расположенные на промышленном предприятии. Степень очистки производственных сточных вод достигает 99,9 % при концентрации бензина 0,05 г/дм<sup>3</sup>. Этот способ очистки является экологически чистым вследствие безвредности используемого сорбента и отсутствия негативного воздействия импульсного магнитного поля при данном режиме его обработки.

Способ получения сорбента по упрощенной технологии [7] заключается в смешивании осадочной породы — диатомита и органического компонента — влагонасыщенного отработанного активного ила и портландцемента. Смесь содержит диатомит 12...16 мас. %, портландцемент 8...12 мас. %, отработанный активный ил — остальное. Полученный сорбент эффективен для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

Высокую степень очистки проточных сточных вод от катионов меди до 99,99 % без проскока в течение двух часов обеспечивает способ сорбционной очистки [8], в котором в качестве адсорбента

используется 95 %-ный концентрат глауконита с высотой поглощающего слоя 0,01...0,015 м. Очистку сточных вод осуществляют при линейной скорости потока очищаемых сточных вод до 0,38 м/ч и рН = 7,0 ± 0,5.

Эффективную сорбционную очистку медьсодержащих сточных вод производства акриловой кислоты обеспечивает способ очистки [9], включающий смешение очищаемых сточных вод и сернисто-щелочного стока, с последующим отделением образующегося осадка, при этом отношение количества молей сульфид-ионов к количеству молей меди составляет не менее 4,30 и отношение массы очищаемого стока к массе смешиваемого сернисто-щелочного стока находится в пределах (3-1):1.

Способ очистки сточных вод от ионов металлов сорбцией [10] отличается уменьшенным расходом сорбента. В качестве сорбента используется четырехкальциевый алюмоферрит в количестве 100 мг/л. Способ очистки включает обработку сорбентом очищаемых сточных вод, перемешивание и отделение осадка. Способ прост в исполнении, снижает расход применяемого сорбента, что приводит к повышению экономичности очистки.

Устройство для круглогодичной очистки поверхностных сточных вод с территории промышленного предприятия [11] включает механический фильтр 1 (рис. 3) для предварительной очистки сточных вод от мусора и грубодисперсных примесей, чашу 2 блока очистки 4, заполняемую сточной водой, фильтрующую загрузку 3, представляющую собой смесь грунта с материалом, обладающим сорбционными и ионообменными свойствами, а именно цеолитом, который добавляют в грунт в количестве 30...50 % всей фильтрующей загрузки, на которой высажена растительность 5, резервуар 11 с насыпной пустотной деформационно-устойчивой загрузкой 9,

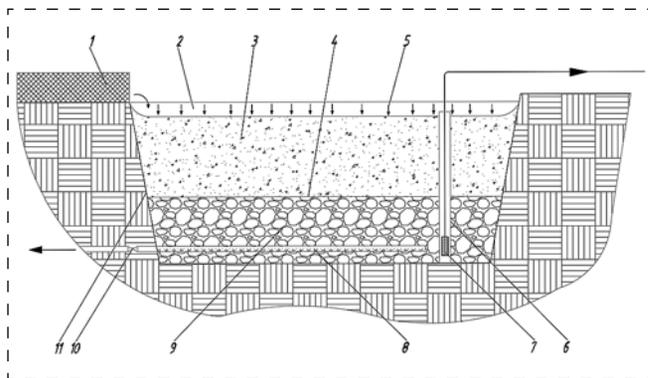


Рис. 3. Устройство для круглогодичной очистки поверхностных сточных вод с территории промышленного предприятия, содержащее фильтрующую загрузку

в качестве которой служат гравий или щебень с пустотностью до 50 %.

Очищенные сточные воды поступают в резервуар 11 с загрузкой 9, где происходит накопление очищенных сточных вод, которые могут быть удалены по дренажной перфорированной трубе 8, имеющей запорный вентиль 10. Сточные воды могут быть поданы на использование при помощи погружного насоса 7, расположенного в скважине 6.

Очищенные сточные воды можно накопить в резервуаре 11 и использовать в условиях холодного климата.

Для очистки производственных сточных вод, содержащих нефтепродукты, синтетические масла, поверхностно-активные вещества и т. д., достаточно широко используется флотация, позволяющая интенсифицировать всплывание нефтепродуктов и других веществ за счет их обволакивания пузырьками воздуха, который подается в сточную воду. В зависимости от процесса образования пузырьков воздуха различают несколько видов флотации: безнапорную, напорную, пневматическую, пенную, химическую, биологическую, вибрационную, электрическую.

Важнейшей задачей для обеспечения высокой эффективности процесса флотационной очистки является выбор системы аэрации, которая обеспечивает требуемые гидродинамические параметры: высокую эффективность аэрации с получением пузырьков воздуха малого размера. Одним из способов решения данной проблемы является внедрение специальных устройств диспергирования — диспергаторов, действие которых основано на ударе струи водовоздушной смеси о твердую поверхность и на использовании эжекционной системы аэрации [12]. Диспергирование пузырьков происходит при контакте струи водовоздушной смеси, которая выходит из эжектора и проходит через направляющий элемент, с нарифлениями диспергатора.

Повышение эффективности очистки сточных вод, содержащих гидрофобно-гидрофильные загрязнения, обеспечивает флотационная установка [13], включающая корпус 1 (рис. 4) с расположенными на его внешней стороне патрубками для подачи загрязненных сточных вод на очистку 5, рабочей жидкости 2 и воздуха 3 и для отвода очищенных сточных вод (очищенной воды) 10 пенным желобом 4 с патрубком отвода пенного продукта 6, патрубком для рецикла очищенной воды 11. Внутри корпуса 1 расположены аэрирующее устройство в виде эжектора 17, щелевого элемента 16 и диспергатора 15, полупогруженная перегородка с сеткой 14 и камера для очищенной воды 9 с регулятором 8 отвода очищенной воды и

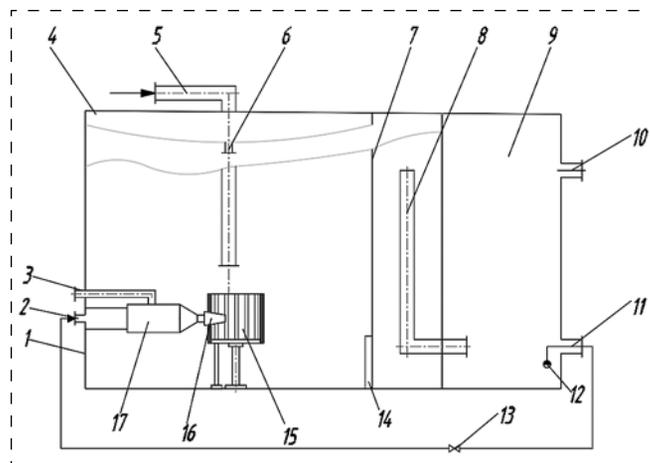


Рис. 4. Флотационная установка для очистки сточных вод от гидрофобно-гидрофильных загрязнений

погружным насосом 12, соединенным трубопроводом с вентилем 13.

Загрязненные сточные воды на очистку подаются по патрубку 5 в область диспергатора 15. Рабочая жидкость, расход которой регулируется вентилем 13, подается погружным насосом 12 и поступает через патрубок 2 внутрь эжектора 17 с большой скоростью, причем при проходе через эжектор в водной струе возникает зона пониженного давления, меньшего, чем атмосферное, что приводит к подосу воздуха через патрубок 3 и его смешению с водным потоком. Полученная смесь через щелевой элемент 16 попадает в нарифления диспергатора 15 в виде полуцилиндрических стержней, установленных на поверхности полого тела. При контакте водовоздушной смеси и в первую очередь газовой фазы с нарифлениями происходит ее диспергирование до мельчайших пузырьков. При этом происходит интенсивное перемешивание водовоздушной смеси с загрязненной водой, что приводит к существенному повышению степени аэрации воды и повышению эффективности очистки. Образовавшиеся флотокомплексы всплывают, образуя пену, которая поступает в пенный желоб 4 и отводится к патрубку 6. Далее вода проходит сквозь сетку 14 и по патрубку 8 отводится в камеру очищенной воды 9, из которой основная часть очищенной воды отводится по патрубку 10, а другая часть — через патрубок 11 для использования в качестве рабочей жидкости.

Флотационная установка обладает большой экономичностью и компактностью при достижении требуемой эффективности очистки сточных вод от гидрофобных и гидрофильных загрязнений.

Повышенной степенью очистки производственных сточных вод от эмульгированных органических веществ (жиров, белков, масел,

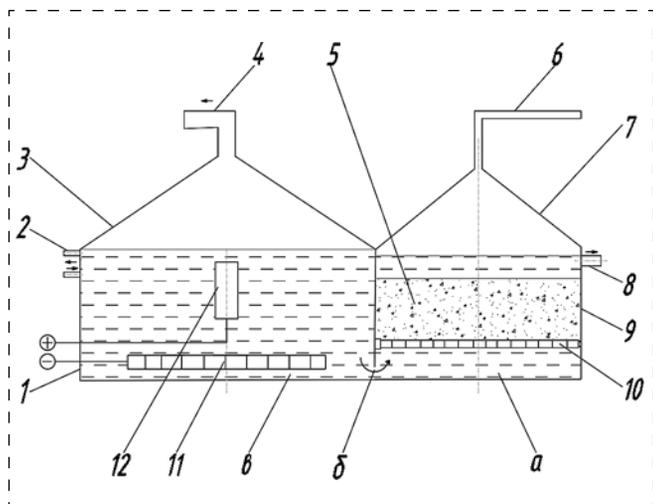


Рис. 5. Электрофлотатор для очистки производственных сточных вод от эмульгированных органических веществ (жиров, белков, масел, нефтепродуктов)

нефтепродуктов) отличается электрофлотатор [14], в который сточные воды на очистку подаются в камеру электрофлотации *v* (рис. 5). Включается источник постоянного тока (не показан) и подается напряжение на анод 12 и катод 11. При этом происходит электролиз воды с выделением пузырьков кислорода и водорода. Анод 12, имеющий форму цилиндра, расположен по вертикальной оси камеры *v*. Основную роль в процессе флотации частиц выполняют пузырьки кислорода, выделяющиеся на поверхности анода. Пузырьки водорода, поднимаясь вверх, увлекают находящиеся в сточных водах во взвешенном состоянии жиры, белки, нефтепродукты.

Таким образом, в камере электрофлотации *v* загрязнения, извлекаемые из стоков, собираются на поверхности воды в виде пены и через патрубок 2 выводятся из корпуса 1. Водород собирается в сборник 3 и отводится через трубопровод 4.

Далее недостаточно очищенная сточная вода через нижнее переливное отверстие *b* в перегородке 5 переливается в камеру доочистки *a*, в которую попадают сточные воды с остаточными загрязнениями, насыщенные кислородом. За счет кислорода происходит окисление органических соединений (жиров, белков, нефтепродуктов). Эффективность окисления усиливается за счет загрузки в камеру доочистки *a* на решетку 10 катализатора 9 и образования псевдооживленного слоя за счет направления насыщенных кислородом сточных вод под газораспределительную решетку 10 через переливное отверстие *b* из камеры электрофлотации *v*. Кислород, проходя через камеру доочистки *a*, собирается в сборнике 7 и отводится через трубопровод 6, а очищенная вода отводится через патрубок 8.

При концентрации в исходной очищаемой сточной воде белков — 100 мг/л, нефтепродуктов — 30 мг/л, жиров — 80 мг/л, эффективность очистки составляет 79 %, 84 %, 92 % соответственно.

Повышенной эффективностью очистки сточных вод (воды) от взвешенных частиц, нефтепродуктов, жиров и других загрязнений отличается способ комплексной ступенчатой очистки [15], в котором происходит последовательная обработка сточных вод путем прохождения их через песколовку 1 (рис. 6), нефтеловушку-отстойник 7, флотатор-отстойник 8, зернистый 4 и сорбционный 3 фильтры, объединенные в единый корпус 2 установки. Песколовка 1 сочетает в себе элементы тангенциальной и вертикальной песколовок. Нефтеловушка-отстойник 7 выполняется с уклоном как по направлению движения воды, так и от центра к периферии. Сфлотированная во флотационной камере 8 вода перетекает в отстойную зону 5, огражденную от зоны с осветленной водой цилиндрической перегородкой 6, что увеличивает эффект очистки за счет полноты прохождения процесса флотации и выпадения в осадок не выделившихся на предыдущих ступенях очистки загрязнений. Доочистка воды происходит в фильтровальном блоке — на зернистом 4 и сорбционном 3 фильтрах с движением воды сверху вниз и снизу вверх соответственно. В качестве загрузки сорбционного фильтра 3 используется активированный уголь, а для загрузки зернистого фильтра 4 применяется керамзит.

Компактность установки для очистки сточных вод по разработанному способу очистки позволяет значительно сократить занимаемую ею

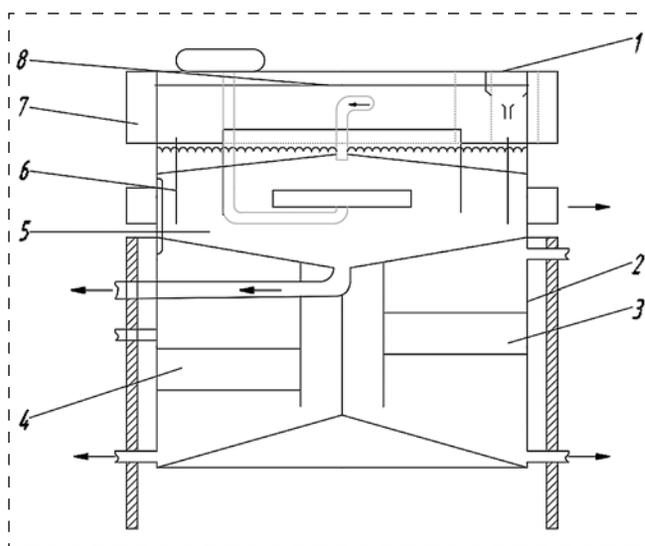


Рис. 6. Установка для комплексной ступенчатой очистки сточных вод от взвешенных частиц, нефтепродуктов, жиров и других загрязнений



производственную площадь, упростить и удешевить ее эксплуатацию.

Высокое качество воды природных водных объектов является одним из важнейших факторов экологической безопасности. Рациональное использование воды в технологических процессах промышленных предприятий и соответственно значительное снижение расходов образующихся производственных сточных вод, реализация современных технологий их очистки и обезвреживания должны быть приняты за основу дальнейшего развития техники. Решение проблемы высококачественной очистки производственных сточных вод — ключ к сохранению природных источников воды для настоящего и будущего поколений.

Несмотря на многочисленные отечественные разработки и успешную реализацию разноплановых систем и технологий очистки производственных сточных вод, организацию масштабного отечественного и зарубежного производства современного и высококачественного очистного оборудования, недостаточно очищенные обезвреженные производственные сточные воды продолжают сбрасываться в водные объекты и на рельеф местности. Эти сбросы являются небезопасными и представляют угрозу здоровью и безопасности населения.

В промышленно развитых странах продолжается эффективная работа по созданию и внедрению в производство высокопроизводительных фильтров и обезвреживающих устройств, отличающихся высокими технико-экономическими показателями, для комплексной очистки сточных вод промышленных предприятий.

#### Список литературы

1. Буренин В. В. Новые гидравлические фильтры, устройства и установки для очистки сточных вод промышленных предприятий // Безопасность жизнедеятельности. — 2016. — № 4. — С. 26—31.
2. Патент 2548323 Россия. МПК F03F 5/04. Устройство для очистки сточных вод, монтируемое в канализационном

- колодце / О. А. Продоус, А. В. Михайлов. Оpubл. 20.04.2015. Бюл. № 11.
3. Scheiben Filteral Seffiziente Alternanative zu Sandfiltern // FundS: Filtr. und Separ. — 2016. — No. 2. — P. 99.
4. Патент 2557584 Россия. МПК B01D 19/00. Устройство для удаления газов из жидкости / Д. В. Сталинский, В. Д. Маитула, С. И. Эиштейн, З. С. Музыкина, А. В. Дунаев, Г. И. Амшарина, А. Ю. Капустяк, Ю. А. Шляхова. Оpubл. 27.07.2015. Бюл. № 21.
5. Сокин В. А., Бетц С. А., Комчеева Л. Ф. Использование сорбентов на основе природного сырья для очистки фенолсодержащих вод // Экология и промышленность России. — 2016. — № 12. — С. 14—17.
6. Патент 2538269 Россия. МПК C02F 1/28. Способ очистки сточных вод от бензина / М. В. Анисимов, Л. И. Бельчинская, К. В. Строкова. Оpubл. 10.01.2015. Бюл. № 1.
7. Патент 2542259 Россия. МПК B01Y 20/10. Способ получения сорбента / А. А. Войтук, Е. В. Москвичева, А. А. Сахарова. Оpubл. 20.02.2015. Бюл. № 5.
8. Патент 2534108 Россия. МПК C02F 1/62. Способ сорбционной очистки проточных промышленных сточных и питьевых вод на глауконите от катионов меди / А. Е. Цыганкова, В. И. Вигдорович, Н. В. Щель, Д. В. Николенко, А. С. Протасов. Оpubл. 27.11.2014. Бюл. № 33.
9. Патент 2572327 Россия. МПК C02F1/62. Способ очистки медьсодержащих сточных вод производства акриловой кислоты (варианты) / А. С. Кондратьев, М. Р. Смаков, Е. Ф. Дехтярь. Оpubл. 10.01.2016. Бюл. № 16.
10. Патент 2534137 Россия. МПК C02F1/62. Способ очистки сточных вод от ионов металлов / Л. Б. Савельева. Оpubл. 14.06.2013. Бюл. № 16.
11. Патент 2540620 Россия. МПК C02F 9/14. Устройство для очистки поверхностных сточных вод / И. С. Шукин, А. Г. Мелехин. Оpubл. 10.02.2015. Бюл. № 4.
12. Ксенофонтов Б. С., Антонова Е. С. Кинетика флотационного процесса с использованием эжекционной системы аэрации с диспергатором // Экология и промышленность России. — 2016. — № 12. — С. 9—13.
13. Патент на полезную модель 149273 Россия. МПК C02F 1/24. Флотационная машина для очистки сточных вод / Б. С. Ксенофонтов, Е. С. Антонова. Оpubл. 27.12.2014. Бюл. № 36.
14. Патент 2548975 Россия. МПК C02F. 1/465. Электрофлотатор / В. В. Старших, Е. А. Максимов. Оpubл. 20.04.2015. Бюл. № 11.
15. Патент 2581870 Россия. МПК C02F 9/02. Способ очистки сточных вод / А. К. Стрелков, С. Ю. Теплых, П. А. Горшков, А. М. Саргсян, Е. Г. Носова. Оpubл. 20.04.2016. Бюл. № 11.

V. V. Burenin, Professor, e-mail: madi.1965@mail.ru, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI)

## New methods, Devices and Installations for Cleaning and Neutralizing Wastewaters of Industrial Enterprises

*New methods and constructions of devices for purification and neutralization of industrial wastewater, characterized by improved characteristics and proposed in patents and scientific and technical literature of industrially developed countries are considered. The basic tendencies of development of constructions of devices and hydraulic filters for cleaning and neutralization of sewage are shown.*

**Keywords:** industrial wastewater, cleaning, neutralization, hydraulic filters, methods, devices, installations, development, environmental protection, industrial enterprise

## References

1. **Burenin V. V.** Novye gidravlicheskiye fil'try, ustroystva i ustanovki dlya ochistki stochnykh vod promyshlennykh predpriyatiy. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2016. No. 4. P. 26—31.
2. **Patent 2548323 Rossiya.** MPK F03F 5/04. Ustroystvo dlya ochistki stochnykh vod, montiruyemoye v kanalizatsionnom kolodtse. O. A. Prodous, A. V. Mikhaylov. Opubl. 20.04.2015. Byul. No. 11.
3. **Scheiben** Filteral Seffiziente Alternanative zu Sandfiltern. *FundS: Filtr. und Separ.* 2016. No. 2. P. 99.
4. **Patent 2557584 Rossiya.** MPK V01D 19/00. Ustroystvo dlya udaleniya gazov iz zhidkosti. D. V. Stalinskiy, V. D. Maitula, S. I. Eishteyn, Z. S. Muzykina, A. V. Dunayev, G. I. Amsharina, A. Yu. Kapustyak, Yu. A. Shlyakhova. Opubl. 27.07.2015. Byul. No. 21.
5. **Somin V. A., Betts S. A., Komcheyeva L. F.** Ispol'zovaniye sorbentov na osnove prirodnoy syr'ya dlya ochistki fenol-soderzhashchikh vod. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2016. No. 12. P. 14—17.
6. **Patent 2538269 Rossiya.** MPK S02F 1/28. Sposob ochistki stochnykh vod ot benzina. M. V. Anisimov, L. I. Bel'chinskaya, K. V. Strokova. Opubl. 10.01.2015. Byul. No. 1.
7. **Patent 2542259 Rossiya.** MPK V01U 20/10. Sposob polucheniya sorbenta. A. A. Voytyuk, Ye. V. Moskvicheva, A. A. Sakharova. Opubl. 20.02.2015. Byul. No. 5.
8. **Patent 2534108 Rossiya.** MPK S02F 1/62. Sposob sorbtsionnoy ochistki protochnykh promyshlennykh stochnykh i pit'yevykh vod na glaukonite ot kationov medi. A. Ye. Tsyn-gankova, V. I. Vigdorovich, N. V. Shchel', D. V. Nikolenko, A. S. Protasov. Opubl. 27.11.2014. Byul. No. 33.
9. **Patent 2572327 Rossiya.** MPK S02F1/62. Sposob ochistki med'soderzhashchikh stochnykh vod proizvodstva akrilovoy kisloty (varianty). A. S. Kondrat'yev, M. R. Smakov, Ye. F. Dekhtyar'. Opubl. 10.01.2016. Byul. No. 16.
10. **Patent 2534137 Rossiya.** MPK S02F1/62. Sposob ochistki stochnykh vod ot ionov metallov. L. B. Savelieva. Opubl. 14.06.2013. Byul. No. 16.
11. **Patent 2540620 Rossiya.** MPK S02F 9/14. Sposob dlya ochistki poverhnostnykh stochnykh vod. I. S. Shchukin, A. G. Melekhin. Opubl. 10.02.2015. Byul. No. 4.
12. **Ksenofontov B. S., Antonova E. S.** Kinetika flotacionnogo processa s ispol'zovaniem Jezhekcionnoj sistemy ajeracii s dispergatorom. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2016. No. 12. P. 9—13.
13. **Patent poleznoj modeli 149273 Rossiya.** MPK S02F 1/24. Flotacionnaya mashina dlya ochistki stochnykh vod. B. S. Ksenofontov, E. S. Antonova. Opubl. 27.12.2014. Byul. No. 36.
14. **Patent 2548975 Rossiya.** MPK S02F. 1/465. Electroflotator. V. V. Starshikh, E. A. Maksimov. Opubl. 20.04.2015. Byul. No. 11.
15. **Patent 2581870 Rossiya.** MPK S02F 9/02. Sposob ochistki stochnykh vod. A. K. Strelkov, S. Yu. Teplykh, P. A. Gorshkov, A. M. Sargsyan, Ye. G. Nosova. Opubl. 20.04.2016. Byul. No. 11.

## Информация

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

Оформить подписку можно через подписные агентства  
или непосредственно в редакции журнала

#### Подписные индексы по каталогам:

Роспечать — 79963; Пресса России — 94032

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

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

УДК 627.157: 002.637 (282.247.41)

**Б. И. Корженевский**, канд. геол.-мин. наук, ст. науч. сотр.,  
**Н. В. Коломийцев**, канд. геол.-мин. наук, доц., ученый секретарь, зав. отделом,  
e-mail: kolomiytsev@vniigim.ru, **Т. А. Ильина**, канд. биол. наук, вед. науч. сотр.,  
**Н. О. Гетьман**, мл. науч. сотр., асп., Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова, Москва

## Мониторинг загрязнения автотранспортом малых рек Московской области тяжелыми металлами

*Рассмотрены основные принципы мониторинга загрязнения донных отложений тяжелыми металлами на малых реках Московской области. Предложено обоснование таксономии участков различных категорий (от больших к малым) и основные этапы проведения наблюдений (мониторинга). Рассмотрено влияние автотранспортных потоков на загрязнение малых рек в пределах Московской области. В результате исследований получены данные о поступлении различных тяжелых металлов в водотоки, зависимости набора тяжелых металлов от класса дорог, распределение тяжелых металлов в донных отложениях рек ниже мостов. Рассмотрены факторы, связанные с автодорогами и определяющие прочие источники поступления тяжелых металлов в малые реки.*

**Ключевые слова:** мониторинг, загрязнение тяжелыми металлами, донные отложения, чаши водохранилищ, малые реки, участки различных категорий, класс дорог, автотранспортные потоки, Московская область

### Введение

Одним из наиболее важных этапов при современном изучении различных природных процессов является мониторинг. Этот термин имеет достаточно много трактовок. Мониторинг, по мнению различных специалистов, это: наблюдения (слежение) за процессами; наблюдения (слежение) за процессами и прогноз их развития; наблюдения (слежение), прогноз и управление процессами; режимные наблюдения за процессами. В данной работе под мониторингом понимается наблюдение (слежение) за состоянием донных отложений (ДО) и загрязнением тяжелыми металлами (ТМ) малых рек Московской области [1]. Целью работы являлось изучение загрязнения малых рек вблизи автотранспортных магистралей.

Донные отложения водных объектов играют роль аккумулятора, трансформатора техногенного воздействия и являются индикатором его уровня [2, 3]. Основными методическими проблемами являются: учет различий проб ДО по механическому составу и учет качественного состава минералов глинистой фракции. Учет различий проб ДО по механическому составу является основополагающим методическим принципом, позволяющим оптимизировать число проб в соответствии с гидрологией водного объекта.

Для корреляции проб различного механического состава рекомендуется использовать определение загрязненности фракции менее 0,020 мм [3]. Фракции меньше этой величины проявляют свойства глины и именуется "физической глиной" [4]. В настоящее время промышленно выпускаются лабораторные нейлоновые сита с размером ячеек 0,020 мм, использование которых для выделения необходимой фракции упрощает методику подготовки проб ДО к анализам, что позволяет отобранные на различных участках реки пробы приводить к "общему знаменателю" [3].

### Обоснование выбора сети наблюдений

В 1970—1980-е гг. специалисты обращали внимание на то, что человек стал новым и весомым элементом геолого-морфологической эволюции Земли [5, 6], и результаты этой эволюции, в первую очередь, должны учитываться при выделении различных таксонов для мониторинга водных объектов.

Для обоснования выбора сети наблюдений выделены участки трех (I—III) категорий по природно-техногенным признакам. Также обозначены участки IV категории для специальных наблюдений.

К участкам I категории относятся чаши водохранилищ с сопредельными склонами, на которых

расположены промышленные и селитебные зоны, сельхозугодья и прочие техногенные объекты. Само водохранилище характеризуется промывным режимом ниже водопропускных сооружений вышерасположенного гидроузла, режимом транзита и локального накопления ТМ в средней части и мощной седиментационной зоной ТМ в приплотинной части. Свою лепту в загрязнение привносят города, промзоны и притоки. Последние могут способствовать очищающему эффекту, являясь фактором разбавления загрязненных отложений более чистыми наносами. Для оценки общей тенденции загрязнения ДО целесообразно повторять исследования в верхнем бьефе приплотинной зоны водохранилища один раз в 5–10 лет.

На основании мониторинга на участках I категории выделяются участки II категории — это те, на которых фоновые значения загрязнения ДО тяжелыми металлами превышены существенно (в несколько раз). К таким участкам относятся города с промзонами, расположенные на берегах Волги, например, Тверь, Ярославль, Кострома, Нижний Новгород и др., и расположенные на притоках различных порядков, например, Щелково и Ногинск на Клязьме, Подольск на Пахре, Пенза на Сурае и др. На таких участках наблюдения необходимо осуществлять один раз в 1–2 года.

К участкам III категории отнесены условно чистые малые реки, роль которых в загрязнении, как правило, незначительна. В отдельных случаях при привносе ими чистых наносов происходит очищение загрязненных зон в водном объекте, в который они впадают. Малые реки со значительными промзонами целесообразно относить к участкам II или IV категории. На участках III категории при отсутствии сильной экспансии человека повторение наблюдений один раз в 5–10 лет представляется достаточным. На участках I–III категории мониторинг отвечает на общие вопросы загрязнения ДО тяжелыми металлами.

На участках специальных наблюдений IV категории могут изучаться как специально поставленные научные задачи, так и более детальные аспекты загрязнения водных объектов. Приведенные ниже примеры относятся к участкам IV категории. На них изучалось влияние автотранспортных потоков на загрязнения малых рек в пределах Московской области.

### Общие положения

Автомобильный транспорт является общепризнанным источником загрязнения окружающей среды. Основными загрязняющими веществами в сточных водах с автомобильной дороги являются взвешенные вещества, нефтепродукты и

тяжелые металлы (Zn, Cd, Pb, Mo, Ni, Cu, Cr и V) [7].

Для крупных рек загрязнение поверхностным стоком с автомобильных дорог несущественно. Но у малых рек кратность разбавления намного меньше, и автотранспортный поток может стать для них опасным источником загрязнения. Около малых рек, где нет крупных промышленных предприятий и густонаселенных городов, автомобильный транспорт часто бывает одним из основных источников загрязнения. Качество воды в этих реках играет важную роль в жизни людей, так как воды этих рек активно используются для бытовых и сельскохозяйственных нужд, а на берегах часто расположены рекреационные зоны [3].

За последние 10 лет парк легковых автомобилей в России по состоянию на 01.01.2016 г. по данным ООО "Автостат Инфо" вырос на 60 %. Особенно увеличилось число автомобилей в Москве и Московской области. Но при этом дорожная сеть расширялась незначительно. Таким образом, увеличилась транспортная нагрузка на территорию. С 1995 г. она выросла более чем в 2 раза [8]. Из-за резкого роста парка автомобилей и слабого изменения пропускной способности дорог возникают "пробки" в мегаполисах и их пригородах. Особенно заметен этот процесс в Московской области — наиболее урбанизированном регионе России.

### Исследования влияния автотранспортных потоков

Современные исследования влияния автотранспортных потоков посвящены определению зависимостей загрязнения придорожных почв и растительности [9], способам более эффективной очистки стоков с дорог [6], но исследования по определению связи загрязнения малых рек с параметрами автотранспортных потоков практически не проводятся. Для оценки загрязнения рек используется методика, изложенная в "Рекомендациях по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов" [10]. Эта методика основана только на учете поверхностного стока с мостов в зависимости от категории дороги, без учета других факторов переноса твердых частиц, и потому не полностью учитывает изменение параметров транспортных потоков и их воздействие на уровень загрязнения малых рек.

Ниже перечислены источники загрязнения водных объектов автотранспортом [7]:

- продукты износа покрытия автомобильной дороги;
- продукты износа шин;



- продукты износа фрикционных накладок тормозных колодок и сцепления;
- продукты коррозии;
- отработанные масла;
- капли топлива, щелочи, антифриза;
- твердые частицы отработавших газов двигателя автомобиля;
- антигололедные реагенты;
- потери грузов, перевозимых транспортом;
- разлив нефтепродуктов в результате ДТП.

Количество и концентрации вредных веществ [7], поступающих от этих источников в реки, зависят от интенсивности движения автотранспорта; скоростей движения транспортных средств; их массы, габаритов и типов; класса дороги (ее конструктивных параметров); покрытия; погодных-климатических условий, осадков, времени года.

### Основные факторы

Рассмотрим основные факторы и их динамику, определяющие поступление ТМ в малые реки.

**Интенсивность движения.** Интенсивность движения автомобилей в Московской области возросла, так как парк автомобилей вырос повсеместно, а ширина дорог увеличилась в меньшей степени, в результате через те же сечения дороги стало проходить большее число автомобилей за единицу времени. При высокой интенсивности движения автомобильного транспорта концентрации загрязнителей на придорожных территориях часто превышают допустимые санитарно-гигиенические нормы. Например, химический анализ снежной массы, взятой с обочин дорог в Москве, показал, что концентрации превышают допустимые по нефтепродуктам — в 486—1125 раз, по железу — в 88 раз, по меди — в 260—290 раз, по цинку — в 180—265 раз, по кадмию — в 6—10 раз, никелю и свинцу — в 2—5 раз [7].

**Скорость движения транспортных средств.** В целом в часы пик в Москве и области из-за пробок снизилась скорость движения автомобилей, в итоге она составляет до 12...20 км/ч вместо оптимальных 60...80 км/ч. Режим движения с такими скоростями, постоянными торможениями и разгонами стал (из-за повышения расхода топлива и ухудшения процессов сгорания) источником повышенных выбросов, истирания дорожного полотна, фрикционных накладок и шин. В среднем выбросы увеличились на 30 %. Благодаря повышенному истиранию шин загрязнение придорожной территории резиновой пылью в России достигает 50 тыс. т/год [12]. Сходные тенденции отмечены и в Московской области.

**Класс дороги (конструктивные параметры) и покрытие.** Некоторые крупные шоссе в Московской области подверглись реставрации и расширению. В целом увеличилось количество дорог с твердым покрытием.

От класса дороги зависит:

- Ширина проезжей части и соответственно пропускная способность дороги [11].
- Тип дорожной одежды (асфальтобетон, цементобетон, черный щебень и т.д.) и соответственно устойчивость к износу полотна и истиранию шин. Например, грунтовые дороги изнашиваются на 5...10 см за сезон, в результате за год с 1 км такой дороги на придорожные территории поступает 350...700 м<sup>3</sup> пыли [12].
- Высота земляного полотна и соответственно возможность ветрового переноса частиц загрязнителя.
- Уклон дороги. Езда в гору увеличивает выбросы. Уклон также влияет на направление поверхностного стока.

**Погодно-климатические условия, осадки и время года.** В последнее время среднезимние температуры превышают норму (в основном в декабре). Важными факторами являются температура, влажность, давление воздуха и его циркуляция. От количества осадков зависит смыв загрязнителей на придорожные территории. В то же время выпадение осадков снижает концентрацию вредных веществ в воздухе, осажая вредные примеси. При отрицательной температуре увеличиваются выбросы углеводородов и оксида углерода, а количество твердых частиц наоборот снижается. Также при отрицательных температурах необходим дополнительный прогрев двигателя и антигололедные реагенты на дорогах. Образование на дорогах снежной каши делает автомобили источниками переноса грязи на большие расстояния [12].

За последние 5—7 лет теплые зимы в Московской области привели к тому, что число автомобилей на дорогах зимой снижается незначительно и поэтому вредное воздействие автотранспорта практически не снижается.

На основании приведенных в табл. 1 данных следует отметить, что за последние 15 лет увеличился износ шин, дорожной одежды и фрикционных накладок. Стало больше потерь топлива, масла, продуктов сгорания топлива и продуктов коррозии. Таким образом, воздействие от каждого источника загрязнения увеличилось и соответственно суммарное воздействие последствий автотранспортных потоков на малые реки также увеличилось.

**Изменение воздействия источников загрязнения на малые реки за 2001–2016 гг. по данным работ [7, 8]**

Фактор	Изменение фактора	Износ шин	Износ дорожной одежды	Износ фрикционных накладок	Капли топлива, масел, щелочи, антифриза	Продукты сгорания топлива	Антигололедные реагенты	Продукты коррозии
Интенсивность движения автотранспорта	Изменяется	+	+	+	+	+	+	+
Скорость движения транспортных средств	Изменяется	+	+	+	0	+	0	0
Масса, габариты и типы транспортных средств	Изменяется	+	+	0	+	+	0	+
Класс дороги и покрытие	Изменяется	+	+	0	0	+	0	0
Погодно-климатические условия, осадки и время года	Изменяется	0	+	0	0	+	+	0

Примечание: "+" — увеличение, "0" — отсутствие влияния

### Лабораторные исследования

По данным, полученным в ходе мониторинга, были выявлены следующие изменения загрязнения малых рек. На участках, где нет видимого воздействия промышленных предприятий и сбросов сточных вод, и в местах пересечений малых рек с автомобильными дорогами формируются зоны с различной техногенной нагрузкой, оцененной по загрязненности донных отложений [13]. Примеры загрязнения ДО металлами приведены в табл. 2.

Приведенные в таблице данные показывают, что вблизи автомагистрали формируется зона с повышенным содержанием ТМ в ДО малой реки. По классификации Г. Мюллера [3] по кадмию Cd и цинку Zn эта зона характеризуется загрязнением 1-го и гео-класса, т. е. умеренным загрязнением.

Таблица 2

**Концентрация тяжелых металлов во фракции менее 0,020 мм донных отложений малой реки Северки (правый берег) при пересечении с автомагистралью М4 (Каширское шоссе)**

Место отбора проб ДО	Концентрация, мг/кг, металлов			
	Cd	Pb	Zn	Cu
30 м выше моста	0,450	29,10	172,55	35,25
5 м выше моста	0,425	16,45	126,05	34,75
10 м ниже моста	0,599	27,92	179,60	41,06
50 м ниже моста	0,550	20,67	182,95	70,23
150 м ниже моста	0,499	19,27	170,25	48,21
300 м ниже моста	0,450	17,61	140,40	45,35
Фоновые значения ТМ [3]	0,300	20,00	95,00	45,00

Для исследований были выбраны некоторые малые реки Московской области. Пункты мониторинга представляли собой участки пересечения этих рек с автомобильными дорогами. Вблизи них отсутствовали крупные сельхозугодия и промышленные предприятия. Участки специальных наблюдений (IV категории) были выбраны в местах с низким уровнем воздействия городов для более корректной интерпретации загрязнения водных объектов транспортными потоками. Отбор проб ДО был произведен на 13 участках, располагавшихся на реках Нерской, Пахре и Северке в местах их пересечения с автомагистралями и скоростными дорогами: Р105 (Егорьевское шоссе), М2 (Симферопольское шоссе), М4 (Каширское шоссе), Домодедовское шоссе, А108 (Бетонка-2), М5 (Рязанское шоссе) и дорогами обычного типа. На этих участках были отобраны пробы ДО и проведен их анализ на содержание ТМ. По полученным данным была выявлена динамика загрязнения, представленная в табл. 3.

По данным таблицы следует отметить, что для дорог практически всех классов наблюдается увеличение концентрации хрома и снижение концентрации цинка. Для автомагистралей и скоростных дорог наблюдается, как правило, увеличение концентрации свинца. Концентрации остальных тяжелых металлов не имеют прямой зависимости от класса дороги.

Таким образом, если рассматривать загрязнение тяжелыми металлами от автомобильного транспорта, то оно увеличилось не по всем тяжелым металлам. На основании данных, приведенных в табл. 3, можно отметить, что на автомагистралях и скоростных дорогах воздействие на



Таблица 3

## Изменение концентрации тяжелых металлов в донных отложениях изученных рек — притоков реки Москвы

Река	Класс автомобильной дороги [11]	Категория автомобильной дороги [11]	Pb	Cd	Cr	Zn	Cu	Ni
Пахра	Автомагистраль	IA	+	+	+	—	+	+
Пахра	Дорога обычного типа	III	—	—	+	—	—	—
Пахра	Автомагистраль	IA	+	—	+	—	—	—
Пахра	Автомагистраль	IA	+	+	+	—	+	+
Пахра	Дорога обычного типа	III	—	—	+	—	+	—
Северка	Автомагистраль	IA	+	+	—	—	—	—
Северка	Скоростная дорога	IB	+	+	+	+	+	+
Северка	Скоростная дорога	IB	—	+	+	—	—	—
Северка	Дорога обычного типа	III	—	+	+	—	+	—
Нерская	Скоростная дорога	IB	—	+	+	+	+	+
Нерская	Дорога обычного типа	III	—	+	+	—	+	+
Нерская	Дорога обычного типа	III	+	—	—	+	—	+
Нерская	Дорога обычного типа	III	—	+	+	—	—	—

Примечание: "+" — увеличение; "—" — снижение концентрации

малые реки увеличилось от всех источников. Кроме того, следует отметить, что на дорогах обычного типа увеличился износ асфальтобетонной дорожной одежды, повысилась попадание в реки продуктов коррозии автомобилей.

### Заключение

В заключении отметим следующее:

— выбранные объекты в сочетании с методическим подходом (нормирование образцов ДО на фракцию менее 0,020 мм) позволили определить влияние автотранспортных потоков на малые реки и отследить распространение загрязнения ТМ вблизи автомагистралей, скоростных дорог и дорог обычного типа;

— автомагистрали являются источниками загрязнения для малых рек, скоростные дороги с меньшей нагрузкой от автотранспортных потоков также являются источниками загрязнения ДО тяжелыми металлами, но в меньшей степени;

— увеличение загрязнения тяжелыми металлами ДО малых рек от автотранспортных потоков произошло не по всем ТМ; основными являются кадмий, свинец и медь; концентрации тяжелых металлов в ДО не имеют прямой зависимости от класса дороги;

— шлейф загрязнения в зависимости от класса дороги и интенсивности автотранспортного потока может распространяться в малых реках до 200...500 м ниже по течению от моста; на большем удалении концентрации тяжелых металлов в ДО находятся на уровне фоновых значений для территории или незначительно их превышают.

### Список литературы

1. **Основные принципы** мониторинга загрязнения большой реки (на примере бассейна реки Волги) / Б. И. Корженевский, Г. Ю. Толкачев, Т. А. Ильина, Н. В. Коломийцев // *СтройМного* (электронный научный журнал). — 2017. — № 2 (7). — С. 1—7.
2. **Исследования** загрязненности донных отложений как основа мониторинга состояния водотоков / Н. В. Коломийцев, В. Е. Райнин, Т. А. Ильина, Л. Б. Зимина-Шалдыбина, Г. Мюллер // *Мелиорация и водное хозяйство*. — 2001. — № 3. — С. 11—15.
3. **Техногенное загрязнение** речных экосистем / В. Н. Новосельцев и др. — М.: Научный мир, 2002. — 140 с.
4. **Воронин А. Д.** Основы физики почв. — М.: Изд-во МГУ. — 1986. — 244 с.
5. **Тер-Степанян Г. И.** Начало пятеричного периода или техногена. Инженерно-геологический обзор. Сообщение № 5 лаборатории геомеханики АН АрмССР. — Ереван, 1985. — 100 с.
6. **Грунтоведение.** / Е. М. Сергеев, Г. А. Голодковская, Р. С. Зиянгиров, В. И. Осипов, В. Т. Трофимов. — М.: Изд-во МГУ, 1983. — 392 с.
7. **Луканин В. Н., Трофименко Ю. В.** Промышленно-транспортная экология. — М.: Высшая Школа, 2001. — 273 с.
8. **Динамика** основных показателей работы транспорта по данным ООО "Автоstat Инфо". URL: <https://www.autostat.ru/infographics/20172/> (дата обращения 15.05.2017).
9. **Горюнова Е. А.** Метод контроля загрязнения придорожных сельскохозяйственных земель отработавшими газами двигателей внутреннего сгорания. Дисс. ... канд. техн. наук. — Орел, 2006. — 150 с.
10. **Рекомендации** по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов / Министерство транспорта. Федеральный дорожный департамент. — М., 1995. — 74 с.
11. **ГОСТ Р 52398—2005.** Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования. — М.: Стандартинформ, 2006. — 6 с.
12. **Фролов Ю. Н.** Защита окружающей среды в автотранспортном комплексе: Учебное пособие. — М., 1997. — 71 с.
13. **Коломийцев Н. В., Корженевский Б. И., Ильина Т. А.** Загрязнение тяжелыми металлами и мышьяком донных отложений Ивановского водохранилища // *Вода: химия и экология*. — 2017. — № 2. — С. 20—28.

**B. I. Korzhenevskii**, Senior Researcher, **N. V. Kolomiytsev**, Associate Professor, Scientific Secretary, Head of Department, e-mail: kolomiytsev@vniigim.ru,  
**T. A. Ilina**, Leading Researcher, **N. O. Getman**, Junior Researcher, Postgraduate, All-Russian Research Institute for Hydraulic Engineering and Land Reclamation, Moscow

## Monitoring of the Transport Contamination by Heavy Metals of Small Rivers in the Moscow Region

*The main principles of the monitoring of sediments pollution by heavy metals on small rivers of the Moscow Region are considered. The purpose of the study was to investigate the pollution of rivers near highways. The substantiation of taxonomy of sections of various categories (from large to small) and the main stages of monitoring are proposed. The four categories of sites allow studying have been selected. The contamination of sediments by heavy metals at the sub-regional level are studying in the bowls of reservoirs (areas of the category I); within limits of the category I the territories of cities and industrial zones with individual modes of the contamination by heavy metals (areas of the category II) are allocated. Small rivers are separate monitoring taxa (areas of the category III); areas of the category IV are highlighted for the special observations. Within the areas of the category IV, the influence of road traffic on the contamination of the small rivers in the Moscow Region is considered. As a result of the research, data were obtained on the arrival of various heavy metals in watercourses, the dependence of a set of heavy metals on the class of roads and highways, the distribution of heavy metals in the river sediments below the bridges. The factors connected with the roads and determining other sources of heavy metals entering small rivers are considered.*

**Keywords:** monitoring, heavy metals, sediments, contamination, road traffic, class of roads, bowls of reservoirs, small rivers, areas of various categories, the Moscow Region

### References

1. **Osnovnye** principy monitoringa zagryaznenija bol'shoj reki (na primere bassejna reki Volgi) / B. I. Korzhenevskij, G. Ju. Tolkachev, T. A. Il'ina, N. V. Kolomijcev. *StrojMnogo (jelektronnyj nauchnyj zhurnal)*. 2017. — No. 2 (7). P. 1—7.
2. **Issledovanija** zagryaznennosti donnyh otlozhenij kak osnova monitoringa sostojanija vodotokov / N. V. Kolomijcev, V. E. Rajnin, T. A. Il'ina, L. B. Zimina-Shal'dybina, G. Mjuller. *Melioracija i vodnoe hozjajstvo*. 2001. No. 3. P. 11—15.
3. **Tehnogennoe zagryaznenie** rechnyh jekosistem / V. N. Novosel'cev i dr. Moscow: Nauchnyj mir, 2002. 140 p.
4. **Voronin A. D.** Osnovy fiziki pochv. Moscow: Izd-vo MGU, 1986. 244 p.
5. **Ter-Stepanjan G. I.** Nachalo pjaterichnogo perioda ili tehnogena. Inzhenerno-geologicheskij obzor. Soobshhenie No. 5 laboratorii geomehaniki AN ArmSSR. Erevan, 1985. 100 p.
6. *Gruntovedenie*. / E. M. Sergeev, G. A. Golodkovskaja, R. S. Ziangirov, V. I. Osipov, V. T. Trofimov. Moscow: Izd-vo MGU, 1983. 392 p.
7. **Lukanin V. N., Trofimenko Ju. V.** Promyshlennno-transportnaja jekologija. Moscow: Vysshaja Shkola, 2001. 273 p.
8. **Dinamika** osnovnyh pokazatelej raboty transporta po danym OOO "Avtostat Info". URL: <https://www.autostat.ru/infographics/20172/> (date of access 15.05.2017).
9. **Gorjunova E. A.** Metod kontrolja zagryaznenija pridorozhnyh sel'skohozjajstvennyh zemel' otrabotavshimi gazami dvigatelej vnutrennego sgoranija. Diss.... kand. tehn. nauk. Orel, 2006. 150 p.
10. **Rekomendacii** po uchetu trebovanij po ohrane okruzhajushhej sredy pri proektirovanii avtomobil'nyh dorog i mostovyh perehodov / Ministerstvo transporta. Federal'nyj dorozhnyj departament. Moscow, 1995. 74 p.
11. **GOST R 52398—2005.** Klassifikacija avtomobil'nyh dorog. Osnovnye parametry i trebovanija. Moscow: Standartinform, 2006. 6 p.
12. **Frolov Ju. N.** Zashhita okruzhajushhej sredy v avtotransportnom komplekse: Uchebnoe posobie. Moscow, 1997. 71 p.
13. **Kolomijcev N. V., Korzhenevskij B. I., Il'ina T. A.** Zagryaznenie tjazhelymi metallami i mysh'jakom donnyh otlozhenij Ivan'kovskogo vodohranilishha. *Voda: himija i jekologija*. 2017. No. 2. P. 20—28.

УДК 614.8

**Н. Н. Красногорская**<sup>1</sup>, д-р техн. наук., проф., зав. кафедрой,  
**Г. И. Грозовский**<sup>2</sup>, д-р техн. наук., проф., зам. генерального директора,  
**В. В. Ахмеров**<sup>1</sup>, канд. техн. наук., ст. преп.,  
<sup>1</sup> Уфимский государственный авиационный технический университет  
<sup>2</sup> НТЦ "Промышленная безопасность", Москва

## Анализ факторов и методик для количественной оценки риска аварии на нефтегазоперерабатывающих производствах

*Приведены данные анализа факторов, влияющих на техногенный риск, и существующих методик количественной оценки риска аварии на нефтегазоперерабатывающих производствах. Дан обзор ряда методических руководств для оценки риска аварии и научных работ, посвященных разработке методов вероятностной оценки проявления исходных событий, приводящих к разгерметизации оборудования. Показаны подходы к оценке частоты разгерметизации технологического оборудования — частоты возникновения аварии и обозначены пути совершенствования методики оценки риска аварий на нефтегазоперерабатывающих производствах.*

**Ключевые слова:** опасный производственный объект, техногенный риск, распределение, частота, отказ, оборудование, технологические параметры, исходное событие аварии, жизненный цикл, неопределенность риска

В соответствии с прогнозом социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года [1] перспективным направлением научных исследований является создание систем мониторинга, оценки и прогнозирования техногенных аварий. Необходимость развития научных знаний в данном направлении не вызывает сомнений, так как известно большое число аварий и катастроф, повлекших за собой значительный материальный ущерб и человеческие жертвы, которые можно было бы предвидеть, предотвратить или уменьшить.

Социально-экономическое развитие общества все больше приводит к пониманию того, что эксплуатация и совершенствование существующих, а также развитие новых производств должны осуществляться в рамках устойчивого развития, в условиях обеспечения качества жизни и безопасности людей, что невозможно без развития систем мониторинга и прогнозирования аварий.

Точный прогноз техногенной аварии позволяет своевременно определить необходимые решения для снижения опасности, обеспечить эффективное управление технологическими процессами и безопасностью. Объективность оценки уровня безопасности и возможности проявления опасности на производственном объекте во многом

зависит от глубины понимания происходящих в технологическом оборудовании процессов, поведения людей, точности исходных количественных данных о факторах, а также от адекватности моделей, описывающих причинно-следственные связи проявления исходных событий, приводящих к возникновению отказа и последующей аварии.

Для оценки уровня безопасности производственных объектов и прогнозирования аварий в России и за рубежом все больше применяется вероятностно-ориентированный подход, где основным критерием безопасности объекта рассматривается риск, который в отношении промышленных объектов именуют как техногенный риск или риск аварии.

В настоящее время сформировался значительный объем знаний в теории техногенных рисков. Известен целый ряд работ, посвященных исследованию и разработке методов и методологий анализа, оценки и управления техногенными рисками. Среди наиболее известных отечественных и зарубежных ученых, работы которых посвящены теоретическим и практическим исследованиям в области анализа опасностей и оценки риска промышленных аварий, можно выделить: Н. А. Махутова, И. Р. Кузеева, Х. Кумамото

(Hiromitsu Kumamoto), Э. Дж. Хенли (Ernest J. Henley), Е. Ю. Колесникова.

Следует отметить, что результаты исследований применяются в настоящее время для практических целей, реализованы и постоянно внедряются в виде методов в Российские стандарты и методики для оценки риска аварии.

Для оценки риска аварии на опасных производственных объектах в России в настоящее время используется достаточно большое число методик, применяемых на взрывопожароопасных объектах, объектах нефтегазоперерабатывающей и нефтегазохимической промышленности, технологических трубопроводах, транспортирующих взрывопожароопасные вещества. Разработаны и применяются также ведомственные методики, на основании которых проводится оценка риска аварии на объектах производства, хранения и транспортировки сжиженных и сжатых газов, объектах газодобывающих и газотранспортных предприятий.

Анализ и оценка риска аварии на опасных производственных объектах нефтегазоперерабатывающей, нефте- и газохимической промышленности проводится в соответствии с методикой [2], которая содержит положения как для качественной, так и для количественной оценки риска.

Как известно, для количественной оценки риска требуются статистические данные о вероятности возникновения головного события — события аварии. В качестве головного события аварии в методике [2] рассматривается вероятность или частота разгерметизации технологического оборудования. Для оценки частоты разгерметизации оборудования в методике [2] предлагается два подхода. Первый подход основан на применении готовых данных о частоте разгерметизации оборудования. Для оценки частоты разгерметизации оборудования рекомендовано использовать положения методических основ [3], где содержатся сведения о частоте разгерметизации типового технологического оборудования опасных производственных объектов: трубопроводов, насосов, сосудов, резервуаров, цистерн, теплообменников.

Риск аварии на опасном производственном объекте, как известно, является показателем, зависящим от целого ряда факторов. Частота разгерметизации технологического оборудования также зависит от целого ряда факторов, в том числе от вероятности проявления исходных событий аварии. Следует отметить, что данные о частоте разгерметизации оборудования, приведенные в методических основах [3], являются усредненными, а сведения о коэффициентах вариации или неопределенности этих данных отсутствуют.

При оценке частоты разгерметизации оборудования в методических основах [3] учитывается ряд факторов, на основании которых справочные данные о частоте разгерметизации корректируются. Здесь показано, что частота разгерметизации трубопроводов увеличивается при наличии вибрации, агрессивной среды, эрозии и тепловых нагрузок, а частота разгерметизации сосудов меняется в зависимости от внешних воздействий и иных обстоятельств, а также что частота отказов резервуаров меняется в зависимости от их конструкции и месторасположения (надземные, подземные), а частоты разгерметизации цистерн отличаются в зависимости от характера их повреждения.

Первый подход для оценки частоты разгерметизации оборудования, предлагаемый в методике [2], отчасти позволяет учитывать влияние определенных факторов, влияющих на вероятность возникновения аварии. Зная, например, сколько раз происходила разгерметизация оборудования за годы работы на подобных объектах, можно рассчитать частоту разгерметизации эксплуатируемого оборудования, а учитывая влияние определенных факторов, можно внести корректировки в данные о частотах. Однако применение такого подхода вызывает вопрос — является ли такой подход корректным, поскольку, учитывая условия эксплуатации нефтегазоперерабатывающего объекта, многообразие технологического оборудования, их отдельную классификацию, разнообразность технологических процессов, определенные режимы работы и параметры (температура, давление, плотность, вязкость, агрессивность), наличие системы противоаварийной защиты, уровень автоматизации процессов, данные о частотах разгерметизации оборудования значительно варьируются. Учитывая значительную вариацию данных о частотах разгерметизации оборудования, возникает вопрос о неопределенности результатов оценки риска аварии на нефтегазоперерабатывающих производствах.

Как отмечается в работе [4], оценка риска, выполняемая на основе анализа среднеотраслевых частот отказов, является непригодной для химико-технологических объектов в связи с тем, что такие частоты не отражают специфику и реальное техническое состояние объекта. Учитывая, что технологические параметры, процессы и аппаратурное оформление оборудования на нефтегазоперерабатывающих производствах и химико-технологических объектах являются достаточно схожими, можно отметить, что усредненные значения частот отказов не применимы и в отношении нефтегазоперерабатывающих производств.



Источниками неопределенности результатов оценки техногенного риска являются: неполнота информации по надежности оборудования и человеческим ошибкам; ограниченность знаний о протекающих в системе "человек-машина-окружающая среда" процессах; неточность имеющихся статистических данных; принимаемые допущения используемых моделей [5–7]. Например, в работе [5] отмечено, что практические рекомендации о способах количественной оценки техногенного риска в российских руководствах отсутствуют.

Второй подход для оценки частоты разгерметизации оборудования, рекомендуемый в методике [2], основан на анализе факторов — исходных событий аварии, от вероятности реализации которых зависит вероятность возникновения аварии. При отсутствии обоснованных значений оценку частоты разгерметизации оборудования рекомендуется выполнять в соответствии с ГОСТ [8–12]. По сравнению с первым, второй подход дает возможность оценить вероятность возникновения не только самой аварии (по усредненным статистическим данным), но и вероятность и критичность проявления исходных событий аварии, являющихся в данном случае причиной разгерметизации оборудования.

Применение положений, приведенных в ГОСТ [8–12] для оценки вероятности разгерметизации оборудования, можно представить в виде последовательности действий.

1. Анализ условий и факторов, которые приводят или могут привести к возникновению разгерметизации оборудования, с помощью "дерева отказов" ("дерева неисправностей").

2. Выбор и определение формализованной модели, позволяющей математически описать факторы — потенциальные исходные события, приводящие к отказу и оценить возможность возникновения отказа технического устройства.

3. Классификация и структуризация возможных отказов по их видам и критичности, выявление отказов, которые могут привести к аварии — разгерметизации оборудования.

4. Обеспечение предупреждения отказов проведением надежно-ориентированного технического обслуживания оборудования с учетом критичности отказа.

5. Контроль требуемого уровня вероятности безотказной работы технического устройства на стадии испытаний и эксплуатации.

Следует отметить, что второй подход для оценки частоты разгерметизации оборудования является более трудоемким и затратным, так как требует дополнительных знаний о моделях распределения отказов, о влиянии условий эксплуатации на отказы, постоянного сбора и анализа количественных статистических данных о проявлениях исходных событий аварии. В то же время, такой подход является рациональным, так как позволяет учитывать факторы, представляющие собой как случайное событие, так и факторы, являющиеся функцией времени, и снизить неопределенность результатов оценки риска.

Подход, основанный на оценке надежности технических устройств, предлагаемый в работе [4], применительно к объектам химического профиля, дает возможность учесть специфику технических устройств, их фактического состояния и особенностей эксплуатации.

Методология анализа и оценки риска аварии, основанная на оценке надежности оборудования и возможных отказов, рассмотрена в работе [13], где в целях анализа и оценки исходных событий аварии приводится классификация отказов элементов технических систем, которые могут быть причиной техногенной аварии. В качестве возможных причин аварии выделяется целый ряд источников исходных событий, перечисленных в табл. 1.

Как видно из табл. 1, авария обусловлена целым рядом причин — проявлением исходных событий, которые являются взаимосвязанными и взаимозависимыми. Например, и вторичные отказы, и ошибочные команды могут быть вызваны одним исходным событием, например, воздействием окружающей среды или воздействием соседних элементов.

Таблица 1

Классификация отказов, способных привести к возникновению техногенной аварии и причины их возникновения [13]

№ п/п	Вид отказа	Причина отказа
1	Первичный	Естественное старение, когда оборудование находится в заданных режимах работы
2	Вторичный	Внешнее воздействие, например, избыточное напряжение на электропривод оборудования, которое, в свою очередь, может быть вызвано воздействием соседних элементов, окружающей среды, ошибочных или несвоевременных действий персонала
3	Ошибочные команды	Самопроизвольные сигналы и помехи, вызванные воздействием соседних элементов, окружающей среды, ошибочных или несвоевременных действий персонала

Классификация причин исходных событий аварии — видов отказов [14]

№ п/п	Вид отказа	Причина отказа
1	Конструктивный	Нарушение норм конструирования (проектирования) или их несовершенство
2	Производственный	Несовершенство или нарушение установленного процесса изготовления или ремонта, выполняемого на ремонтном предприятии
3	Технологический	Несовершенство технологического процесса
4	Эксплуатационный	Нарушение правил и условий эксплуатации
5	Деградационный	Старение, изнашивание, коррозия и усталость материала в период заданного ресурса (заданной выработки)

Для анализа исходных событий аварии может быть применена и иная классификация причин — по видам отказов (табл. 2), приведенная в ГОСТ Р 54124—2010 [14].

Следует отметить, что второй подход для оценки частоты разгерметизации оборудования, рекомендуемый в методике [2], позволяет учитывать ряд отказов, приведенных в табл. 2. Вероятность возникновения того или иного вида отказа описывается на основе модели, которая учитывает ряд факторов. В ГОСТ Р 27.004—2009 [9] приведены модели распределения наработки до отказа, вызванного старением, изнашиванием и усталостью материалов, т. е., учитываются модели для деградационных отказов. Для оценки вероятности разгерметизации оборудования в том же стандарте [9] предлагается использовать физико-технологическую модель отказов, учитывающую влияние технологических параметров на вероятность отказа, т. е. предлагается учитывать технологические отказы.

В методике [2] указывается, что при анализе причин возникновения аварийных ситуаций рекомендуется рассматривать отказы оборудования, ошибки персонала, воздействия природного и техногенного характера. Однако методические подходы, модели, зависимости и статистические данные для оценки влияния каждого фактора на величину риска аварии в этой методике не приведены. В методических основах [3] при оценке вероятности возникновения аварии учитывается ряд факторов, которые влияют на частоту разгерметизации оборудования.

В ГОСТ Р 27.302—2009 [8], на который есть ссылка в методике [2], для определения частоты отказа описана процедура применения метода "дерева неисправностей", именуемого также "деревом отказов". В той же методике указано, что показатели риска аварии являются функцией конкретных исходных данных, которые, в свою очередь, являются функцией времени, т. е. для оценки риска аварии предлагается учитывать

время. Применение положений стандарта [8] позволяет оценить вероятность отказа с учетом времени работы оборудования. В нем указывается, что анализ причин отказа можно провести в отношении не только статических, но и динамических событий, т. е. событий, которые могут возникнуть в определенный момент эксплуатации. Для этого в "дереве отказов" предусматривается возможность моделирования и использования марковских методов (моделей).

Если учитывать фактор времени, то возникает вопрос — как будет меняться риск аварии на объекте в зависимости от времени эксплуатации технологического оборудования. В связи с этим методика [2] рекомендует использовать положения ГОСТ Р 27.004—2009 [9], где приведены модели, позволяющие математически описывать функцию распределения отказа оборудования от времени. Для оценки наработки оборудования до отказа предлагается использовать виды распределения (модели отказов): экспоненциальное, Вейбулла, гамма, логарифмически-нормальное, нормальное, также иные обоснованные модели.

Следует отметить, что в данном стандарте [9], хотя и предлагаются виды распределений на отказ, однако отсутствуют сведения и рекомендации по обоснованию выбора конкретной модели отказа для конкретного технологического оборудования, применяемого в нефтегазоперерабатывающем производстве.

Для оценки параметров надежности оборудования достаточно часто применяется экспоненциальное распределение. Такое распределение является удобным для практического применения, так как оценка параметров надежности оборудования выполняется с учетом допущения о постоянстве интенсивности отказов.

Как отмечается в работе [13], предположение о постоянной частоте отказов оправдано, если элемент новый (после приработки); элемент является электронным устройством на твердотельных элементах; элемент состоит из многих входящих



в него элементов, имеющих различные частоты отказов или сроки эксплуатации; данные о частоте отказов во времени ограничены.

Действительно, применение экспоненциального распределения, когда отсутствуют реальные сведения о плотности распределения отказов, является оправданным и рациональным. Некоторые авторы придерживаются другого мнения и считают, что целесообразно использовать не экспоненциальное распределение, а нормальное. В работе [5] отмечено, что продолжительность эксплуатации резервуара для хранения сжиженного газа прямо влияет на частоту его разгерметизации.

Как отмечается в работе [15], метод расчета надежности сложных технических систем, основанный на экспоненциальном законе распределения наработки, не позволяет адекватно оценить параметры надежности. Результаты исследований показывают, что интенсивность отказов таких систем при работе в отведенный срок службы изменяется. При этом выделяется три этапа жизненного цикла изделия (табл. 3).

Учитывая, что срок эксплуатации технологического оборудования в нефтегазоперерабатывающих производствах в соответствии с паспортом (от завода-изготовителя) составляет, как правило, 20 лет, следует отметить, что интенсивность отказов в последние 5 лет отведенного срока резко возрастает. Например, в работе [16] отмечается, что основной причиной аварии на газопроводах является коррозия или стресс-коррозия, а также что с увеличением срока службы газопроводов, число аварий, возникших по причине стресс-коррозии, возрастает, т. е. частота отказов оборудования со временем работы увеличивается.

Зависимости интенсивности отказов и вероятности безотказной работы технологического оборудования колонного и емкостного типа от скорости износа и времени работы приведены в работе [4], где показано, что в процессе эксплуатации оборудования риск аварии увеличивается

на 13 % за 27 лет, 1000 % за 32 года, почти 8000 % за 37 лет.

В ГОСТ Р 27.004—2009 [9] отмечается, что рассматриваемые модели — виды распределения наработок до отказа применимы только в отношении самих технических устройств и не учитывают влияние технологического фактора. Для получения адекватных моделей, учитывающих взаимосвязь технических устройств и технологического процесса, предлагается использовать физико-технологическую модель и установить зависимость видов распределений и значений их параметров от параметров, характеризующих состояние технологического процесса, но не приводятся методические указания по определению влияния параметров технологического процесса на вероятность отказа оборудования. В стандарте [9] отсутствуют вероятностные модели, описывающие влияние условий эксплуатации и технологического процесса на величину риска аварии или вероятность проявления того или иного исходного события аварии, а также количественные характеристики влияния условий эксплуатации на вероятность отказа оборудования.

Ряд работ [16—18] посвящены анализу влияния исходных событий на вероятность отказа оборудования. Например, в работе [16] предложен метод вероятного прогнозирования ресурса газопровода при стресс-коррозионных повреждениях, использующий нормальный закон распределения до отказа. Предложенный метод позволяет выполнить расчет и прогнозирование ресурсных показателей надежности однотипных участков газопровода при стресс-коррозии: вероятность безотказной работы, интенсивность отказов.

Влияние коррозии на риск аварии трубопроводов рассмотрено в работе [17], где отмечается, что отказы в начальные сроки эксплуатации (в пределах 10 % времени срока службы) являются статистически достаточно равномерными. С течением времени стационарность потока

Этапы жизненного цикла изделия сложных технических систем [15]

Таблица 3

№ п/п	Этапы	Характеристика
1	Первый	1—5 лет эксплуатации, отказы вызваны конструктивными недоработками и совершенствованием технологии изготовления изделий
2	Второй	6—15 лет эксплуатации, интенсивность отказа изменяется незначительно и ее можно принимать как величину постоянную
3	Третий	15—20 лет эксплуатации, интенсивность отказа начинает резко увеличиваться, что связано с износом и старением

отказов нарушается из-за достаточно резкого увеличения числа отказов (аварий), вызываемых коррозией и износом оборудования трубопровода, а последствия таких аварий становятся более тяжелыми.

В работе [18] показано, как интенсивность отказов, вызванных износом, связана с техническим состоянием оборудования через скорость повреждающих процессов, предложены уравнения, позволяющие определить скорость износа оборудования. При этом отмечается, что скорость износа для отдельных видов аппаратов и элементов, различна.

Работы [6, 19] посвящены вероятностной оценке влияния изменения напряжений материалов резервуара, сосудов, вызванных изменением давления в оборудовании на вероятность его разгерметизации (разрушения). Например, в работе [19] предлагается ввести понятие предельной вероятности разрушения, а также способ нахождения корреляции между вероятностью разрушения и коэффициентом запаса.

В работе [6] показано, что вероятность разрушения оборудования, например, сосуда, работающего под давлением, зависит от циклов и величины нагрузок на это оборудование. В работе [6] исследована вероятность достижения предельных состояний на основе стохастического подхода. Обосновано, что вероятность разрушения оборудования является функцией не только математических ожиданий, но и среднеквадратических отклонений несущей способности материала и нагрузки, т. е. зависит от разброса указанных величин. Показано, что с увеличением числа нагрузок на оборудование вероятность его разрушения непрерывно растет, а при достижении определенного числа нагрузок запас прочности снижается до предельного значения нагрузки на оборудование.

Следует отметить, что результаты работ [6, 16–19] целесообразно использовать в качестве методических основ для оценки деградационных и технологических отказов и совершенствования методики оценки техногенного риска на нефтеперерабатывающих производствах.

Проведенный анализ показывает, что для количественной оценки риска аварии на нефтегазоперерабатывающих производствах согласно методике [2] применяется два подхода. Первый подход основан на использовании усредненных статистических данных о частотах разгерметизации типового технологического оборудования. При оценке риска аварии данные о частотах

корректируются в зависимости от учета ограниченного числа факторов. Применение усредненных данных о частотах разгерметизации оборудования для нефтегазоперерабатывающих объектов несет в себе значительную неопределенность результатов оценки риска аварии. При этом практические рекомендации о способах количественной оценки неопределенности техногенного риска в российских методических руководствах не содержатся.

Второй подход для оценки частоты разгерметизации оборудования основан на оценке вероятности и критичности исходных событий аварии. Такой подход, с одной стороны, является трудоемким и затратным, с другой — рациональным, так как позволяет учитывать специфику технических устройств, их состояние, условия эксплуатации и снизить неопределенность результатов.

Для оценки вероятности проявления исходных событий аварии на нефтегазоперерабатывающих производствах, существующая нормативно-техническая база: методики, ГОСТ содержат преимущественно рекомендательные положения. В нормативно-технической документации отсутствуют математически обоснованные модели отказов, учитывающие влияние технологических параметров и методики оценки технологических отказов, не приведены практические методические указания для оценки вероятности деградационных и эксплуатационных отказов, отсутствуют также зависимости и статистические данные для количественной оценки влияния исходных событий на риск аварии.

В целом, для совершенствования методики оценки техногенного риска на нефтегазоперерабатывающих производствах необходимы разработки моделей, методов, методик и создание (дополнение) справочных баз данных, позволяющих оценить вероятность проявления отказов: конструктивных, производственных, деградационных, технологических, эксплуатационных и иных исходных событий аварии: внешних воздействий и ошибок персонала.

В научной литературе имеется ряд работ, посвященных анализу влияния исходных событий на вероятность отказа оборудования. Предложены методы вероятностной оценки влияния на отказ процессов коррозии, физического износа, температуры, давления, колебаний давления, которые могут быть применены в качестве основы для дальнейшего совершенствования методики оценки риска аварии на нефтегазоперерабатывающих производствах.



В целях совершенствования методики оценки риска аварий на нефтегазоперерабатывающих производствах требуется провести ряд научно-исследовательских и практических работ:

— разделение нефтегазоперерабатывающего объекта на участки (блоки) в соответствии с научно обоснованными принципами, выделение типовых процессов, влияющих на вероятность возникновения технологических отказов;

— классификация типового технологического оборудования, выбор и обоснование соответствующей модели отказа по научно обоснованным принципам для каждого вида оборудования;

— сбор и адаптация существующих данных о распределении отказов во времени эксплуатации для каждого вида оборудования;

— проведение экспериментальных исследований распределения интенсивности отказов оборудования со временем его эксплуатации для сбора данных о распределении отказов (при необходимости);

— апробирование имеющихся результатов научных работ и проведение дополнительных исследований влияния технологических параметров оборудования на технологические отказы и риск аварии;

— применение существующих и постоянный сбор новых данных об ошибках персонала на производстве. В качестве видов (причин) ошибок персонала может быть применена классификация, приведенная в работах [6, 15]. Однако такая классификация по мере сбора новых данных может корректироваться, а данные об ошибках будут классифицироваться по иным признакам.

### Список литературы

1. **Прогноз** долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года: утв. Правительством РФ 3 января 2014 г. — М.: Стандартинформ, 2014. — 35 с.
2. **Руководство** по безопасности "Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазоперерабатывающей, нефте- и газохимической промышленности". Серия 09. Выпуск 38 / Колл. авт. — М.: ЗАО "Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности", 2014. — 44 с.
3. **Методические основы** по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах (утв. приказом Ростехнадзора от 11.04.2016 № 144). URL: <http://docs.cntd.ru/document/420347908> (дата обращения 03.09.2017).
4. **Некоторые аспекты** частотного анализа риска химико-технологических объектов / А. Г. Хлуденев, Н. М. Рябчиков, С. А. Хлуденев, С. Н. Южанин, В. Б. Гриценко // Безопасность труда в промышленности. — № 7. — 2005. — С. 57—60.
5. **Колесников Е. Ю.** Способы количественной оценки неопределенности параметров техногенного риска // Безопасность труда в промышленности. — 2013. — № 1. — С. 56—67.
6. **Махутов Н. А., Резников Д. О.** Соотношение между запасом прочности и вероятностью разрушения при однократных и серийных нагрузках // Проблемы анализа риска. — 2014. — Т. 11. — № 1. — С. 6—18.
7. **ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010—2011** Менеджмент риска. Методы оценки риска. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200090083> (дата обращения 03.09.2017).
8. **ГОСТ Р 27.302—2009** Надежность в технике (ССНТ). Анализ дерева неисправностей. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200081358> (дата обращения 03.09.2017).
9. **ГОСТ Р 27.004—2009** Надежность в технике (ССНТ). Модели отказов. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200078694> (дата обращения 03.09.2017).
10. **ГОСТ Р 51901.12—2007** (МЭК 60812:2006) Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200062125> (дата обращения 03.09.2017).
11. **ГОСТ Р 27.606—2013** Надежность в технике (ССНТ). Управление надежностью. Техническое обслуживание, ориентированное на безотказность. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200104775> (дата обращения 03.09.2017).
12. **ГОСТ Р 27.403—2009** Надежность в технике (ССНТ). Планы испытаний для контроля вероятности безотказной работы. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200078695> (дата обращения 03.09.2017).
13. **Хенли Э. Дж., Кумamoto Х.** Надежность технических систем и оценка риска: Пер. с англ. В. С. Сыромятникова, Г. С. Деминой. Под общ. ред. В. С. Сыромятникова. — М.: Машиностроение, 1984. — 528 с.
14. **ГОСТ Р 54124—2010** Безопасность машин и оборудования. Оценка риска. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200103266> (дата обращения 03.09.2017).
15. **Труханов В. М.** Новый подход к расчету проектной надежности сложных технических систем типа подвижных установок специального назначения // Проблемы машиностроения и надежности машин. — 2008. — № 5. — С. 137—140.
16. **Кучерявый В. И., Мильков С. Н.** Вероятностное прогнозирование ресурса магистрального газопровода при стресс-коррозионных повреждениях // Проблемы машиностроения и надежности машин. — 2011. — № 4. — С. 118—123.
17. **Таранцева К. Р., Логвина О. А.** Расчет рисков по причине коррозии в системе трубопроводного транспорта // Коррозия: материалы, защита. — 2009. — № 8. — С. 1—5.
18. **Моделирование** кинетики износа технологического оборудования нефтехимических производств / А. Г. Хлуденев, Н. М. Рябчиков, С. А. Хлуденев, С. Н. Южанин, В. Б. Гриценко // Безопасность труда в промышленности. — 2005. — № 9. — С. 50—54.
19. **Чернявский А. О., Шатов М. М.** Методика назначения предельной вероятности отказа // Проблемы машиностроения и надежности машин. — 2013. — № 1. — С. 51—55.

**N. N. Krasnogorskaya**<sup>1</sup>, Professor, Head of Chair, **G. I. Grozovsky**<sup>2</sup>, Professor, Deputy General Director, **V. V. Akhmerov**<sup>1</sup>, Senior Lecturer, e-mail: vilea86@mail.ru

<sup>1</sup> Ufa State Aviation Technical University

<sup>2</sup> STC "Industrial Safety", Moscow

## Analysis of Factors and Techniques for Quantitative Assessment of Accident Risk at Oil and Gas Refineries

*The analysis of the factors influencing the technogenic risk and the overview of existing methods of quantitative assessment of the accident risk in oil and gas refineries are performed. A number of methodological guidelines for accident risk assessment and scientific works devoted to the development of methods for the probabilistic evaluation of the emerging of initial events leading to equipment depressurization have been analyzed. It is also shown the approaches to the evaluation of frequency of process equipment depressurization - frequency of accident occurrence and the ways of improving the methodology of assessment of accident risk at oil and gas refineries.*

**Keywords:** hazardous production object, technogenic risk, distribution, frequency, failure, equipment, technological parameters, initial event, life cycle, risk uncertainty

### References

1. **Prognoz** dolgosrochnogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda: utv. Pravitel'stvom RF 3 yanvarya 2014 g. Moscow: Standartinform, 2014. 35 p.
2. **Rukovodstvo** po bezopasnosti "Metodika otsenki riska avariya na opasnykh proizvodstvennykh ob'yektakh neftegazopererabatyvayushchey, nefte- i gazokhimicheskoy promyshlennosti". Seriya 09. Vypusk 38 / Koll. avt. Moscow: Zakrytoye aktsionernoye obshchestvo "Nauchno-tekhnicheskiiy tsentr issledovaniy problem promyshlennoy bezopasnosti", 2014. 44 p.
3. **Metodicheskiye osnovy** po provedeniyu analiza opasnostey i otsenki riska avariya na opasnykh proizvodstvennykh ob'yektakh (utv. prikazom Rostekhnadzora ot 11.04.2016 № 144). URL: <http://docs.cntd.ru/document/420347908> (date of access 03.09.2017).
4. **Nekotoryye aspekty** chastotnogo analiza riska khimiko-tekhnologicheskikh ob'yektov / A. G. Khludenev, N. M. Ryabchikov, S. A. Khludenev, S. N. Yuzhanin, V. B. Gritsenko. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*. 2005. No. 7. P. 57–60.
5. **Kolesnikov Ye. Yu.** Sposoby kolichestvennoy otsenki neopredelennosti parametrov tekhnogennoy riska. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*. 2013. No. 1. P. 56–67.
6. **Makhutov N. A., Reznikov D. O.** Sootnosheniye mezhdu zapasom prochnosti i veroyatnost'yu razrusheniya pri odnokratnykh i seriynnykh nagruzkakh. *Problemy analiza riska*. 2014. Vol. 11. No. 1. P. 6–18.
7. **GOST R ISO/MEK 31010—2011** Menedzhment riska. Metody otsenki riska. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200090083> (date of access 03.09.2017).
8. **GOST R 27.302—2009** Nadezhnost' v tekhnike (SSNT). Analiz dereva neispravnostey. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200081358> (date of access 03.09.2017).
9. **GOST R 27.004—2009** Nadezhnost' v tekhnike (SSNT). Modeli otkazov. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200078694> (date of access 03.09.2017).
10. **GOST R 51901.12—2007** (MEK 60812:2006) Menedzhment riska. Metod analiza vidov i posledstviy otkazov. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200062125> (date of access 03.09.2017).
11. **GOST R 27.606—2013** Nadezhnost' v tekhnike (SSNT). Upravleniye nadezhnost'yu. Tekhnicheskoye obsluzhivaniye, oriyeirovannoye na bezotkaznost'. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200104775> (date of access 03.09.2017).
12. **GOST R 27.403—2009** Nadezhnost' v tekhnike (SSNT). Plany ispytaniy dlya kontrolya veroyatnosti bezotkaznoy raboty. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200078695> (date of access 03.09.2017).
13. **Khenli E. Dzh., Kumamoto Kh.** Nadezhnost' tekhnicheskikh sistem i otsenka riska: Per. s angl. V. S. Syromyatnikova, G. S. Deminoy. Pod obshch. red. V. S. Syromyatnikova. Moscow: Mashinostroyeniye, 1984. 528 p.
14. **GOST R 54124—2010** Bezopasnost' mashin i oborudovaniya. Otsenka riska. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200103266> (date of access 03.09.2017).
15. **Trukhanov V. M.** Novyy podkhod k raschetu proyektnoy nadezhnosti slozhnykh tekhnicheskikh sistem tipa podvizhnykh ustanovok spetsial'nogo naznacheniya // Problemy mashinostroyeniya i nadezhnosti mashin. 2008. No. 5. P. 137–140.
16. **Kucheryavy V. I., Mil'kov S. N.** Veroyatnostnoye prognozirovaniye resursa magistral'nogo gazoprovoda pri stresskorrozionnykh povrezhdeniyakh. *Problemy mashinostroyeniya i nadezhnosti mashin*. 2011. No. 4. P. 118–123.
17. **Tarantseva K. R., Logvina O. A.** Raschet riskov po prichine korrozii v sisteme truboprovodnogo transporta. *Korroziya: materialy, zashchita*. 2009. № 8. P. 1–5.
18. Modelirovaniye kinetiki iznosa tekhnologicheskogo oborudovaniya neftekhimicheskikh proizvodstv / A. G. Khludenev, N. M. Ryabchikov, S. A. Khludenev, S. N. Yuzhanin, V. B. Gritsenko. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti*. 2005. No. 9. P. 50–54.
19. **Chernyavskiy A. O., Shatov M. M.** Metodika naznacheniya predel'noy veroyatnosti otkaza. *Problemy mashinostroyeniya i nadezhnosti mashin*. 2013. No. 1. P. 51–55.

УДК 621.316

**А. В. Хлопова**, асп., annienargo@mail.ru, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск

## Анализ причин обрывов фазных проводов воздушных линий напряжением 6—10 кВ

*Проведен анализ причин, вызывающих обрыв провода, показывающий большое влияние износа материалов и конструкций линий, климатических, внешних и других факторов. Приведены опасности, возникающие при обрывах проводов, и обоснование разработки системы защиты ВЛ 6—10 кВ, которая позволит своевременно выявлять обрывы фазных проводов и, используя каналы передачи данных, передавать информацию о состоянии сети в диспетчерский пункт и сигнал о необходимости отключения поврежденной линии.*

**Ключевые слова:** воздушные линии напряжением 6—10 кВ, обрыв фазного провода, причины обрывов, электропоражение

### Введение

По данным ПАО "Россети" на 01.01.2013 г. [1] в распределительных электрических сетях общая протяженность воздушных и кабельных линий электропередачи напряжением 0,38—220 кВ составила 2 109 693,7 км, из них 947 143,2 км (44,9 %) — это линии напряжением 6—20 кВ. В филиале ОАО "МРСК Урала" — "Челябэнерго" на 01.01.2017 г., на базе электрических сетей которого проводится анализ, общая протяженность воздушных линий (ВЛ) напряжением 0,38—110 кВ составляет 37 875 км, из них 16 273 км (42,9 %) — это воздушные линии напряжением 6—10 кВ (ВЛ 6—10 кВ). Количество ВЛ 6—10 кВ — 1471 шт., а их износ достиг 59 %.

Надежность системы электроснабжения потребителей сельской местности и поселков городского типа в большой степени зависит от работы электрической сети напряжением 6—10 кВ. Воздушные линии такой сети, характеризующиеся большой протяженностью и разветвленностью, достаточно часто подвержены авариям. Около 50 % всех нарушений электроснабжения происходит именно в сетях данного класса напряжения, из них немалая часть приходится на обрыв фазного провода. Такое повреждение представляет опасность для жизни людей и животных, а также может привести к возникновению пожаров.

Практика эксплуатации ВЛ 6—10 кВ показывает отсутствие технических средств, обеспечивающих своевременное определение места обрывов фазных проводов, что, в ряде случаев, приводит к длительному существованию опасных ситуаций.

### Характеристика воздушных линий напряжением 6—10 кВ

Эксплуатируемые в настоящее время в Российской Федерации ВЛ 6—10 кВ выполнены практически одинаково. И только в ряде случаев учитываются местные особенности (вероятность ледообразования, налипания мокрого снега, ветровой нагрузки). Рассмотрим характеристики указанных линий на примере электрических сетей Челябинэнерго.

Для получения технических характеристик ВЛ 6—10 кВ проведена обработка статистических данных для двух различных районов электрических сетей Челябинэнерго, расположенных в сельском районе — в сельской местности (Красноармейский РЭС) и в пригородном районе г. Челябинска (Сосновский РЭС). На рис. 1 для рассмотренных ВЛ 6—10 кВ представлены распределения по параметрам, во многом определяющим надежность и безопасность электроснабжения: по общей длине ВЛ, длине магистральных участков, количеству и длине отпаек от ВЛ, суммарной мощности трансформаторных подстанций (ТП), подключенных к ВЛ. Максимальные и средние значения характеристик ВЛ приведены в таблице.

В целом распределительные электрические сети напряжением 6—10 кВ обоих районов построены по радиальному принципу с отпайками. Большинство потребителей имеют резервное питание по нескольким линиям, при этом 25 % резервного питания приходит от разных подстанций. Воздушные линии характеризуются большой протяженностью и разветвленностью, выполнены

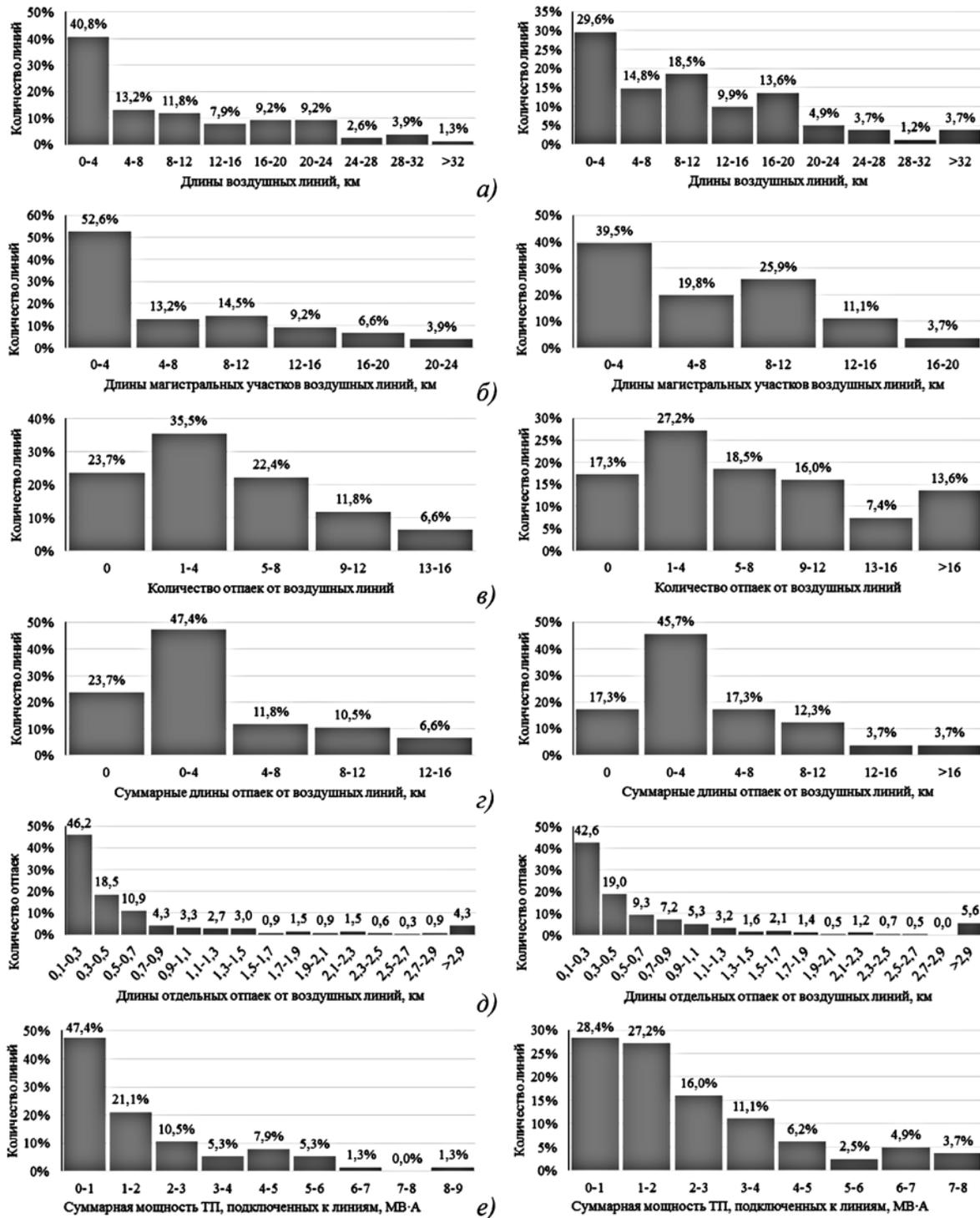


Рис. 1. Распределение ВЛ 6—10 кВ в сельском (слева) и пригородном (справа) районах электрических сетей Челябинска: а — по длинам линий; б — по длинам магистральных участков; в — по количеству отпаяк от ВЛ; г — по суммарным длинам отпаяк от ВЛ; д — по длинам отдельных отпаяк от ВЛ; е — по суммарной мощности ТП, подключенных к линиям



### Техническая характеристика ВЛ 6—10 кВ по районам электрических сетей ПО "Центральные электрические сети" Челябинэнерго

Показатель	Единица измерения	Красноармейский район (сельский)	Сосновский район (пригород)
Число воздушных линий	шт.	76	81
Общая протяженность воздушных линий	км	752,2	889,5
Максимальная длина ВЛ вместе с отпайками	км	37,5	43,8
Средняя длина ВЛ вместе с отпайками	км	9,94	11
Максимальная длина магистрального участка ВЛ	км	24,1	19,45
Средняя длина магистрального участка ВЛ	км	6,65	6,6
Число ВЛ без отпаек	%	23,7	17,3
Максимальное число отпаек от одной ВЛ	шт.	16	30
Среднее число отпаек от ВЛ	шт.	4,4	7,9
Максимальная суммарная длина отпаек от одной ВЛ	км	16,4	32,8
Средняя суммарная длина всех отпаек от одной ВЛ	км	3,3	4,4
Максимальная длина одной отпайки*	км	11,95	13,8
Средняя длина одной отпайки*	км	0,758	0,814
Максимальное число ТП, питаемых от одной ВЛ	шт.	37	39
Среднее число ТП, питаемых от одной ВЛ	шт.	9,3	10,3
Максимальная суммарная мощность ТП, подключенных к одной ВЛ	МВ·А	8,2	7,4
Средняя суммарная мощность ТП, подключенных к одной ВЛ	МВ·А	1,78	2,27
Протяженность ВЛ, выполненных СИП	%	3,44	6,5
Протяженность кабельных линий	%	2,38	2,52

\* Отпайки длиной менее 100 м в расчете не учитывались, поскольку вероятность возникновения обрыва провода в такой линии мала (0,0015...0,003 в год — расчеты авторов)

в основном алюминиевыми и сталеалюминиевыми проводами сечением от 35 мм<sup>2</sup> (отпаечные участки) до 70...90 мм<sup>2</sup> (магистральные участки). Лишь 5,1 % линий выполнены самонесущим изолированным проводом (СИП) и 2,46 % — кабелем. Подавляющее большинство линий имеют длину менее 4 км и несколько отпаек. Длины отдельных отпаек от большинства ВЛ не превышают 300 м.

Электрические сети пригородного района г. Челябинска в отличие от сетей в сельском районе имеют более разветвленную структуру. Как максимальные, так и средние длины ВЛ и отпаек в пригородном районе несколько больше, чем в сельском. Это объясняется возрастающей в последнее время коттеджной застройкой пригорода, а также большим числом садовых некоммерческих товариществ, расположенных в этом районе. В связи с тем, что при прокладке новых ВЛ используют СИП, в пригородном районе по сравнению с сельским, протяженность ВЛ, выполненных СИП, в 2,2 раза больше.

#### Причины обрывов фазных проводов

В настоящее время в целом по России около 40 % линий выработали нормативный ресурс и более 80 % нуждаются в техническом перевооружении [2]. В среднем в этих сетях происходит до 30 отключений в год в расчете на 100 км воздушных линий [1]. Распределительные электрические

сети, в особенности напряжением 6—10 кВ, не удовлетворяют современным требованиям по критериям надежности электроснабжения [3].

Воздушные линии 6—10 кВ достаточно часто подвержены авариям. Около 50 % всех нарушений электроснабжения (по данным актов аварийных отключений в электрических сетях Челябинэнерго за 2015 г.) происходит именно в сетях данного класса напряжения. Причины, вызвавшие обрывы фазных проводов ВЛ 6—10 кВ в сетях Челябинэнерго в 2015 г., представлены на рис. 2.

Наиболее часто обрыв провода происходит по причине изношенности оборудования линии. Большинство ВЛ 6—10 кВ построены в 80-х — начале 90-х годов прошлого столетия, а при сроке эксплуатации более 25 лет они требуют капитального ремонта или реконструкции. Всего 1,3 % линий 6—10 кВ было реконструировано за прошедший год в Центральных электрических сетях Челябинэнерго. С каждым годом все больше воздушных линий необходимо включать в инвестиционные программы реконструкции и развития электрических сетей.

Рассмотрим подробнее причины обрывов проводов ВЛ.

Значительное влияние на обрывы проводов оказывает климатический фактор. Зимой это сильные порывы ветра, воздействие низких температур, налипание снега на провода, в весенне-летний период — сильные, шквалистые ветра, грозы, вызывающие падение высоких деревьев

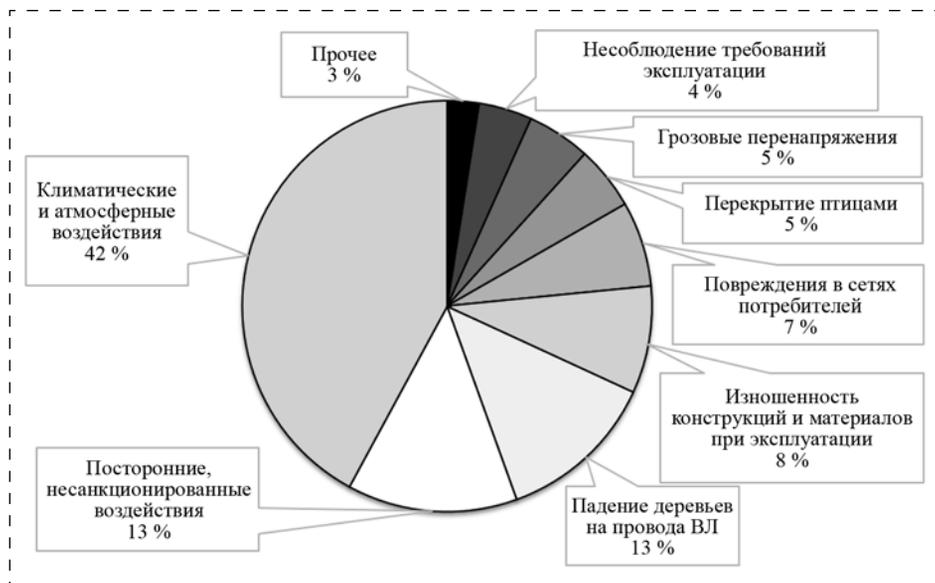


Рис. 2. Причины обрывов фазных проводов

или отдельных веток на провода ВЛ, находящихся за пределами их охранной зоны (10 м и далее). Расширение трассы поможет сократить аварии, произошедшие по этой причине, однако такое решение экономически нецелесообразно.

Посторонние, несанкционированные воздействия являются еще одной серьезной причиной обрывов проводов ВЛ 6–10 кВ. Чаще всего это воздействие грузового и сельскохозяйственного негабаритного транспорта непосредственно на провода ВЛ при пересечении линией дорог, неумышленное повреждение проводов при ведении работ вблизи охранной зоны, наезд транспортных средств на опоры, несанкционированная вырубка деревьев вблизи линии. Для уменьшения числа аварий, вызванных наездом автотранспорта на опоры ВЛ, в последнее время устанавливают железобетонные отбойники вблизи самой опоры.

Обрыв провода в сети, подконтрольной непосредственно потребителю, возникает также из-за плохого надзора собственников электрических сетей. Энергоснабжающая организация должна выдвигать требования собственникам сетей о приведении сетей в соответствие с нормативно-технической документацией, подключая надзорные органы.

Большое скопление птиц на проводах ВЛ может привести к обрыву провода из-за сильного натяжения, а в результате одновременного взлета птиц велика вероятность схлестывания проводов соседних фаз и последующего их обрыва. Схлестывание проводов может стать причиной короткого замыкания в линии, длительное воздействие которого повышает вероятность обрыва.

Грозовые перенапряжения возникают при прямом попадании молнии в ВЛ или рядом с ней.

Установка современных грозозащитных средств позволит повысить надежность ВЛ.

Выполнение графиков ремонта оборудования и технического обслуживания может уменьшить число обрывов проводов, вызванных несоблюдением требований эксплуатации.

К прочим причинам относятся, например, пожары на прилегающей к ВЛ территории.

### Опасности, возникающие при обрывах фазных проводов

Электрические сети напряжением 6–10 кВ, образованные воздушными линиями, работают, как правило, в режиме изолированной нейтрали, при котором обрыв провода и его падение на землю не приводят к срабатыванию релейной защиты и, соответственно, обесточиванию линии. Такие ВЛ могут находиться в работе длительное время, пока не будет обнаружено повреждение. Это опасно для жизни людей и животных, оказавшихся вблизи места обрыва, а также может стать причиной возникновения пожара [4–8]. Так, в июле 2008 г. на Куйбышевской железной дороге электромонтер, совершавший работу по устранению обрыва проводов прирассовой линии электропередачи напряжением 10 кВ, получил смертельную травму от воздействия электрическим током. В сентябре 2012 г. в г. Казани стрелой экскаватора были оборваны провода воздушной линии напряжением 6 кВ, в результате чего были смертельно поражены электрическим током двое рабочих. В январе 2014 г. в Костромской области электромонтер контактной сети железной дороги, держась рукой за металлическое ограждение, поднял ногой оборванный самонесущий изолированный провод ВЛ 10 кВ, находящийся под напряжением, что привело к смерти. В августе того же года в Астрахани вследствие обрыва провода линии электропередачи загорелся автомобиль "Камаз" и сухая трава на площади 120 м<sup>2</sup>. В июле 2016 г. В условиях сильного ветра из-за падения дерева произошел обрыв провода ВЛ 10 кВ. Провод упал на ограждение частного дома, жительница которого, выходя из дома, коснулась металлической части ограждения и была смертельно поражена электрическим током [9–13].

Анализ причин несчастных случаев на электроустановках в Российской Федерации за период



2001—2005 гг., приведенный в работе [14], показал, что чаще всего несчастные случаи происходят в электрических сетях, причем доля несчастных случаев при работах на ВЛ составляет 40 % от всех несчастных случаев, произошедших в электроустановках.

### Мероприятия по снижению опасности при обрывах фазных проводов

Предотвратить опасность поражения током при обрывах проводов на воздушных линиях можно своевременной сигнализацией о возникшем повреждении диспетчеру и отключением поврежденного участка сети.

В настоящее время известно достаточно много способов и устройств защиты, предназначенных для сигнализации и/или отключения сети при возникновении обрывов проводов ВЛ 6—10 кВ [5, 15—19]. Однако они практически не применяются и не внедряются. Применяемые же в таких сетях простейшие методы защиты ввиду их технического несовершенства не всегда обеспечивают требуемую чувствительность и селективность [5, 20].

На объектах ПАО "Россети" преобладает парк морально и физически устаревшей аппаратуры сбора и передачи информации. Уровень автоматизации сетей (особенно 6—10 кВ) значительно ниже чем во многих странах. Телемеханизация пунктов секционирования и автоматического включения резерва, распределительных пунктов и подстанций напряжением 6—10 кВ носит ограниченный характер [1].

Исходя из сказанного выше, можно сделать вывод о том, что для снижения опасности при обрывах фазных проводов необходима система защиты ВЛ, которая позволила бы повысить уровень надежности.

### Заключение

1. Воздушные линии напряжением 6—10 кВ составляют существенную долю (44,9 %) в объеме линий электропередачи напряжением 0,38—220 кВ, находящихся на балансе ПАО "Россети". Наиболее широкое применение они находят в сельской местности.

2. Воздушные линии 6—10 кВ характеризуются большой протяженностью и разветвленностью: средняя длина отдельной линии составляет около 10 км, а максимальная длина (от питающей подстанции до наиболее удаленного потребителя) достигает 20...25 км; среднее число отпаечных линий колеблется в пределах 4...8 шт. Основная часть ВЛ построена более 25 лет назад и выполнена неизолированными алюминиевыми и сталеалюминиевыми проводами. При этом воздушные электрические сети имеют недостаточный

уровень средств релейной защиты, автоматики и телемеханики.

3. Воздействие на воздушные линии различных факторов (природных явлений, физического износа, внешних факторов и др.) приводит к обрывам фазных проводов, которые, как правило, не отключаются существующей релейной защитой и автоматикой, что представляет опасность для жизни людей и животных, а также может привести к возникновению пожаров.

Учитывая изложенное, можно говорить об актуальности разработки системы защиты ВЛ 6—10 кВ, которая позволит своевременно выявлять обрывы фазных проводов и, используя каналы передачи данных, передавать информацию о состоянии сети в диспетчерский пункт и сигнал о необходимости отключения поврежденной линии.

### Список литературы

1. **Положение** ОАО "Россети" о единой технической политике в электросетевом комплексе. — М.: ОАО "Россети", 2013. — 196 с.
2. **Воротницкий В., Бузин С.** Реклоузер — новый уровень автоматизации и управления ВЛ 6(10) кВ // Электронный журнал. Новости электротехники. — 2005. — № 3 (33).
3. **Боков Г.** Техническое перевооружение российских электрических сетей. Сколько это может стоить? // Электронный журнал. Новости электротехники. — 2002. № 2 (14).
4. **Электробезопасность.** Теория и практика: учебное пособие для втузов / П. А. Долин, В. Т. Медведев, В. В. Крючков, А. Ф. Монахов; под ред. В. Т. Медведева. — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. — 280 с.
5. **Григорьев А. В., Селивахин А. И., Сукманов В. И.** Защита сельских электросетей. — Алма-Ата: Кайнар, 1984. — 128 с.
6. **Ревякин А. И., Кашолкин Б. И.** Электробезопасность и противопожарная защита в электроустановках. — М.: Энергия, 1980. — 160 с.
7. **Манилов А. М.** Защита сети напряжением 6—35 кВ при разрыве фазы и падении провода на землю // Энергетик. — 2003. — № 11. — С. 22—23.
8. **Козлов А. Л.** Опасность поражения людей и животных вблизи места однофазного замыкания на землю // Электробезопасность. — 2016. — № 4. — С. 47—52.
9. **Анализ обстоятельств и причин несчастных случаев /** Ростехнадзор. URL: [http://pech.gosnadzor.ru/info/nescsluch/analiz\\_ns\\_energo\\_2014](http://pech.gosnadzor.ru/info/nescsluch/analiz_ns_energo_2014) (дата обращения 21.11.2016).
10. **Сводка несчастных случаев /** Официальный сайт органов местного самоуправления поселка Ставрово. URL: [http://stavrovo-info.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1473%3A-15062016-19072016&catid=25&Itemid=142](http://stavrovo-info.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=1473%3A-15062016-19072016&catid=25&Itemid=142) (дата обращения 21.11.2016).
11. **Несчастные случаи в ОАО "РЖД" /** Форум работников железнодорожного транспорта. URL: <http://railway.kanaries.ru/index.php?showtopic=342> (дата обращения 22.11.2016).
12. **Аварии и происшествия /** Система технического консультирования. URL: <http://cons-systems.ru/avarii-i-proisshestviya> (дата обращения 22.11.2016).
13. **Происшествия /** Комсомольская правда. URL: <http://www.volgograd.kp.ru/online/news/1808406/> (дата обращения 23.11.2016).
14. **Дорофеев Н. П., Титов В. Л., Степанов Б. М.** Анализ причин несчастных случаев на энергоустановках с 1 января 2001 по 1 мая 2005 года (по статистическим данным) // Энергобезопасность и энергосбережение. — 2005. — № 3. — С. 3—8.
15. **Блок микропроцессорный релейной защиты БМРЗ-152-КЛ-01 /** ООО "НТЦ "Механотроника". URL: <http://www.>

- mtrele.ru/files/documents/2015/re/6-35/BMRZ-100/BMRZ-152-KL-01.pdf (дата обращения 30.11.2016).
16. **Определение** мест обрыва и однофазных замыканий на землю в распределительных электрических сетях по параметрам на стороне 0,4 кВ понижающих подстанций / А. И. Федотов, Г. В. Вагапов, Н. В. Рожнецова, Р. Э. Абдуллазянов, Ш. Курт // Промышленная энергетика. — 2016. — № 4. — С. 34—40.
  17. **Сагутдинов Р. Ш., Селивахин А. И., Кузнецов А. П.** Устройство обнаружения неполнофазного режима на подстанциях // Электрические станции. — 1980. — № 5. — С. 58—61.
  18. **Пронникова М. И., Селивахин А. И., Якубовский Д. Д.** Устройство контроля неполнофазных режимов сельских электрических сетей 6—10—35 кВ // Энергетик. — 1974. — № 12. — С. 32—33.
  19. **Advanced Protection of Overhead Lines in the Event of Interrupted Conductor / V. Lovenčič, Z. Toroš, S. Ceferin, M. Bezjak, B. Turnšek, B. Likar, M. Dečman** // Proceeding of 22<sup>nd</sup> International Conference on Electricity Distribution (CIRED 2013). — Stockholm, 2013. — Session 3. — Block 2. — P. 1405.
  20. **Андриевский Е. Н.** Эксплуатация электроустановок в сельском хозяйстве. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — 143 с.

**A. V. Khlopova**, Postgraduate Student, annienergo@mail.ru, South Ural State University, Chelyabinsk

## Analysis of the Cause of the Phase Wire Breakage of Overhead Lines with Voltage of 6—10 kV

*The reliability of the power supply system for consumers in rural areas and urban settlements depends to a large extent on the operation of a 6-10 kV electric grid. The overhead lines of such a network, characterized by a large length and branching, are often subject to accidents. About 50 % of all power supply failures occur in the networks of this voltage class, of which a considerable part falls on the phase wire breakage. Such damage poses a threat to the lives of people and animals, and can also lead to fires.*

*The analysis of the reasons causing a wire breakage is given, showing the great influence of wear of materials and line structures, climatic, external and other factors. The dangers arising from breakage and the justification for the development of a 6-10 kV overhead line protection system that will allow timely detection of phase wire breakages and using data transfer channels to transmit information about the network status to the control center and a signal for the need to disconnect the damaged line are given.*

**Keywords:** overhead lines with voltage of 6—10 kV, phase wire breakage, cause of breakage, electrocution

### References

1. **Polozhenie** OAO "Rosseti" o edinoy tekhnicheskoy politike v elektrossetevom komplekse. Moscow: OAO "Rosseti", 2013. 196 p.
2. **Vorotnitskiy V., Buzin S.** Reklouzer — novyy uroven' avtomatizatsii i upravleniya VL 6(10) kV. *Novosti elektrotekhniki*. 2005. No. 3 (33).
3. **Bokov G.** Tekhnicheskoe perevoorzhenie rossiyskikh elektricheskikh setey. Skol'ko eto mozhet stoit'? *Novosti elektrotekhniki*. 2002. No. 2 (14).
4. **Elektrobezopasnost'**. Teoriya i praktika: uchebnoe posobie dlya vtuzov / P. A. Dolin, V. T. Medvedev, V. V. Kryuchkov, A. F. Monakhov; pod red. V. T. Medvedeva. Moscow: Izdatel'skiy dom MEI, 2012. 280 p.
5. **Grigor'ev A. V., Selivakhin A. I., Sukmanov V. I.** Zashchita sel'skikh elektrossetey. Alma-Ata: Kaynar, 1984. 128 p.
6. **Revyakin A. I., Kasholkin B. I.** Elektrobezopasnost' i protivopozharnaya zashchita v elektroustanovkakh. Moscow: Energiya, 1980. 160 p.
7. **Manilov A. M.** Zashchita seti napryazheniem 6—35 kV pri razryve fazy i padenii provoda na zemlyu. *Energetik*. 2003. No. 11. P. 22—23.
8. **Kozlov A. L.** Opasnost' porazheniya lyudey i zhivotnykh vblizi mesta odnofaznogo zamykaniya na zemlyu. *Elektrobezopasnost'*. 2016. No. 4. P. 47—52.
9. **Analiz** obstayatel'stv i prichin neschastnykh sluchaev / Rostekhnadzor. URL: [http://pech.gosnadzor.ru/info/nesc\\_sluch/analiz\\_ns\\_energo\\_2014](http://pech.gosnadzor.ru/info/nesc_sluch/analiz_ns_energo_2014) (date of access 21.11.2016).
10. **Svodka** neschastnykh sluchaev / Ofitsial'nyy sayt organov mestrogo samoupravleniya poselka Stavrovo. URL: [http://stavrovo-info.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1473\\_%3A-15062016-19072016&catid=25&Itemid=142](http://stavrovo-info.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=1473_%3A-15062016-19072016&catid=25&Itemid=142) (date of access 21.11.2016).
11. **Neschastnye sluchai** v OAO "RZhD" / Forum rabotnikov zheleznodorozhnogo transporta. URL: <http://railway.kanaries.ru/index.php?showtopic=342> (date of access 22.11.2016).
12. **Avarii i proisshestviya** / Sistema tekhnicheskogo konsul'tirovaniya. URL: <http://cons-systems.ru/avarii-i-proisshestviya> (date of access 22.11.2016).
13. **Proisshestviya** / Komsomol'skaya pravda. URL: <http://www.volgograd.kp.ru/online/news/1808406/> (date of access 23.11.2016).
14. **Dorofeev N. P., Titov V. L., Stepanov B. M.** Analiz prichin neschastnykh sluchaev na energoustanovkakh v 1 yanvarya 2001 po 1 maya 2005 goda (po statisticheskim dannym). *Energobezopasnost' i energoberezhenie*. 2005. No. 3. P. 3—8.
15. **Blok** mikroprotssessornyy releynoy zashchity BMRZ-152-KL-01 / OOO "NTTs "Mekhanotronika". URL: <http://www.mtrele.ru/files/documents/2015/re/6-35/BMRZ-100/BMRZ-152-KL-01.pdf> (date of access 30.11.2016).
16. **Определение** мест обрыва и однофазных замыканий на землю в распределительных электрических сетях по параметрам на стороне 0,4 кВ понизивающих подстанций / А. И. Федотов, Г. В. Вагапов, Н. В. Рожнецова, Р. Э. Абдуллазянов. *Промышленная энергетика*. 2016. No. 4. P. 34—40.
17. **Сагутдинов Р. Ш., Селивахин А. И., Кузнецов А. П.** Устройство обнаружения неполнофазного режима на подстанциях. *Электрические станции*. 1980. No. 5. P. 58—61.
18. **Пронникова М. И., Селивахин А. И., Якубовский Д. Д.** Устройство контроля неполнофазных режимов сельских электрических сетей 6—10—35 кВ. *Energetik*. 1974. No. 12. P. 32—33.
19. **Advanced Protection of Overhead Lines in the Event of Interrupted Conductor / V. Lovenčič, Z. Toroš, S. Ceferin, M. Bezjak, B. Turnšek, B. Likar, M. Dečman**. *Proceeding of 22<sup>nd</sup> International Conference on Electricity Distribution (CIRED 2013)*. — Stockholm, 2013. Session 3. Block 2. P. 1405.
20. **Андриевский Е. Н.** Эксплуатация электроустановок в сельском хозяйстве. Moscow: Energoatomizdat, 1988. 143 p.

УДК 54.08:543.6:614.8

**В. А. Петров**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., исполнительный директор, e-mail: vas3188@yandex.ru, **И. В. Дубняков**, начальник отдела, **И. И. Ефименко**, инж. 2 категории, **Я. В. Куданов**, инж., АО "Ассоциация разработчиков и производителей систем мониторинга", Санкт-Петербург, **А. Л. Макась**, канд. техн. наук, зав. лабораторией, **А. С. Кудрявцев**, мл. науч. сотр., **М. Л. Трошков**, науч. сотр., Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН), Новосибирск

## Предаварийный контроль источников пожарной опасности. Основные аспекты и реперы предаварийного предожарного контроля

*Статья посвящена результатам исследований по выбору реперных параметров, характеризующих предожарные состояния типовых источников пожарной опасности, применяемых в герметичных обитаемых объектах. Рассмотрены возможные методы и средства предаварийного предожарного контроля. В результате исследования газовыделений восьми наиболее часто применяемых в герметичных обитаемых объектах электрических кабелей при их нагреве выше допустимой температуры эксплуатации, в диапазоне от 80 до 200 °С, определены характерные вещества с высокой интенсивностью выделения, зависящей от температуры нагрева — дибутилфталат, диэтилгексилфталат, диизоноилфталат и высокодисперсные аэрозоли.*

**Ключевые слова:** герметичный обитаемый объект, предаварийный контроль, источник пожарной опасности, характерные вещества — реперы предаварийного состояния источников пожарной опасности, хромато-масс-спектрометр, кабель, температура нагрева, высокодисперсные аэрозоли, средства контроля, информация

### Введение

Повышение пожарной безопасности герметичных обитаемых объектов (ГОО) является актуальной научно-технической задачей, решение которой существенно уменьшит риск гибели людей и техники.

Наиболее эффективным путем повышения пожарной безопасности ГОО является своевременное распознавание предаварийных состояний источников пожарной опасности для предотвращения их перехода в аварийное состояние, что возможно путем реализации предаварийного контроля источников пожарной опасности.

Технические средства ГОО, являющиеся источниками пожарной опасности, при отклонении от норм функционирования, угрожающем возгораниями и пожарами, оказывают непосредственное воздействие на внутреннюю среду помещений. Проявляется воздействие в виде аномального возрастания концентрации реперных химических веществ, характерных для предаварийного состояния пожароопасного оборудования, аэрозолей

и взрыво-пожароопасных компонентов в воздушной среде (ВС) помещений объекта. Это обстоятельство создает объективную предпосылку для осуществления предаварийного контроля, основанного на контроле этих изменений с целью заблаговременного распознавания фактов и причин ухудшения обстановки и своевременного принятия необходимых защитных мер.

### 1. Цели и задачи исследования

Целью исследования являлось экспериментальное определение реперов предожарного состояния источников пожарной опасности ГОО и обоснование методов их контроля.

Задачи исследования — это поиск реперов предаварийного предожарного состояния типовых источников пожарной опасности; апробация методов контроля выбранных реперных параметров; обоснование основных требований к приборам контроля; разработка подходов к определению точек контроля.

## 2. Материалы и методы исследования

Исследования реперов пожарной опасности проводилось в несколько этапов. На *первом этапе* в Лаборатории полевых аналитических и измерительных технологий ИНГГ СО РАН (г. Новосибирск) был проведен газохроматографический — масс-спектрометрический (ГХ/МС) анализ состава газовой выделений образцов источников пожарной опасности [1]. Исследования выполнялись с помощью хромато-масс-спектрометра (МХМС) "Навал" (ООО "СИБЕЛ", г. Новосибирск) [2] и макета малогабаритного масс-спектрометра с химической ионизацией при атмосферном давлении (ХИАД) [3], ранее разработанных в лаборатории. В качестве источников пожарной опасности исследовались наиболее часто и широко применяемые в ГОО кабели с различными типами оболочки: резиновой оболочкой — КРН 5x1; КНР 2x6; КНРГ 3x1,5; КВДН 100 3x2,5; НРШМ 3x1,5; оболочкой из ПВХ пластика — СМПЭВГ-100 37x0,75; КПВЭКГ-100 4(2x0,5).

В процессе исследований выполнен полный ГХ/МС анализ состава газовой выделений при температуре нагрева образцов кабелей 110 °С и 150 °С и проведена идентификация отдельных компонентов по масс-спектрам электронной ионизации с помощью библиотеки масс-спектров NIST/EPA/NIH (издание 2014 г.). Для отдельных выбранных компонентов была исследована зависимость эмиссии от температуры в диапазоне 60...150 °С.

Образцы судовых кабелей

Марка кабеля	Материал внешней изоляции	Вещества-реперы
КВДН-100 3x2,5	Маслостойкая резина	Дибутилфталат
КВДНЭ-100	Маслостойкая резина	
НРШМ 3x1,5	Изоляционная резина	
КНР 3x1,5	Резина на основе полихлоропрена	Диэтилгексилфталат
КПВЭКГ-100	Поливинилхлорид	

На *втором этапе* работ исследования проводились в АО "Ассоциация разработчиков и производителей систем мониторинга" (АО "АСМ") на многофункциональном исследовательском комплексе (МИК) "Диоген" [4] — рис. 1, где была выполнена оценка возможности контроля найденных реперов в условиях МИК "Диоген" с помощью макета масс-спектрометра с ХИАД, измерителя высокодисперсных аэрозолей "ИВА-1" и пожарного извещателя "ИП 213-001". Одновременно проводился контроль температуры воздушной среды (ВС) в 30 точках по объему комплекса МИК "Диоген". Исследования проводились в соответствии с методикой АСДЕ.420000.002МИ-1 [5].

В качестве источников реперных веществ использовались образцы судовых кабелей, перечисленных в таблице.

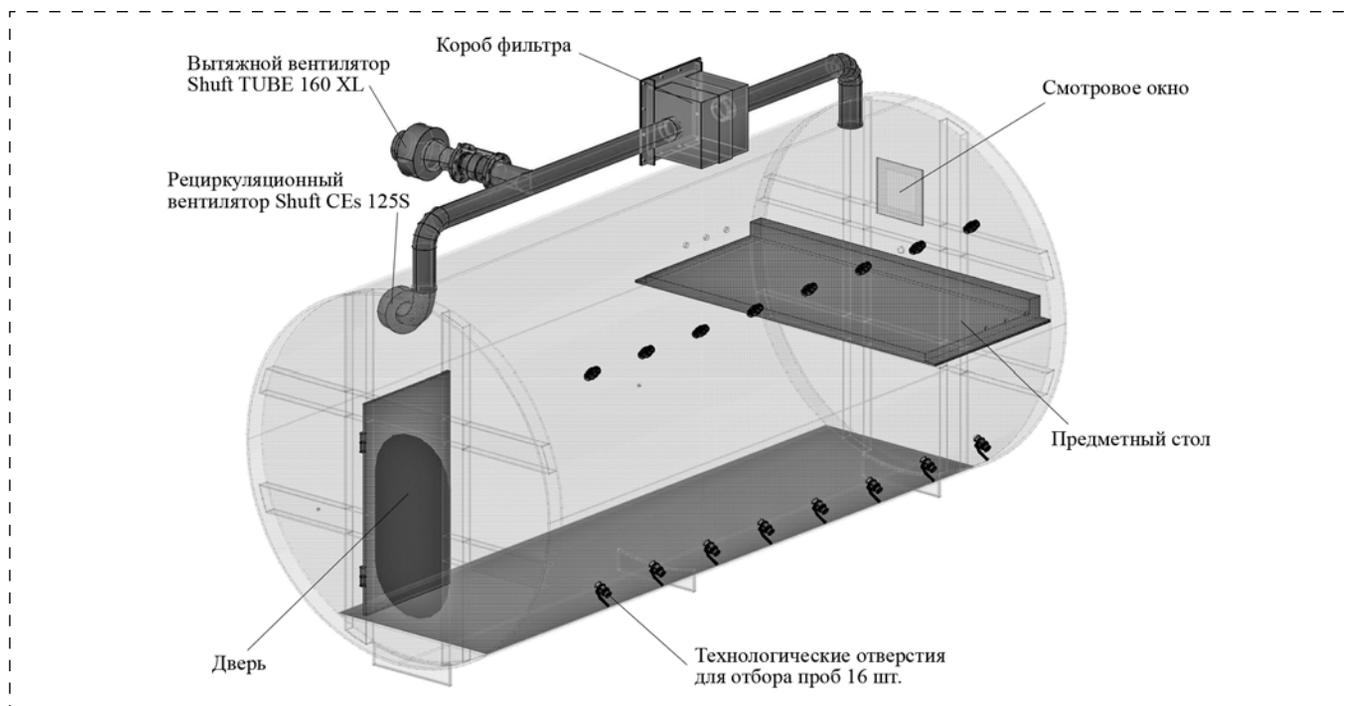


Рис. 1. Схема МИК "Диоген"



### 3. Результаты исследований

В результате экспериментальных исследований на первом этапе установлено, что наиболее интенсивными компонентами газовой выделений при нагреве выбранных кабелей до температур 110...150 °С являются диэфиры ортофталевой кислоты — фталаты, в том числе: дибutilфталат (ДФФ), диэтилгексилфталат (ДЭГФ) и диизонилфталат (ДИНФ), которые используются в качестве пластификаторов в композиционных полимерных материалах оболочек кабелей, на основе как ПВХ пластиката, так и резины. Установлено, что доля более труднолетучих фталатов в газовой выделении при повышении температуры заметно растет, т. е. соотношение между компонентами несет информацию о степени перегрева. Также установлено, что композиция фталатов отличается для различных типов кабелей, что может быть использовано для идентификации предаварийного предпожарного состояния конкретного кабеля. Для исследованных типов кабелей выделены следующие реперы: КНР 5х1 — ДБФ; КНР 2х6 — ДЭГФ; КНРГ 3х1,5 — ДБФ, ДЭГФ; СМПЭВГ-100 37х0,75 — ДЭГФ, ДИНФ; КПВЭКГ-100 4(2х0,5) — ДЭГФ.

На втором этапе исследований проводился анализ возможности использования в качестве реперов предпожарного состояния высокодисперсных аэрозолей с размерами частиц 10...5000 нм и температуры воздушной среды, а также подтверждена возможность контроля выбранных реперных параметров на расстоянии от имитатора источника пожарной опасности. В качестве имитаторов были выбраны образцы корабельных кабелей с разными сочетаниями материалов изоляции и оболочки — резины (КНР 3х1,5; КВДН 100 3х2,5; НРШМ 3х1,5), ПВХ пластиката (КВДНЭ-100 3х1,5; КПВЭКГ-100 4(2х0,5)) и полимерной безгалогенной композиции, с низким дымо- и газовой выделением (СПСВ-НФ 2х2,5; КНРЭнг-НФ 5х1,5; СПСВ-НФ 16х1,5).

В результате исследований установлено, что для традиционных резиновых кабелей существенный рост интенсивности выделения аэрозолей размером до 0,5 мкм начинается при температуре 90...120 °С, для перспективных безгалогеновых кабелей — при температуре 120...150 °С. По мере роста температуры выше 200 °С в летучих возрастает доля более крупных частиц аэрозоля размером от 0,5 до 10 мкм, характерных для дыма. Также установлено, что интенсивность выделения высокодисперсных аэрозолей и ее рост с температурой для безгалогеновых кабелей существенно, почти на порядок, выше, чем для остальных кабелей.

Результаты оценки интенсивности выделения высокодисперсных аэрозолей от температуры нагрева образцов ряда судовых кабелей по результатам экспериментальных исследований с применением прибора "ИВА-1" приведены на рис. 2 и 3.

На рис. 4 представлен отклик макета масс-спектрометра (на графике обозначен треугольниками) на медленный нагрев кабеля КПВЭКГ-100 4х(2х0,5) (кривая температуры поверхности кабеля обозначена точками) и график роста высокодисперсных аэрозолей, полученный на приборе "ИВА-1" (на рис. 4 — нижняя кривая). Точки контроля реперных веществ в ВС расположены внутри МИК "Диоген" на расстоянии 0,44 м для масс-спектрометра и 3 м для прибора "ИВА-1" по горизонтали от имитатора источника пожарной опасности, расположенного на предметном столе (см. рис. 1).

Для всех образцов кабелей были подтверждены основные компоненты газовой выделений, которые ранее были определены в лабораторных

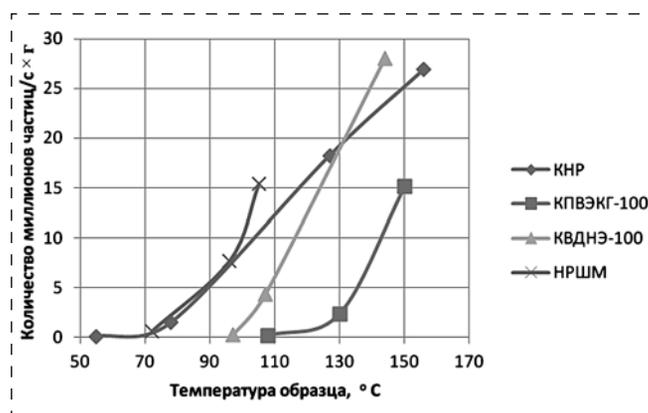


Рис. 2. Зависимость интенсивности выделения высокодисперсного аэрозоля от температуры нагрева образцов судового кабеля

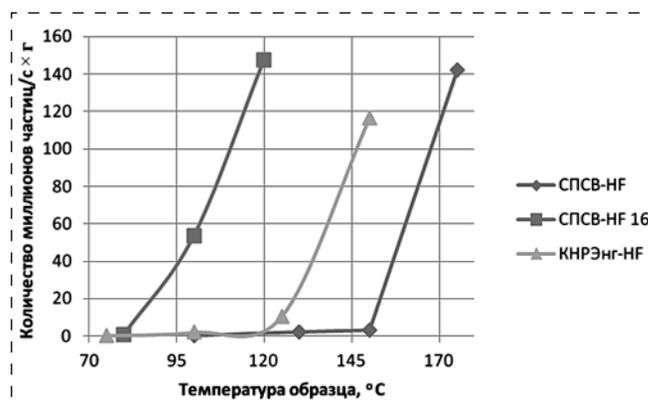


Рис. 3. Зависимость интенсивности выделения высокодисперсного аэрозоля от температуры нагрева образцов безгалогенового судового кабеля

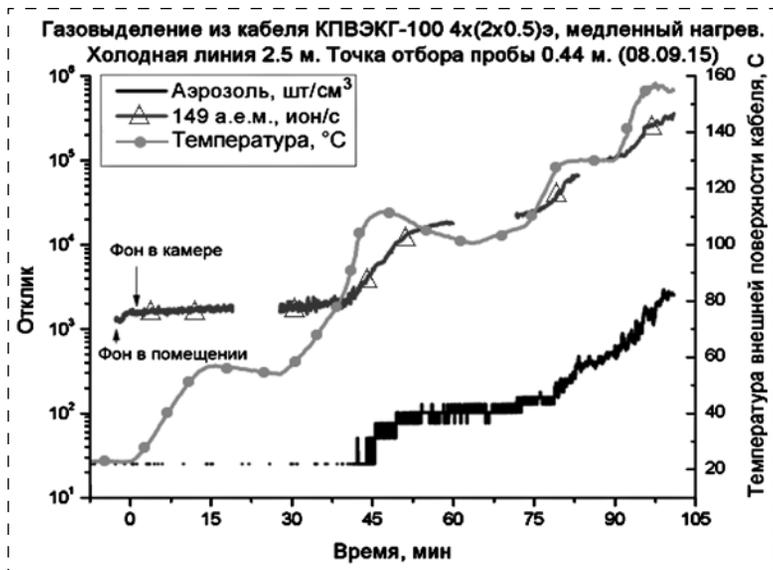


Рис. 4. Отклик масс-спектрометра и измерителя высокодисперсного аэрозоля на нагрев кабеля КПВЭКГ-100 4x(2x0,5)

исследованиях — химические вещества и высокодисперсные аэрозоли.

Макет масс-спектрометра с ХИАД и измеритель высокодисперсного аэрозоля "ИВА-1" показали высокую чувствительность к реперным веществам. Рост концентрации веществ-реперов и высокодисперсных аэрозолей при нагреве образцов кабеля начинается одновременно, характер зависимости роста концентрации от температуры одинаковый, что говорит об их общей природе.

Исследования возможности использования пожарного извещателя "ИП 213-001" для контроля аэрозолей, выделяющихся при температурах нагрева образцов кабелей 100...150 °С, показало его более низкую чувствительность по сравнению с прибором "ИВА-1" [6]. Это объясняется тем, что "ИП 213-001" измеряет интегральное количество аэрозолей с аэродинамическим диаметром частиц более 0,5 мкм, которые характерны для процессов дымообразования непосредственно перед воспламенением и при горении материалов.

Исследования целесообразности контроля температуры воздушной среды в качестве репера предожарного состояния оборудования проводились одновременно с описанными исследованиями по контролю реперных веществ.

Типовая картина изменения поля температуры внутри МИК "Диоген" в процессе экспериментов по нагреву образцов кабелей представлена на рис. 5, где  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$  — соответствуют моментам времени  $t_1 = 00:00$ ,  $t_2 = 1:05$ ,  $t_3 = 2:20$  (час:мин) при температурах на поверхности образца соответственно 23, 78, 159 °С. Точки измерения температуры расположены вдоль горизонтальной оси МИК "Диоген" у потолка на расстоянии 800 мм от

образца, нагреваемый образец расположен по центральной оси на расстоянии 500 мм от торцевой стенки на предметном столе.

Из графиков динамики температуры воздушной среды видно, что даже вблизи от нагреваемых образцов кабелей (имитирующих источники пожарной опасности в предожарном состоянии), температура ВС изменяется медленно и незначительно — на 14...16 %, а изменение температуры поверхности кабеля от 2,3 °С до 159 °С составляет около 600 %. Это не позволяет выбрать температуру ВС в качестве реперного параметра для контроля предожарного состояния источников пожарной опасности.

Совокупный анализ результатов исследований показал:

— наиболее представительными реперами предожарных состояний исследованных типовых источников пожарной опасности являются продукты испарения композиции применяемых неметаллических конструкционных материалов и, частично, пиролиза и термодеструкции;

— интенсивное испарение с образованием газо-паровой и аэрозольной фазы большинства электротехнических неметаллических материалов начинается при температурах нагрева выше 80...100 °С;

— интенсивность газовыделения летучих продуктов из материала оболочки кабеля с ростом температуры существенно возрастает и достигает значений  $10^6$  частиц/мин·г;

— скорость увеличения интенсивности газовыделения с ростом температуры нагрева определяет чувствительность репера, обеспечивает быстрое превышение фона, что позволяет оперативно и

быстро реагировать на изменение температуры.

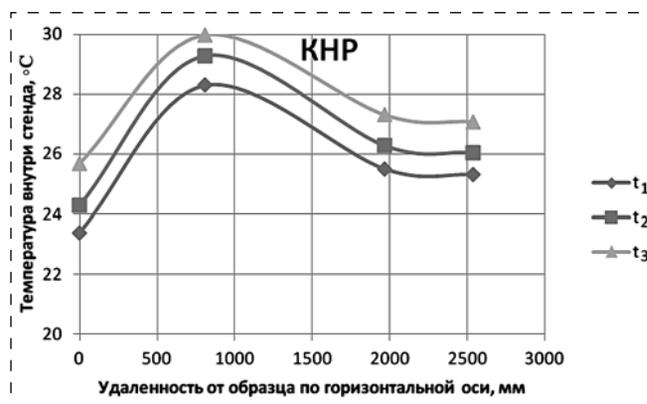


Рис. 5. Типовая картина изменения поля температуры внутри МИК "Диоген" в процессе экспериментов по нагреву образцов кабелей



с высокой достоверностью распознавать предпожарные состояния источников опасности;

— высокодисперсные аэрозоли с аэродинамическим диаметром частиц менее 0,5 мкм также являются одним из эффективных реперов предпожарного состояния оборудования. Так, интенсивность генерации высокодисперсного аэрозоля с ростом температуры для исследованных кабелей существенно растет и достигает значений  $10^6$  частиц/с·г и более при 150 °С (см. рис. 2, 3), что отражает совокупный рост всех газовойделений при перегреве исследуемого образца. Высокодисперсный аэрозоль быстро распространяется в воздухе помещений. Тем не менее, высокодисперсные аэрозоли являются групповым репером, по ним нельзя идентифицировать конкретное оборудование, поэтому способ контроля высокодисперсного аэрозоля является менее эффективным, чем способ контроля предпожарного состояния оборудования с анализом состава газовойделений;

— масс-спектрометрический метод контроля наиболее эффективен из всех рассмотренных — как наиболее чувствительный и селективный. По результатам контроля можно идентифицировать тип оборудования, которое находится в предпожарном состоянии, обнаружить и измерить реперы пожарной опасности.

Основные требования к средствам контроля предпожарных состояний электрических кабелей:

— рекомендуемые минимальные определяемые концентрации реперных веществ:

по ДБФ — 0,01 мг/м<sup>3</sup>;

по ДЭГФ, ДИНФ — 0,001 мг/м<sup>3</sup>;

— динамический диапазон мониторинга реперов  $10^3 \dots 10^6$ ;

— селективность мониторинга реперов в воздушной среде помещений ГОО;

— быстродействие анализа пробы воздушной среды — не более 30 с;

— контроль высокодисперсных аэрозолей в воздухе размером до  $5 \cdot 10^{-7}$  м в диапазоне от  $10^3$  частиц/см<sup>3</sup> до  $10^6$  частиц/см<sup>3</sup> с относительной погрешностью измерения счетной концентрации не более 30 %;

— быстродействие анализа пробы воздушной среды — не более 30 с.

#### 4. Основные подходы к определению точек контроля

Определение точек предаварийного предпожарного контроля, обеспечивающих его наибольшую эффективность, предполагает учет совокупности факторов, влияющих на распространение реперных веществ в воздушной среде помещений

объекта. К таким факторам относятся работа системы вентилирования, кондиционирования и очистки воздушной среды, загроможденность оборудованием, сложная геометрия, наличие источников теплоты и теплоотвода и т. п.

Для понимания картины распространения и выбора мест контроля реперных веществ необходим инструмент моделирования процессов теплопереноса для сложных условий. Таким инструментом могут быть программные комплексы численного моделирования теплопереноса, базирующиеся на решении уравнений Навье-Стокса, в частности AnsysWorkbench/Fluent, SMARTFIRE, FDS, FLOWVISION и др. АО "АСМ" в своих работах использовало программный комплекс "Витим 1", решающий указанные задачи и верифицированный для рассматриваемых типов процессов и помещений [7].

Так как предаварийный контроль ведется в условиях нормальных режимов работы систем и механизмов объекта, то естественным является анализ основных потоков воздушной среды в помещении и размещение точек контроля в местах сбора потоков вблизи основных источников пожарной опасности в зонах, в которых может создаваться контролируемая концентрация реперных веществ — сигнальных зонах. Сигнальными зонами могут являться стоки систем вентиляции, застойные зоны, кабельные каналы и т. п.

Высокой эффективности предаварийного контроля источников пожарной опасности можно добиться сочетанием методов контроля, правильным выбором мест контроля и совокупным анализом полученной информации.

#### Список литературы

1. **Исследование** подходов для создания метода ранней диагностики предаварийных состояний по продуктам газовойделений материалов и компонентов, используемых на объектах с повышенной опасностью // Отчет по НИР / ИНГГ СО РАН, рук. А. Л. Макасы, Рег. номер НИОКТР 115101310089, Рег. номер ИКРБС АААА-Б16-216103120004-8. — СПб., 2016. — 74 с.
2. **Makas A. L., Troshkov M. L.** Field gas chromatography — mass spectrometry for fast analysis // Journal of Chromatography B. — 2004. — Vol. 800. — P. 55—61.
3. **Miniaturized** mass-selective detector with atmospheric pressure chemical ionization / A. L. Makas, M. L. Troshkov, A. S. Kudryavtsev, V. M. Lunin // Journal of Chromatography B. — 2004. — Vol. 800. — P. 63—67.
4. **Многофункциональный исследовательский комплекс "ДИОГЕН"**: Технические условия. АСДЕ.441372.001ТУ. — СПб.: АО "АСМ", 2015. — 29 с.
5. **Программа** и методика экспериментальных исследований по определению основных признаков и диапазонов параметров, характеризующих предаварийные состояния выбранных источников химической и пожарной опасности: программа и методика. АСДЕ.420000.002МИ-1 / АО "АСМ"; В. А. Петров, Н. О. Мясникова, А. Л. Макасы [и др.]. — СПб., 2015. — 13 с.

6. **Отчет** о сравнительных испытаниях электроиндукционных датчиков контроля высокодисперсного аэрозоля "ИП 213-001" и "ИВА-1". АСДЕ.420551.002 / АО "АСМ". — СПб., 2016. — 88 с.
7. **Свидетельство** о государственной регистрации программы для ЭВМ РФ № 2014613434. Программа рас-

чета процессов тепломассопереноса в газовой среде в помещениях при развитии пожара, "Витим 1" / М. Х. Стрелец, М. Л. Шур, Д. А. Никулин, К. В. Беляев; заявитель и правообладатель ООО "НТС" и АО "АСМ". № 2014610918; заявл. 11.02.2014; опублик. 26.03.2014.

V. A. Petrov, Senior Researcher, e-mail: vas3188@yandex.ru,  
I. V. Dubnjakov, Head of Department, I. I. Efimenko, Engineer 2 Categories,  
Ja. V. Kudanov, Engineer, JSC "Association of developers and producers of systems of monitoring", Saint-Petersburg, A. L. Makas', Head of Laboratory,  
A. S. Kudrjavcev, Junior Researcher, M. L. Troshkov, Research Associate, Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS), Novosibirsk

## Pre-Emergency Control of Fire Hazard Sources. Basic Aspects and Indicators of Pre-Emergency Control

*This article is concerned with the results of the studies of the reference parameters characterizing the pre-fire condition of standard fire hazard sources used in autonomous manned facilities. It also dwells on potential methods and means of their control. A mass-spectrometry study of the emission from electrical cables (8 cable types most commonly used in autonomous manned facilities) heated above permissible operating temperature (80...100 °C) resulted in identifying the indicative emission-intensive substances: dibutyl phthalate (DBP), diethylhexyl phthalate (DEHP) and diisononyl phthalate (DINP). These substances are used as plasticizers in the composite polymer cable sheathing materials. It is noted that the fraction of heaviest phthalates in the emission grows considerably as the temperature rises, that is to say the relation between the emission components carries the overheat level information. It is further established that the phthalates composition varies depending on the cable type — this fact may be used for the identification of pre-emergency state of a particular cable. Also noted is the significant growth in the liberation intensity of superfine aerosols upon reaching the temperature of 90...120 °C for rubber cables and 120...150 °C for halogen-free cables. Efficient pre-emergency control of fire hazard sources can be achieved by the combination of control methods, as well as the correct choice of control points and comprehensive analysis of the received data.*

**Keywords:** autonomous manned facilities, pre-emergency control, fire hazard source, distinctive substances — pre-emergency indicators, mass-spectrometer, cable, heating temperature, superfine aerosols, control means, information

### References

1. **Issledovanie** podhodov dlya sozdaniya metoda rannej diagnostiki predavarijnyh sostoyanij po produktam gazovydelenij materialov i komponentov, ispol'zuemyh na ob'ektah s povyshennoj opasnost'yu. Otchet po NIR / INGG SO RAN, ruk. A. L. Makas', Reg. nomer NIOKTR 115101310089, Reg. nomer IKRBS AAAA-B16- 216103120004-8. 2016. 74 p.
2. **Makas A. L., Troshkov M. L.** Field gas chromatography — mass spectrometry for fast analysis. *Journal of Chromatography B*. 2004. Vol. 800. C. 55—61.
3. **Miniaturized** mass-selective detector with atmospheric pressure chemical ionization / A. L. Makas, M. L. Troshkov, A. S. Kudryavtsev, V. M. Lunin. *Journal of Chromatography B*. 2004. Vol. 800. P. 63—67.
4. **Mnogofunktional'nyj issledovatel'skij kompleks "DIOGEN":** tehnicheckie uslovija. ASDE.441372.001TU. / АО "АСМ". СПб., 2015. 29 p.
5. **Programma** i metodika eksperimental'nykh issledovaniy po opredeleniyu osnovnykh priznakov i diapazonov parametrov kharakterizuyushchikh predavariinye sostoyaniya vybrannykh istochnikov khimicheskoi i pozharnoi opasnosti: programma i metodika. ASDE.420000.002MI-1 / АО "АСМ"; V. A. Petrov, N. O. Mjasnikova, A. L. Makas' [et al.]. СПб., 2015. 13 p.
6. **Отчет** о сравнительных испытаниях электроиндукционных датчиков контроля высокодисперсного аэрозоля "ИП213-001" и "ИВА-1". АСДЕ.420551.002 / АО "АСМ". СПб., 2016. 88 p.
7. **Свидетельство** о государственной регистрации программы для ЭВМ РФ № 2014613434. Программа расчета процессов тепломассопереноса в газовой среде в помещени-ях при развитии пожара, "Витим 1" / М. Х. Стрелец, М. Л. Шур, Д. А. Никулин, К. В. Беляев; заявитель и правообладатель ООО "НТС" и АО "АСМ". № 2014610918; заявл. 11.02.2014; опублик. 26.03.2014.

УДК 621.74

**Н. С. Чуракова**, канд. хим. наук, зав. лабораторией, e-mail: lpe2007@mail.ru,  
Научно-исследовательский институт охраны труда в Екатеринбурге

## Способ утилизации отходов литейного производства

*Рассмотрен способ утилизации отработанных формовочных и стержневых смесей. Предложено отработанные литейные смеси использовать в качестве изолирующего слоя для стальных коммуникаций и трубопроводов. С целью повышения срока действия антикоррозионных свойств защитного слоя в условиях водонасыщенных почв разработан способ, включающий обработку трубопроводов фосфорной кислотой перед размещением их в сыпучий антикоррозионный материал.*

**Ключевые слова:** отходы литейного производства, отработанные формовочные смеси, утилизация, почвенная коррозия, антикоррозионный материал

Отходы литейного производства относятся к числу крупнотоннажных. При производстве 1 т отливок из стали и чугуна выделяется около 50 кг пыли, 250 кг оксида углерода, 1,5...2 кг оксидов серы и азота и до 1,5 кг других вредных веществ (фенола, формальдегида, углеводородов и др.). В водный бассейн поступает до 3 м<sup>3</sup> сточных вод и вывозится в отвалы до 6 т отработанных формовочных смесей. Проблема их переработки весьма актуальна в связи с все меньшими возможностями их складирования.

Твердые отходы литейного производства на 90 % состоят из отработанных формовочных и стержневых смесей. Регенерация отработанных песков с целью возврата их в технологический процесс не всегда рентабельна. Основная масса отходов поступает в отвалы, загрязняя окружающую среду.

Одним из путей снижения загрязнения окружающей среды отходами литейного производства является их утилизация. В связи с этим в Научно-исследовательском институте охраны труда в г. Екатеринбурге проводились исследования состава отработанных формовочных смесей, а также определялись возможности их вторичного использования в различных отраслях промышленности.

Отработанные стержневые и формовочные смеси имеют низкую теплопроводность, мелкую зернистость, на поверхности песчинок закоксованное связующее. Отработанные жидкостекольные смеси, кроме того, имеют повышенную щелочность (рН = 10-12).

Одним из возможных решений задачи утилизации отработанных литейных песков с учетом вышеуказанных свойств является создание изоляционного слоя для трубопроводов, которые

укладывают в грунт. Наряду с тепловой защитой решались вопросы коррозионной защиты. Были проведены исследования по использованию отработанных формовочных смесей в качестве защитного слоя для предотвращения почвенной коррозии при прокладке трубопроводов и установке стальных конструкций в промышленном и гражданском строительстве.

Коррозия железа в грунте происходит в большинстве случаев с участием кислорода на уровне грунтовых вод и при низком значении рН [1]. Степень опасности почвенной коррозии определяется удельным сопротивлением грунта и снижается с увеличением рН.

Известно, что хорошие антикоррозионные свойства имеет силикатное покрытие, прогретое при температуре 400...800 °С [2]. Предложено использовать в качестве изоляционного силикатного материала отработанные жидкостекольные формовочные смеси, обладающие аналогичными свойствами [3].

В лабораторных условиях были проведены исследования по определению скорости коррозии для различных отработанных формовочных смесей. Использовали стальные пластины 30×100 мм толщиной 1,5 мм. Пластины помещали в стакан емкостью 1 л с исследуемыми образцами смесей и субстратов почвы. Для ускорения процесса коррозии проводили полив смеси 1 раз в неделю водой в количестве 0,1 л. Исследования показали, что при комнатной температуре это количество влаги полностью испаряется. Пластины периодически (1 раз в месяц) доставали из смеси, очищали от песка и ржавчины. Оставшуюся ржавчину удаляли с помощью раствора щавелевой кислоты. Очищенные от ржавчины пластины промывали водой и взвешивали. По убыли массы определяли

Таблица 1

**Скорость коррозии при использовании отработанных жидкостекольных смесей**

Состав смеси, %	Скорость коррозии, мм/год	Баллы по шкале стойкости
Почва	1,0...1,5	8
Песок кварцевый	0,6...1,0	7
Жидкое стекло — 5,5	<0,001	1
ДС-РАС-0,1		
Феррохромовый шлак — 3,0		
Песок — остальное		
Жидкое стекло — 6	<0,001	1
Феррохромовый шлак — 1,2		
Глина — 4,0		
Уголь — 2,5		
Песок — остальное	<0,001	1
Жидкое стекло — 6		
Феррохромовый шлак — 5		
Кероген — 3		
Песок — остальное	<0,001	1
Жидкое стекло отверждаемое CO <sub>2</sub> — 7		
Песок — остальное		
Жидкое стекло — 3,5	<0,001	1
Пропиленкарбонат — 0,35		
Песок — остальное		

глубинный показатель коррозии (мм/год) и группу стойкости в баллах по шкале, приведенной в справочнике [4]. Результаты исследований приведены в табл. 1.

Проведенные исследования показывают, что скорость коррозии стальных образцов, помещенных в отработанные формовочные смеси на основе жидкого стекла, незначительна. Это позволит использовать эти смеси в качестве изолирующего слоя для стальных коммуникаций и трубопроводов.

С целью повышения срока действия антикоррозионных свойств защитного слоя в условиях водонасыщенных почв был предложен способ обработки трубопроводов фосфорной кислотой и размещение их в сыпучий антикоррозионный материал, содержащий отработанную формовочную жидкостекольную смесь литейного производства и дополнительно (5...20 % мас.) пылевидный силикатный материал, в качестве которого предложено использовать отходы производства (отходы механической регенерации литейных песков, бурогоугольную смолу, самораспадающийся шлак) [5].

При обработке стальных конструкций о-фосфорной кислотой происходит растворение оксидов железа и на поверхности образуется пленка, которая в отсутствие влаги может предохранять конструкцию от коррозии. Однако в условиях водонасыщенных почв такая обработка приводит к ускорению процесса коррозии. Было обнаружено, что силикатная пыль, обладающая большой активностью, прочно адсорбирует силикаты и фосфаты натрия. Поэтому при введении силикатной пыли в отработанную формовочную смесь удается значительно снизить скорость вымывания из нее фосфатов и силикатов натрия грунтовыми водами, что значительно увеличивает срок действия антикоррозионных свойств защитного слоя. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Были проведены испытания отходов литейного производства в качестве материалов для защиты подземных тепловых сетей от почвенной

Таблица 2

**Влияние состава защитного слоя на значение рН и скорость коррозии**

Количество пылевидного материала, % мас.	Наличие обработки о-фосфорной кислотой	рН смеси в зависимости от времени опыта					Скорость коррозии через 6 месяцев, мм/год
		—	Через 1 месяц	Через 2 месяца	Через 4 месяца	Через 6 месяцев	
0	Нет	12,3	10,6	9,4	8,6	7,8	0,27 0,11
	Да	12,0	10,2	9,0	8,1	7,1	
2	Нет	12,1	11,0	10,2	9,0	8,6	0,05 0,01
	Да	12,0	10,8	10,0	9,1	8,3	
5	Нет	11,6	11,2	10,3	9,7	9,4	Отсутствует Отсутствует
	Да	11,4	11,0	10,1	9,4	9,0	
15	Нет	10,6	10,3	10,0	9,8	9,6	Отсутствует Отсутствует
	Да	10,2	10,0	10,0	9,6	9,4	
20	Нет	10,0	9,8	9,6	9,5	9,4	Отсутствует Отсутствует
	Да	9,7	9,4	9,4	9,0	8,6	



коррозии на участке теплотрассы. Вскрытие участка теплопровода через семь лет после начала испытания показало высокую эффективность предложенного материала для защиты стальных подземных коммуникаций от почвенной коррозии. Визуальным осмотром установлено полное отсутствие коррозии на участке защищенного трубопровода, образование прочного защитного слоя на поверхности трубопровода из материала, полученного из отходов литейного производства, снижающее потери теплоты в окружающей грунт, что является важным условием для повышения эффективности эксплуатации подземных коммуникаций.

Предлагаемый способ защиты от почвенной коррозии может найти применение в отраслях, где имеет место укладка труб и других стальных конструкций под землей (водопроводы, теплотрассы, газо- и нефтепроводы, емкости и коммуникации к ним на автозаправочных станциях).

Разработанная технология позволяет самым простым и дешевым способом укладывать теплотрассы, так как не требуется бетонных лотков, теплоизолирующих и антикоррозионных материалов, что позволяет снизить стоимость укладки в 5–10 раз.

#### Список литературы

1. **Тодт Ф.** Коррозия и защита от коррозии. — М.: Химия, 1966. — 312 с.
2. **Солнцев С. С., Туманов А. Т.** Защитные покрытия металлов при нагреве. — М.: Машиностроение, 1976. — 361 с.
3. **Патент 1340239 РФ**, МКИ С23F15/00. Способ защиты конструкций от почвенной коррозии / А. А. Ляпкин, Н. С. Чуракова, В. В. Шамин, И. В. Копылова (РФ). № 40245446/22-02. Заявлено 14.02.86.
4. **Краткий справочник** химика / Под ред. В. Ч. Перельмана. 7-е изд. — М.: Химия, 1964. — 623 с.
5. **Патент 1565072 РФ**, МКИ С23F15/00, С23С22/20. Способ защиты металлических конструкций от почвенной коррозии / А. А. Ляпкин, Г. Г. Мальцев (РФ). № 4427336/23-02. Заявлено 16.05.88.

**N. S. Churakova**, Head of Laboratory, e-mail: lpe2007@mail.ru, Research Institute of labour protection in the city of Yekaterinburg

## Method of Utilization of Waste of Foundry Production

*The way of utilization of the fulfilled forming and rod mixes is developed. It is offered to use the fulfilled foundry mixes as the isolating layer for steel communications and pipelines. For the purpose of increase in period of validity of anticorrosive properties of a protective layer in the conditions of water-saturated soils the way including processing of pipelines phosphoric acid and placements them in loose anticorrosive material is developed.*

**Keywords:** waste of foundry production, the fulfilled forming mixes, utilization, soil corrosion, anticorrosive material

#### References

1. **Todt F.** Korrozija i zashhita ot korrozii. Moscow: Himija, 1966. 312 p.
2. **Solncev S. S., Tumanov A. T.** Zashhitnye pokrytija metallov pri nagreve. Moscow: Mashinostroenie, 1976. 361 p.
3. **Patent 1340239 RF**, MКИ S23F15/00. Sposob zashhity konstrukcij ot pochvennoj korrozii / A. A. Ljapkin, N. S. Churakova, V. V. Shamin, I. V. Kopylova (RF). No. 40245446/22-02. Zajavleno 14.02.86.
4. **Kratkij spravochnik** himika / Pod red. V. Ch. Perel'mana. 7-e izd. Moscow: Himija, 1964. 623 p.
5. **Patent 1565072 RF**, MКИ S23F15/00, S23S22/20. Sposob zashhity metallicheskih konstrukcij ot pochvennoj korrozii / A. A. Ljapkin, G. G. Mal'cev (RF). No. 4427336/23-02. Zajavleno 16.05.88.

УДК 371.3

**Ю. А. Талагаева**, канд. филол. наук, доц. кафедры, e-mail: talag-yulia@yandex.ru,  
**Ю. В. Талагаев**, канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры, Балашовский институт  
(филиал) Саратовского национального исследовательского государственного  
университета имени Н. Г. Чернышевского

## **Проблема формирования у подростков навыков безопасного поведения в сети Интернет**

*Рассмотрена тема развития у подростков навыков безопасного поведения в сети Интернет. Описаны основные угрозы, с которыми могут столкнуться дети и подростки в виртуальном пространстве. Проанализирована степень раскрытия этой темы на уроках информатики и основ безопасности жизнедеятельности в школе. Приведены данные исследования уровня информированности подростков о способах рационального использования сети Интернет, методах защиты информации и правилах безопасного поведения в социальных сетях.*

**Ключевые слова:** подростки, интернет, угроза, социальные сети, безопасное поведение, кибер-буллинг, родительский контроль, небезопасный контент

### **Актуальность исследования**

Интернет занимает значимое место в жизни современного общества, предоставляя способы быстрого поиска и получения нужной информации, заработка, общения, организации досуга, развлечения. Многие стороны обычной жизни находят отражение в виртуальном пространстве. У детей и подростков одним из наиболее востребованных видов онлайн-деятельности является общение. Интернет в этом плане открывает большие возможности для знакомства со сверстниками со всего мира и переписки (разговора) с ними в реальном времени через социальные сети, мессенджеры и сервисы видеосвязи.

Неуверенным в себе и стеснительным подросткам онлайн-общение позволяет чувствовать себя более комфортно, чем при контакте лицом к лицу. Создается ощущение безопасности — подросток может управлять своим кругом знакомств, выбирать, кого принять в друзья (в социальных сетях, к примеру), а кого — исключить. В виртуальном мире можно создать себе любую личность, ведь проверить, является ли человек на самом деле таким, как себя описывает, простой пользователь вряд ли сумеет.

Общение в Интернет-среде происходит по тем же законам, что и в реальном мире. Однако такие удобные функции, как анонимность, возможность скрыть или изменить личные данные таят в себе вполне реальную угрозу. Невозможно проверить, является ли новый друг тем, за кого

себя выдает, и этим активно пользуются мошенники, жертвами которых часто становятся дети и подростки.

**Цель исследования** — выявить, насколько хорошо современные подростки знакомы с методами защиты данных на компьютере и владеют ли они навыками безопасного поведения в сети Интернет.

### **Анализ проблемы**

Согласно статье 2 Федерального закона от 29.12.2010 № 436-ФЗ (ред. от 01.05.2017) "О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию" информационная безопасность детей — это состояние защищенности, при котором отсутствует риск, связанный с причинением информацией вреда здоровью и (или) физическому, психическому, духовному, нравственному развитию детей [1]. Совокупность условий, событий, действий, влекущих опасность нарушения информационной безопасности, определяют различного рода угрозы и вызываемые ими риски нанесения вреда или ущерба интересам детей.

Подростки являются особой категорией пользователей информационных ресурсов, размещенных в сети Интернет. В настоящее время их взросление, обучение и социализация проходят в непрерывном соприкосновении с глобальным информационным пространством. Возникающие при этом риски и угрозы информационной безопасности вызываются целым комплексом



причин, к которым следует отнести недостаточную грамотность подростков в сфере информационной безопасности, возрастные психологические особенности, недостаточный уровень развития критического мышления, навыков потребления информации, ответственности за действия в информационном пространстве и др.

Основные опасения многих родителей, наблюдающих за своими детьми, которые ежедневно проводят по несколько часов за компьютером или другими устройствами, связаны с возникновением у детей "интернет-зависимости". Обычным способом борьбы с ней является ограничение времени, которое ребенку разрешается проводить за компьютером или другим устройством, вплоть до полного запрета пользования. Несмотря на несомненную важность, эта проблема — только верхушка айсберга. Все ли родители задают себе вопросы: "А что, собственно, ребенок делает в сети Интернет?", "Каким угрозам он подвергается?"

Информационные угрозы для подростковой среды в сети Интернет могут быть поделены на три группы: 1) контентные угрозы; 2) коммуникационные угрозы; 3) угрозы конфиденциальности и хищения информации.

В сети Интернет содержится огромное количество самой различной информации, как полезной, так и вредной, опасной для детей и подростков. **К контентным угрозам** следует отнести неконтролируемый доступ и просмотр информации, опасной для определенной возрастной группы детей, объединенной теми или иными интересами или увлечениями. К опасному контенту относятся (полный перечень приведен в упомянутом выше Федеральном законе [1]) текстовые, фото-, аудио- и видеоматериалы, которые содержат информацию: 1) побуждающую к причинению ущерба здоровью, агрессии, насилию в отношении людей и животных, самоубийству, разжигающую расовую ненависть; 2) содержащую нецензурную лексику, отрицание семейных ценностей, эротику и порнографию; 3) содержащую рекламу табачной, алкогольной продукции, наркотических веществ, азартных игр.

Несмотря на то, что распространение перечисленного негативного контента является незаконным и предполагает административную и уголовную ответственность, подростки сталкиваются с ним на сайтах, в социальных сетях, блогах, торрентах, видеохостингах, видеостриминговых сервисах и т. п. В связи с ростом значимости проблемы предпринимаются усилия по предотвращению контентных угроз.

Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) осуществляется

мониторинг и блокировка сайтов в соответствии с действующим законодательством. Ведущие компании в сфере антивирусного программного обеспечения дополняют свои программные продукты функциями родительского контроля. Разрабатывается специальное программное обеспечение (Kaspersky Safe Kids и т. п.), позволяющее автоматически фильтровать информацию, которую подросток получает из сети Интернет с помощью компьютера и других устройств, уберегая его от посещения нежелательных сайтов и запуска приложений, а также контролировать его активность в социальных сетях.

Тем не менее задача устранения контентных угроз далека от полного решения. В последнее время общественный резонанс получила проблема защиты детей и подростков от информации, распространяемой в социальных сетях в закрытых группах, которые вовлекают их в опасные игры ("игры на выживание", "игры на вымирание") или провоцируют на суицид ("группы смерти"). С такими угрозами трудно бороться, поскольку непрерывному мониторингу должен подвергаться большой объем материалов. При этом отсутствуют эффективные методики поиска суицидального контента. Подросток может не понимать, что им манипулируют, поэтому важную роль в предотвращении непоправимых последствий играет грамотное поведение родителей, которые должны осознать проблему и своевременно выявлять подозрительные признаки общения в суицидальных группах (частое использование мессенджеров, установка пароля на используемые устройства, открытие электронных кошельков, изменение поведения и др.).

Следующий вид угроз, с которыми подростки сталкиваются при общении в сети Интернет, — **коммуникационные угрозы**. К наиболее опасным их проявлениям относятся онлайн-травля ("кибер-буллинг") и "онлайн-груминг".

Кибер-буллинг (или киберпреследование) может проявляться в форме умышленной травли, оскорблений, угроз, запугивания, унижения, подражания, клеветы, разглашения личной информации или социального бойкотирования посредством сообщений в социальных сетях, мессенджерах, рассылки электронных писем и СМС [2]. Буллингом также является публикация отредактированных унижительных фотографий, взлом профиля или страницы жертвы с дальнейшей организацией рассылки от ее имени оскорбительного или унижительного контента, создание поддельной страницы на имя жертвы с дальнейшими действиями от ее имени.

Источником кибер-буллинга могут быть как знакомые подростка (друзья, одноклассники),

так и посторонний человек или группа людей. В силу особенностей психологического развития, характеризуемого высокой чувствительностью к оскорблениям и социальной оценке, основное количество преследователей и их жертв приходится на возраст 11–16 лет. Кибер-буллинг опасен для психологического здоровья подростка вне зависимости от того, является ли он жертвой или преследователем. Жертв травли он приводит к депрессии, снижению самооценки, потере доверия к близким людям, суицидальным мыслям.

Агрессоры не до конца осознают опасность совершаемых действий, считая их лишь шуткой. На самом деле в основе агрессивных действий может лежать страх самому оказаться жертвой, желание получить признание или показать свое превосходство, комплекс неполноценности или личностный кризис (разрыв дружбы, неудачи). В таком случае агрессивное преследование — лишь неудачный способ решить собственные проблемы, разрушающий необходимую в дальнейшей жизни основу коммуникационных взаимоотношений, что влечет к депрессии, употреблению алкоголя и наркотических средств.

Особенность кибер-буллинга состоит в отсутствии временных и географических ограничений, ненаказуемости (анонимности) преследователя, широте аудитории, скорости распространения информации. Борьба с кибертравлей очень сложно. Функция родительского контроля, реализуемая антивирусным программным обеспечением, для таких целей не эффективна. Важнейшую роль в решении возникшей проблемы и защите подростка играют доверительные отношения с родителями и помощь взрослых.

Следующий опасный вид коммуникационных угроз — онлайн-груминг [3]. Он проявляется в установлении через Интернет дружеских отношений с подростком, целью которых является личная встреча, сексуальные отношения, эксплуатация и шантаж. Достаточно часто персональные страницы подростков в социальных сетях посещают незнакомые им люди. Риск завязывания общения состоит в том, что в реальности "новый друг" может оказаться не расширяющим контакты ровесником, а злоумышленником, выдающим себя за другого человека.

Последствия общения в Интернете с такими незнакомцами, разбирающимися в подростковой психологии, могут быть самыми разными. Не распознавший обман подросток может передать конфиденциальную информацию о себе или семье (адрес, телефон), прислать фотографии (личные фото или фото квартиры), поделиться информацией о планах и т. п. Успокоенный мыслью, что ему не нужно встречаться с незнакомцем

в реальной жизни, подросток может стать жертвой связанной с грумингом интернет-угрозы — переписки на интимные темы ("секстингом" [4]). Жертвы секстинга, подвергнувшись обману или уговорам, могут отправить незнакомому человеку эротические фотографии или видео, совершить непристойные действия перед веб-камерой и др. Результатом может стать подрыв репутации вследствие бесконтрольного распространения интимных материалов в сети, шантаж или кибертравля.

Не менее актуальной для подростковой среды является угроза хищения персональной информации (взлом электронной почты, аккаунта в социальных сетях или сервисах цифрового распространения компьютерных игр). Эта угроза актуальна для всех категорий пользователей, и для ее предотвращения существуют специальные решения в виде антивирусных программ. В случае с подростками она имеет свою специфику. С одной стороны, причиной кражи личных данных у подростков является их недостаточная грамотность в сфере информационной безопасности, с другой — для кражи личной информации пользователя злоумышленниками используются сложные схемы, учитывающие круг интересов и возрастные особенности жертв.

Осваивать приемы противостояния интернет-угрозам подросткам приходится чаще всего самостоятельно, либо обращаться за советом к сверстникам. Родители не всегда сами обладают достаточным объемом знаний в области интернет-безопасности, чтобы распознать угрозы и помочь ребенку их избежать, а к педагогам с такого рода вопросами подростки обращаться не склонны.

К тому же, в курсе школьного обучения проблеме формирования у обучающихся навыков безопасного поведения учащихся в сети Интернет, к сожалению, не уделяется достаточно внимания. Логичнее всего было бы рассматривать эти вопросы в рамках учебных предметов "Основы безопасности жизнедеятельности" (ОБЖ) и "Информатика". Однако анализ содержания учебников по ОБЖ показал, что тема безопасной работы за компьютером рассматривается не во всех из них и авторами учебников выделяются аспекты, не связанные с посещением сети Интернет.

Например, в 6-м классе по учебнику "Основы безопасности жизнедеятельности" (авторы А. Т. Смирнов, Б. О. Хренников) изучается тема влияния компьютера на здоровье человека, которая, безусловно, актуальна, но не содержит сведений о правилах безопасного поведения в Интернете. Кроме того, согласно федеральному компоненту федерального государственного образовательного стандарта основного общего



образования (ФГОС ООО) [5], предмет ОБЖ в обязательном порядке изучается с 8-го класса. Обучение ему до этого времени образовательная организация может осуществлять за счет регионального или школьного компонентов. Следовательно, в тех школах, где учащиеся начинают знакомиться с основами безопасности жизнедеятельности только с 7-го или 8-го класса, тема, связанная с безопасной работой за компьютером, не будет рассматриваться совсем.

В учебник "Основы безопасности жизнедеятельности. 9 класс" (авторы М. П. Фролов, Е. Н. Литвинов, А. Т. Смирнов и др.) включен раздел "Безопасное пользование компьютером", содержащий две темы. Однако и в данном случае внимание уделяется только факторам отрицательного воздействия компьютера на организм человека и правилам организации рабочего места.

Можно предположить, что в достаточной мере вопросы безопасного поведения в сети Интернет должны раскрываться в курсе информатики, особенно, если принять во внимание, что подавляющее большинство современных детей усваивает азы пользования компьютером и мобильным телефоном еще в дошкольном возрасте. Однако тема "Безопасность в Интернете" рассматривается, как и в случае с ОБЖ, не во всех учебниках и на нее выделяется всего 1 ч. Различны и классы, в которых авторы предлагают знакомить учащихся с правилами безопасного поведения в сети Интернет. Так, в учебниках Г. А. Заборовского вопросы безопасности в сети Интернет рассматриваются в 7-м классе, в учебнике Л. Л. Босовой и А. Ю. Босовой — в 9-м классе, а в учебнике А. Г. Гейна и др. — в 11-м.

Получается, что такая актуальная для обучающихся тема "Безопасность в Интернете" в образовательном процессе практически не представлена.

Возможно, причина в том, что Интернетом и социальными сетями подростки пользуются во внеучебное время вне стен школы, и ответственность за привитие им навыков безопасного поведения следует возлагать на родителей. Однако вне школы учащиеся ежедневно переходят дорогу, пользуются городским транспортом, бытовыми электроприборами, но вопросы обеспечения их безопасности в этих ситуациях подробно рассматриваются на уроках ОБЖ. Родители же не всегда способны оградить своего ребенка от угроз, с которыми он может столкнуться в сети Интернет.

Поэтому, по мнению авторов, необходима дополнительная работа с обучающимися и их родителями по формированию навыков безопасного поведения в сети Интернет и социальных сетях.

### Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на базе МОУ СОШ № 7 и МОУ "Гимназия № 1" г. Балашова среди учащихся 7-х и 8-х классов. Испытуемым предлагалось ответить на вопросы анкеты, состоящей из трех блоков. Первый блок был посвящен выявлению знаний обучающихся о рациональных способах использования ресурсов сети Интернет и определению предпочитаемых вариантов времяпрепровождения в ней. Второй блок содержал вопросы об информированности обучающихся о способах защиты данных на компьютере, а третий был направлен на выявление того, знакомы ли обучающиеся с навыками безопасного поведения в социальных сетях и придерживаются ли они соответствующих правил.

Для каждого блока были разработаны критерии оценки навыков безопасного поведения (табл. 1).

Таблица 1

Критерии оценки навыков безопасного поведения подростков

Уровень	Критерий
<b>Блок 1. Рациональное использование ресурсов сети Интернет</b>	
Высокий	Знает о рекомендуемых нормах времени, отводимых для работы за компьютером, и соблюдает их. Рационально использует ресурсы сети Интернет для учебы или саморазвития. При недостатке знаний или навыков готов обратиться за помощью к взрослым
Средний	Проводит в Интернете больше времени, чем рекомендовано. Использует ресурсы сети Интернет частично для учебы, но в основном для развлечения. Недостаточно хорошо владеет навыками самостоятельного поиска информации. Готов обратиться за помощью к взрослым
Низкий	Не ограничивает время, проводимое в Интернете. Использует ресурсы сети Интернет исключительно для развлечения или поиска готовых домашних заданий, но не для саморазвития и учебы. Склонен переоценивать собственные знания и навыки работы в Интернете

Уровень	Критерий
<b>Блок 2. Информированность о способах защиты данных</b>	
Высокий	Знает о необходимости применения антивирусных программ и средств ограничения доступа к информации в Интернете, понимает, зачем они нужны. Может назвать основные каналы распространения компьютерных вирусов, понимает, какую опасность таят в себе вирусы и знает, что нужно делать при их обнаружении на компьютере
Средний	Знает о необходимости применения антивирусных программ и средств ограничения доступа к информации в Интернете, но затрудняется ответить, применяются ли они на его устройствах. Может назвать основные каналы распространения компьютерных вирусов, в общих чертах представляет, что они наносят вред компьютеру
Низкий	Знает о необходимости применения антивирусных программ и средств ограничения доступа к информации в Интернете, но затрудняется ответить, применяются ли они на его устройствах. Не знает, в чем именно опасность компьютерных вирусов и каковы основные способы борьбы с ними
<b>Блок 3. Владение навыками безопасного поведения в социальных сетях</b>	
Высокий	Знает и соблюдает правила безопасного поведения в социальных сетях, не помещает в открытом доступе персональные данные. С опаской относится к приглашениям и предложениям, полученным в социальных сетях от незнакомых людей. Хорошо понимает, какую угрозу для личной безопасности и здоровья может представлять бесконтрольное времяпрепровождение в социальных сетях
Средний	Знает и в основном соблюдает правила безопасного поведения в социальных сетях, не помещает в открытом доступе персональные данные. Сообщения и приглашения от незнакомых людей в соцсетях вызывают интерес, желание узнать о собеседнике больше. Не стремится ограничивать время, проводимое в социальных сетях
Низкий	Не всегда соблюдает правила безопасного поведения в социальных сетях, не считает необходимым скрывать информацию о себе. Использует соцсети как способ развлечения. К приглашениям от незнакомых людей относится с любопытством. Не ограничивает время, проводимое в социальных сетях

### Результат исследования

Анализ ответов учащихся на вопросы **первого блока анкеты** показал, что компьютер или мобильный телефон, подключенные к Интернету, есть у 92,2 % опрошенных. У некоторых подростков устройства не подключены к Интернету либо заблокированы, а у 0,8 % (1 человек) нет ни компьютера, ни мобильного телефона. Почти треть обучающихся (29,8 %) сказали, что ежедневно в сети Интернет они проводят 2...3 ч в день; 16 % обучающихся тратят на Интернет 1...2 ч в день, 12,2 % — от 30 до 60 минут. Менее получаса проводят в Интернете 8,4 % опрошенных и еще 8,4 % — по 3...4 ч. Четверть опрошенных (25,2 %) ежедневно уделяют Интернету более 4 ч своего времени. Получается, что подавляющее большинство респондентов нарушает нормы СанПиН 2.4.5.2409-08 [6], согласно которым непрерывно работать за компьютером обучающиеся 7—8 классов могут не более 20 мин. При этом все школьники отметили, что выходят в Интернет во внеурочное время, поскольку на уроках пользоваться мобильными телефонами не разрешается.

Наиболее популярными видами деятельности в сети Интернет у опрошенных являются общение в чатах и социальных сетях (70,2 %), просмотр видеоканалов и приколов на Youtube (65,6 %), а также скачивание музыки, просмотр фильмов и фотографий (56,5 %). Чуть больше трети учащихся предпочитают играть в онлайн-игры. Для поиска информации для учебы Интернет использует только 50,4 % респондентов, а имеют действующий адрес электронной почты и регулярно пользуются им всего 9,9 %.

Более четверти (28,5 %) учащихся уверены в своих силах и полагают, что способны справиться с трудностями, возникающими в процессе поиска или общения в Интернете. В случае необходимости они готовы самостоятельно искать ответы на интересующие их вопросы. Остальные обращаются за помощью к родителям или друзьям.

Анализ ответов учащихся на **вопросы второго блока анкеты** показал, что большинство из них обладает базовыми знаниями о способах защиты данных, однако эти знания поверхностны. Так, у 84,7 % респондентов устройства защищены



антивирусным программным обеспечением. У 8,4 % такой защиты нет, а некоторые учащиеся (6,9 %) даже не задумывались на эту тему и не могут точно сказать, установлена ли антивирусная программа на их телефоне или компьютере. Лишь у небольшой части респондентов на устройствах используются дополнительные функции блокировки нежелательного контента: программы родительского контроля (15,3 %) или расширения браузера (18,3 %). Остальные 66,4 % опрошенных не принимают иных мер защиты компьютера, кроме антивирусной программы.

Знания подростков о способах проникновения вирусов в устройство и связанных с этим опасностях также поверхностны. Из предложенных вариантов ответов учащиеся, как правило, выбирали один или несколько (при возможности указать столько вариантов, сколько считают правильными), но никто из опрошенных не назвал все правильные ответы.

**Вопросы третьего блока** предназначены для определения степени владения навыками безопасного поведения при общении подростков с незнакомыми людьми. Виртуальная среда опасна тем, что в ней существует огромное число вымышленных личностей. Невозможно с полной уверенностью сказать, кем на самом деле является собеседник или друг по социальной сети.

Анализ ответов подростков показал, что социальные сети являются значимой частью их жизни. Так, 94,7 % респондентов зарегистрированы как минимум в одной социальной сети. Из них 44,8 % ежедневно проводят в социальных сетях менее 1 ч, 32 % — 1...3 ч, 13,6 % — 3...5 ч, а 9,6 % — более 5 ч. Ответы учащихся на вопрос о предпочитаемых видах деятельности в социальных сетях (можно было выбрать один или несколько вариантов) позволили выявить, что подростки используют их, прежде всего, для общения. Чаще всего это переписка с реальными знакомыми (72,8 %), т. е. социальные сети выступают просто еще одним каналом коммуникации, наряду с телефоном или разговором при встрече. Почти половина (49,6 %) опрошенных в жизни поддерживают отношения с большинством своих друзей из социальных сетей. Общаются со всеми 6,4 % опрошенных, лишь с некоторыми из интернет-друзей общаются 36,8 %, а 7,2 % не поддерживают отношения с друзьями из социальных сетей за пределами Интернета.

Другие возможности, предоставляемые социальными сетями, интересны подросткам в гораздо меньшей степени. К ним относятся поиск

новых друзей (9,6 %), общение в группах по интересам (13,6 %), онлайн-игры (12,8 %). Иногда они заходят в социальные сети без определенной цели, просто чтобы "убить время" (15,2 %). При этом большинство подростков с осторожностью подходят к тому, какую именно информацию о себе размещать в социальных сетях. Так, 38,4 % опрошенных подростков не сообщают никакие персональные данные, а 32 % размещают данные с учетом того, как отреагируют на них родители и знакомые. Однако оставшиеся 29,6 % не считают нужным как-либо сортировать публикуемую информацию и готовы выложить в открытый доступ любые сведения о себе.

В целом подростки знакомы с основными правилами безопасного поведения в социальных сетях, но не все готовы их соблюдать. Так, 94,7 % знают, что нельзя никому сообщать пароль от своего аккаунта, но 5,3 % готовы назвать свой пароль другу. Они также знают, что не следует сообщать личную информацию незнакомым людям и добавлять в друзья всех, кто пришлет запрос. Вместе с тем 72,7 % склонны просто проигнорировать такую ситуацию. Расскажут родителям о том, что незнакомец в социальных сетях просит личные данные 20,4 % опрошенных. Остальные (6,9 %) познакомятся и начнут переписываться.

Приглашение в группу от незнакомых пользователей готовы принять только 3,8 % опрошенных, но еще 23,5 % такое приглашение не насторожит, а заинтересует. Они будут искать информацию о приславшем, зайдут к нему на страницу. Большинство же просто проигнорирует приглашение (63,6 %), а вот расскажут о нем родителям всего 9,1 %.

Подростки понимают, что общение с незнакомыми людьми в социальных сетях может быть потенциально опасно, но, вероятно, не расценивают эту угрозу как серьезную, способную выйти за пределы Интернета. Отсюда и низкий процент

Таблица 2

**Уровень информированности респондентов о способах безопасного поведения в сети Интернет**

Уровень	Число учащихся, %		
	Блок 1	Блок 2	Блок 3
Высокий	28,8	0,8	12,1
Средний	56,0	77,2	82,6
Низкий	15,2	22,0	5,3

ответов, связанных с обращением к взрослым (родителям, педагогам).

Результаты анализа данных в целом по группе показывают, что для испытуемых характерен в основном средний уровень информированности по всем трем блокам (табл. 2), причем хуже всего они разбираются в вопросах защиты данных.

### Заключение

Результаты исследования показывают, что уровень осведомленности подростков о способах защиты информации и навыки безопасного поведения в сети Интернет недостаточно высоки и необходима работа по их совершенствованию. К сожалению, возможности образовательной организации ограничены. Педагоги могут рассказать о способах безопасного поведения в сети Интернет, напечатать памятки для обучающихся и их родителей, ограничить доступ школьников к небезопасным ресурсам при пользовании Wi-Fi, предоставляемым школой [7].

Поскольку подростки выходят в сеть Интернет в основном во внеурочное время, наиболее эффективно осуществлять медиацию пользовательского поведения подростков должны родители. При этом ограничивающая форма медиации, наиболее привычная для родителей, неэффективна.

Технические ограничения (установка специальных расширений, программ родительского контроля и т. д.) также не способны блокировать весь небезопасный контент. Поэтому наиболее эффективным вариантом является активная медиация пользования подростком Интернетом и его безопасности в сети. Она подразумевает вовлечение родителей в "виртуальную" жизнь подростка, изучение контента, который ему нравится, обсуждение с подростком его интересов и предпочтений в сети Интернет, помощь при возникновении затруднений, объяснение правил безопасного поведения в социальных сетях, готовность оказать поддержку, если подросток окажется жертвой кибер-буллинга и т. д.

Активная медиация требует от родителей немало времени, сил и определенного уровня

компьютерной грамотности. К сожалению, далеко не всегда родители обладают возможностью и (или) желанием досконально изучить проблему. Однако никакие современные средства компьютерной защиты не смогут гарантированно защитить подростков от опасностей сети Интернет, поскольку причины, толкающие их на необдуманные и рискованные действия, чаще всего носят психологический характер и зарождаются в реальной жизни, а не в виртуальном пространстве. И многих ошибок можно было бы избежать, если бы окружающие вовремя обратили внимание на проблемы подростка и помогли их решить.

### Список литературы

1. **Федеральный закон** от 29.12.2010 № 436-ФЗ (ред. от 01.05.2017) "О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию". Доступ из справочно-правовой системы "КонсультантПлюс". URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_108808/b819c620a8c698de35861ad4c9d9696ee0c3ee7a/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_108808/b819c620a8c698de35861ad4c9d9696ee0c3ee7a/) (дата обращения 30.08.2017).
2. **10 форм** кибербуллинга. URL: <https://kids.kaspersky.ru/10-forms-of-cyberbullying/> (дата обращения 30.08.2017).
3. **Защитите ребенка** от груминга. URL: <https://kids.kaspersky.ru/protecting-your-child-from-grooming/> (дата обращения 30.08.2017).
4. **Секстинг** и его последствия. URL: <https://kids.kaspersky.ru/sexting-and-its-consequences/> (дата обращения 30.08.2017).
5. **Федеральный государственный образовательный стандарт** основного общего образования / Министерство образования и науки Российской Федерации: сайт. URL: <http://xn--80abucjibhv9a.xn--plai/%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B/543> (дата обращения 30.08.2017).
6. **СанПиН 2.4.5.2409—08** "Санитарно-эпидемиологические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы". Доступ из справочно-правовой системы "Гарант". URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/4179328/paragraph/25032:1> (дата обращения 30.08.2017).
7. **Талагаева Ю. А., Талагаев Ю. В.** Роль семьи в формировании основ безопасного поведения школьников в сети Интернет // Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности детей и пути их решения: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 20—21 апреля 2017. Балашов / Под общ. ред. Н. В. Тимушкиной, Д. В. Воробьева. — Саратов: Саратовский источник, 2017. — С. 397—401.



**Y. A. Talagaeva**, Associate Professor of Chair, e-mail: talag-yulia@yandex.ru,  
**Y. V. Talagaev**, Associate Professor of Chair, Balashov Institute (Branch) of Saratov State University

## The Problem of Developing the Skills of Safe Internet Behavior in Adolescents

*The paper addresses the problem of developing the skills of safe Internet behavior in adolescents. It describes the main threats children and adolescents can face in cyberspace. The aim of the paper is to show the degree of teenage awareness of the ways of protecting personal data in the World Wide Web and their skills of safe Internet behavior. The authors point out that school courses in Informatics and Basics of Life Safety don't provide adolescents with sufficient knowledge on how to protect themselves from Internet threats. The analysis of the research data reveals that adolescents spend in the Internet at least 30 minutes a day. Internet for them is a means of entertainment used for watching movies and photos, playing computer games and communicating with friends. The level of their safe Internet behavior skills is mostly average or low. Thus additional work to improve it is needed. The paper explains that an effective means of developing safe Internet behavior in adolescents is active parent mediation of their user activity.*

**Keywords:** adolescents, Internet, threat, social networks, safe behavior, cyberbullying, parent control, parent mediation, dangerous content

### References:

1. **Federal'nyj zakon** ot 29.12.2010 No. 436-FZ (red. ot 01.05.2017) "O zashhite detej ot informacii, prichinjajushhej vred ih zdorov'ju i razvitiju". Dostup iz spravочно-pravovoj sistemy "Konsul'tantPljus". URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_108808/b819c620a8c698de35861ad4c9d9696ee0c3ee7a/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_108808/b819c620a8c698de35861ad4c9d9696ee0c3ee7a/) (date of access 30.08.2017).
2. **10 form** kiberbullinga. URL: <https://kids.kaspersky.ru/10-forms-of-cyberbullying/> (date of access 30.08.2017).
3. **Zashhitite** rebenka ot gruminga. URL: <https://kids.kaspersky.ru/protecting-your-child-from-grooming/> (date of access 30.08.2017).
4. **Seksting** i ego posledstvija. URL: <https://kids.kaspersky.ru/sexting-and-its-consequences/> (date of access 30.08.2017).
5. **Federal'nyj gosudarstvennyj obrazovatel'nyj standart** osnovnogo obshhego obrazovanija / Ministerstvo obrazovanija i nauki Rossijskoj Federacii: sajt. URL: <http://xn--80abucjiibhv9a.xn--ai/%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B/543> (date of access 30.08.2017).
6. **SanPiN 2.4.5.2409-08** "Sanitarno-jepidemiologicheskie trebovanija k personal'nym jelektronno-vychislitel'nym mashinam i organizacii raboty". Dostup iz spravочно-pravovoj sistemy "Garant". URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/4179328/paragraph/25032:1> (date of access 30.08.2017).
7. **Talagaeva Ju. A., Talagaev Ju. V.** Rol' sem'i v formirovanii osnov bezopasnogo povedenija shkol'nikov v seti Internet. *Aktual'nye problemy bezopasnosti zhiznedejatel'nosti detej i puti ih reshenija: Materialy Vserossiskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem.* 20—21 aprelja 2017. Balashov / Pod obshhej redakciej N. V. Timushkinoj, D. V. Vorobieva. Saratov: Saratovskij istochnik, 2017. P. 397—401.

УДК 378.06+658.382.3

**Т. Т. Каверзнева**, канд. техн. наук, доц., **Н. А. Леонова**, канд. пед. наук, доц., e-mail: n\_leonova\_72@mail.ru, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

## Проблемы перевода учебного процесса в on-line формат в высшей школе

*Дан анализ проблемы перевода учебного процесса в вузах страны в on-line формат. Выделены преимущества on-line формата проведения учебного процесса и требования, которые необходимы для того, чтобы дистанционное образование было эффективным. Показано, что использовать on-line формат нужно там, где возможно обучение по унифицированным программам. Отмечено, что необходимо оставить возможности индивидуального общения преподавателя со студентами в рамках проведения практических задач, лабораторных занятий, деловых игр и иных интерактивных форм проведения, где студенту необходимо развивать свои коммуникационные способности, иметь возможность осуществления диалога как с преподавателем, так и с сокурсниками. Не должно быть "повсеместного" перехода от традиционных форм обучения к on-line формату.*

**Ключевые слова:** on-line формат, дистанционный режим, унифицированные программы, преимущества дистанционного обучения

За последние пять-десять лет произошли серьезные изменения в образовательных программах высшего образования и наметилась тенденция перевода традиционной лекционной формы обучения в режим on-line. Возникло дистанционное обучение — форма обучения на расстоянии, не требующая физического одновременного присутствия в одном месте преподавателя и студента, организованная преимущественно в сети Интернет и использующая современные способы коммуникации: аудиотехнику, видеотехнику и спутниковые каналы связи [1—6].

Появление нового подхода к системе обучения в вузах было обусловлено рядом причин, к которым, главным образом, можно отнести укрупнение аудиторных потоков, возможность передачи большего объема информации в условиях сокращения часов учебной нагрузки и изменением кадровой политики вузов. Причем перечисленные причины определенным образом взаимосвязаны друг с другом. Так, необходимость своеобразного "сжатия" во временных рамках передаваемых студентам знаний (информации) обусловлена снижением часов, отпущенных на процесс обучения [7].

Опыт происходящего перехода традиционной лекционной формы обучения в режим on-line показал, что дистанционная форма обучения, наряду с преимуществами, имеет ряд отрицательных сторон, которые необходимо иметь в виду при выборе форм обучения студентов в вузах. Попробуем разобраться в том, когда целесообразен on-line формат.

### Преимущества on-line формата проведения учебного процесса

1. On-line формат дает возможность охватить широкую аудиторию и в любой точке мира.

On-line формат позволяет проводить обучение с любой аудиторией: большой и малой. Но реализация охвата широкой аудитории предполагает высокую техническую оснащенность вуза или наличие персонального компьютера у каждого студента с соответствующим программным обеспечением. Последнее предполагает, что студенты отдаленных регионов нашей страны обладают необходимыми финансовыми возможностями для дистанционного обучения.

Отсутствие необходимости ежедневно посещать учебное заведение — несомненный плюс для людей с ограниченными возможностями по здоровью, для проживающих в труднодоступных местностях, родителей с маленькими детьми.

2. Студент, получив код доступа к интернет-сети, сможет изучать дисциплину по единой унифицированной программе, которая разрабатывается вузом, что предъявляет высокие требования к разработчикам программ. Только в том случае, если программа будет удовлетворять всем необходимым требованиям федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) [8], можно говорить об эффективности дистанционного обучения. Разработчики, обладая высокими профессиональными качествами, должны иметь возможность вносить необходимые изменения в программы, которые могут быть обусловлены, например, изменениями в нормативных документах, законодательных базах и другими причинами.

3. Студент, обучающийся дистанционно, сможет самостоятельно планировать время своего входа в интернет-сеть, что создает широкие возможности для индивидуального графика



обучения. Образовательные учреждения смогут предоставить своим студентам льготные возможности откладывать обучение на некоторый срок.

4. On-line формат дает возможность студентам, у которых имеются какие-либо пробелы в образовании и которым нужно больше времени для осмысления и освоения получаемой дистанционно информации, обратиться к ней повторно [4]: несколько раз посмотреть видео-лекции, перечитать переписку с преподавателем. С другой стороны, если студенту предлагается уже знакомый ему материал, существует возможность сразу перейти к освоению нового. Таким образом, можно выбирать свою индивидуальную скорость обучения в дистанционном режиме.

5. On-line формат дает возможность студентам в индивидуальном темпе наверстать пропущенные занятия по причине болезни, командировок, иных событий, не отстать от сокурсников.

6. On-line формат дает возможность учиться без отрыва от основной деятельности. Дистанционно можно обучаться на нескольких курсах одновременно, получать очередное высшее образование. Для этого совсем не обязательно брать отпуск на основном месте работы. Существуют образовательные организации, которые организуют корпоративное обучение (повышение квалификации) для сотрудников фирм и госслужащих. В этом случае учеба не прерывает трудовой стаж, а полученные знания можно сразу применить в трудовой деятельности.

7. Использование on-line формата обеспечивает доступность учебных и нормативных материалов. Обучающимся дистанционно не знакома такая проблема, как нехватка учебников, задачников, методичек. Доступ ко всей необходимой литературе открывается студенту после регистрации на сайте вуза, либо он получает учебные материалы по почте.

8. Интернет-сеть дает в дистанционном обучении возможность быстрой связи по экстренным вопросам с преподавателем, например, с помощью электронной почты. В ряде университетов есть своего рода наставники — тьюторы (от англ. tutor — наставник), которые обеспечивают разработку индивидуальных образовательных программ для учащихся и студентов и сопровождают процесс индивидуального образования. Правда, нужно отметить, что часто преподавателю проще ответить на вопросы лично, не используя переписку. Когда требуется дать развернутый ответ, переписка не является эффективной формой общения [6].

9. Обучение в on-line формате делает образование более дешевым. Если сравнивать очное обучение по отдельной взятой специальности на коммерческой основе и дистанционное, то второе окажется дешевле. Студенту не приходится оплачивать дорогу, проживание в гостинице,

а в случае с зарубежными вузами не нужно тратить на приобретение визы и загранпаспорта.

10. В on-line формате исключается возможность субъективной оценки знаний студентов: на систему, проверяющую правильность ответов на вопросы теста, не повлияет успеваемость студента по другим предметам, его общественный статус и другие факторы.

11. Промежуточная аттестация студентов дистанционных курсов проходит в форме on-line тестов, когда у учащихся меньше поводов для волнения перед встречами с преподавателями на зачетах и экзаменах. Эмоциональная устойчивость групп обучающихся, у которых существует избыточное волнение перед экзаменами, выше при заочной форме проверки знаний, чем при очной; аттестация в интернациональных учебных группах также несколько облегчается [9].

В таблице представлены основные преимущества обучения в on-line формате, а также обстоятельства, усложняющие перевод обучения в этот формат.

Результаты обучения студентов в on-line формате в нашей стране еще предстоит оценить, ведь большую часть учебного материала студент дистанционного обучения изучает самостоятельно. При высокой мотивации самостоятельное обучение способно улучшить запоминание и понимание пройденных тем, особенно при использовании в процессе обучения новейших технологий представления информации. Исследования американских ученых показали, что результаты дистанционного обучения не уступают или даже превосходят результаты традиционных форм обучения [8], российским ученым еще предстоит это оценить.

Обучение специальностям, предполагающим большое число практических занятий, дистанционно затруднено. Даже самые современные тренажеры не заменят, например, будущим медикам или учителям "живой" практики. Наиболее целесообразно, по мнению авторов, разрабатывать on-line лекционные курсы для больших аудиторий, где выигрывает формат определяется унификацией разработанных программ, а для малых аудиторий оставить традиционные практические и лабораторные занятия, усилив их эффективность интерактивной составляющей [10, 11].

Необходимо также заметить, что особенная потребность в дистанционном образовании возникает в отдаленных районах страны. Однако в "глубинке" не у всех желающих обучаться есть компьютер с доступом в Интернет и компьютерная грамотность не у всех на должной высоте.

Создавая on-line лекционные курсы, необходимо предусмотреть возможность их редактирования, совершенствования, уточнения. Для этих целей будет полезна "обратная" связь со

**Преимущества on-line формата обучения и обстоятельства, усложняющие переход обучения в on-line формат**

Преимущества on-line формата обучения	Обстоятельства, усложняющие перевод обучения в on-line формат
Возможность охвата широкой аудитории	Необходимость привлечения высококлассного персонала для разработки программ и программного обеспечения
Возможность создания единой унифицированной программы для широкой аудитории	Наличие дисциплин, где трудно разработать унифицированные программы, например, по причинам постоянного изменения нормативных документов. Необходимость постоянного обновления программ
Возможности работы студентов по индивидуальному графику	Требование высокой технической оснащенности вуза или требование наличия у студентов ПЭВМ с соответствующим программным обеспечением
Выбор индивидуальной скорости обучения в дистанционном режиме	Наличие мотивации к индивидуальному обучению
Возможность обучения без отрыва от основной профессиональной деятельности	Низкая эффективность дистанционного обучения для работы с малыми группами, где индивидуальный очный контакт с преподавателем дает больший результат
Доступность учебных и нормативных материалов	При дистанционном обучении личный контакт учащихся друг с другом и с преподавателями минимален, характерно отсутствие профессионального общения обучающихся
Дистанционное образование дешевле	Самостоятельное обучение требует развитой силы воли, ответственности и самоконтроля обучающихся. При отсутствии необходимых качеств обучающиеся не справляются с обучением
Возможность обучения для людей с ограниченными возможностями по здоровью, для проживающих в труднодоступных местностях, родителей с маленькими детьми	Сложности идентификации пользователя ПЭВМ при промежуточных и итоговых аттестациях слушателей; существует проблема контроля самостоятельности выполнения заданий on-line

слушателями и с выпускниками [12]. В настоящее время создана "Национальная платформа открытого образования" (далее Платформа) — современная образовательная платформа, предлагающая on-line курсы по базовым дисциплинам, изучаемым в российских вузах. Платформа создана Ассоциацией "Национальная платформа открытого образования", учрежденной ведущими университетами.

Все курсы, размещенные на Платформе, доступны бесплатно и без формальных требований к базовому уровню образования. Для желающих зачесть пройденный on-line курс при освоении образовательной программы бакалавриата или специалитета в вузе предусмотрена уникальная для России возможность получения подтверждающих сертификатов. Получение сертификата возможно при условии прохождения контрольных мероприятий on-line курса с идентификацией личности обучающегося и контролем условий их прохождения.

### Выводы

1. Поскольку в современных условиях сокращение аудиторных часов изучения дисциплин в вузах нашей страны стало фактом, переход в on-line формат может помочь решить задачу сохранения высокого уровня образования при правильном использовании преимуществ дистанционного обучения.

2. Использовать on-line формат нужно там, где возможно обучение по унифицированным программам. Необходимо оставить возможности индивидуального общения преподавателя со

студентами в рамках проведения практических задач, лабораторных занятий, деловых игр и иных интерактивных форм проведения, где студенту необходимо развивать свои коммуникационные способности, иметь возможность осуществления диалога как с преподавателем, так и с сокурсниками. Не должно быть "повсеместного" перехода от традиционных форм обучения к on-line формату.

### Список литературы

1. **Андреев А. А., Солдаткин В. И.** Дистанционное обучение: сущность, технология, организация. — М.: Издательство МЭСИ, 1999. — 196 с.
2. **Абдуллаев С. Г.** Оценка эффективности системы дистанционного обучения // Телекоммуникации и информатизация образования. — 2007. — № 3. — С. 85—92.
3. **Аверченко Л. К.** Дистанционная педагогика в обучении взрослых // Философия образования. — 2011. — № 6 (39). — С. 322—329.
4. **Авраамов Ю. С.** Практика формирования информационно-образовательной среды на основе дистанционных технологий // Телекоммуникации и информатизация образования. — 2004. — № 2. — С. 40—42.
5. **Бочков В. Е.** Учебно-методический комплекс как основа и элемент обеспечения качества дистанционного образования // Качество. Инновации. Образование. — 2004. — № 1. — С. 53—61.
6. **Васильев В.** Дистанционное обучение: деятельностный подход // Дистанционное и виртуальное обучение. — 2004. — № 2. — С. 6—7.
7. **Каверзнева Т. Т., Леонова Н. А.** Концепция построения образовательных программ по направлению "Техносферная безопасность" // Безопасность в техносфере. 2016. — № 6 (63), (ноябрь-декабрь). — С. 57—64. DOI: 10.12737/3664.
8. **Проект ФГОС ВПО по направлению подготовки "Защита окружающей среды" (бакалавриат) / В. С. Наумов, А. В. Васильев, А. Н. Глебов, О. Н. Русак // Безопасность жизнедеятельности. — 2011. — № 9. — С. 47—56.**



9. Давыдова Н. В., Воронин С. В., Скрипник И. Л. Психологическое измерение культур как основа формирования интернациональных учебных групп в вузах МЧС России // Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. — 2017. — № 2 (35). — С. 20—23.
10. Каверзнева Т. Т., Леонова Н. А. Опыт внедрения интерактивных форм обучения по направлению техносферной безопасности в курсах безопасности жизнедеятельности // Безопасность жизнедеятельности. — 2017. — № 1. — С. 61—64.
11. Опыт проведения практических занятий в интерактивной форме по направлению "Техносферная безопасность" / Т. Т. Каверзнева, Н. А. Леонова, Н. В. Румянцева, И. Л. Скрипник // Промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке. Том 1: Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). — 2017. — № 4. — С. 359—365.
12. Скрипник И. Л., Воронин С. В. Взаимодействие профессорско-преподавательского состава кафедры с выпускниками // Система обеспечения пожарной безопасности. Состояние, тенденции, пути развития. Сборник статей и докладов научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 25—26 мая 2017 года. — СПб.: Военный институт (инженерно-технический), 2017. — С. 222—227.

**T. T. Kaverzneva**, Associate Professor, **N. A. Leonova**, Associate Professor,  
e-mail: [n\\_leonova\\_72@mail.ru](mailto:n_leonova_72@mail.ru), Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University

## Problems of Transition of Educational Process in On-Line Format at Higher School

*The article analyzes the problems of the transition of the educational process in the country's universities to the on-line format. It is noted that over the past five to ten years there have been major changes in the educational programs of higher education and there has been a tendency to transfer the traditional lecture form of instruction to the remote mode. The advantages of the on-line format of the educational process and the requirements that are required for distance education to be effective are highlighted. It is shown that it is necessary to use the on-line format where training on unified programs is possible. It is necessary to leave opportunities for individual communication of the teacher with students in the framework of practical tasks, laboratory classes, business games and other interactive forms of conducting, where the student needs to develop his communication skills, and be able to carry out a dialogue with both the teacher and fellow students. There should be no "ubiquitous" transition from traditional forms of education to on-line format.*

**Keywords:** on-line format, remote mode, unified programs, the advantages of distance learning

### References

1. Andreev A. A., Soldatkin V. I. Distance education: essence, technology, organization. Moscow: Publishing house MESI, 1999. 196 p.
2. Abdullaev S. G. Evaluation of the effectiveness of distance learning system. *Telecommunications and Informatisation of education*. 2007. No. 3. P. 85—92.
3. Averchenko L. K. Remote training in adult education. *Philosophy of education*. 2011. No. 6 (39). P. 322—329.
4. Avraamov Yu. S. The Practice of forming informational-educational environment on the basis of distance learning technology. *Telecommunications and Informatisation of education*. 2004. No. 2. P. 40—42.
5. Bochkov V. E. Educational-methodical complex as a basis and element of quality assurance of distance education. *The Quality. Innovation. Education*. 2004. No. 1. P. 53—61.
6. Vasiliev V. Distance education: the activity approach. *Remote and virtual learning*. 2004. No. 2. P. 6—7.
7. Kaverzneva T. T., Leonova N. A. The concept of building educational programs in the direction of "Technosphere safety". *Security in technosphere*. 2016. No. 6 (63) (the November-December). P. 57—64. DOI: 10.12737/3664.
8. The project of the GEF VPO on direction of preparation "Environmental protection" (bachelor) / V. S. Naumov, A. V. Vasilyev, A. N. Glebov, O. N. Rusak. *Life Safety*. 2011. No. 9. P. 47—56.
9. Davydova N. V., Voronin S. V., Skrypnyk I. L. Psychological dimension of cultures as basis for the formation of international study groups in the universities of EMERCOM of Russia. *Psychological and pedagogical problems of human security and society*. 2017. No. 2 (35). P. 20—23.
10. Kaverzneva T. T., Leonova N. A. Experience of implementing interactive forms of learning in the direction of technosphere safety courses in safety. *Life Safety*. 2017. No. 1. P. 61—64.
11. Experience practical training in an interactive form in the direction of "Technosphere safety" / T. T. Kaverzneva, N. A. Leonova, N. V. Rumyantseva, I. L. Skrypnyk. *Industrial safety of the enterprises of mineral-raw complex in the XXI century. Volume 1: Mining information-analytical Bulletin (scientific and technical journal)*. 2017. No. 4. P. 359—365.
12. Skrypnyk A. I., Voronin S. V. Interaction of the teaching staff of the Department with alumni. *The System of fire safety. Status, trends, ways of development. A collection of articles and reports of scientific-practical conference. Saint-Petersburg, may 25-26 2017*. Saint-Petersburg, Military Institute (engineering), 2017. P. 222—227.

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

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

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

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

Технический редактор Е. М. Патрушева. Корректор И. Е. Назарова

Сдано в набор 02.02.18. Подписано в печать 14.03.18. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ418.

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания

и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Оригинал-макет ООО "Авансед солюшнз".

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