

ISSN 1684-6435

# БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ



**12(240) 2020**

# *С наступающим Новым 2021 годом!*

Високосный 2020 год, к сожалению, оправдал приписываемые ему мифами беды и печали, которые принесли населению Земли тяжелые испытания пандемией коронавируса. Возникшая в результате естественных процессов самоорганизации инфекция застигла врасплох медицинскую науку и практику. «Первооткрыватели» болезни – китайские медики достигли высокой эффективности противоэпидемиологических мероприятий. Российское государство демонстрирует мощную мобилизационную способность, которая победит инфекцию.

Не обошлось и без экологических опасностей. У берегов Камчатки произошла массовая гибель морских животных, вызванная, как установили академики РАН, чрезмерным ростом водорослей, причину которого предпочли не выяснять. Колоссальный вред природе Заполярья и экономике страны причинила утечка нефтепродуктов из неисправного резервуара. Наряду с лесными пожарами продолжалось уничтожение черными лесорубами сибирских кедров. Обещанный правительством запрет на вывоз за границу кругляка не состоялся.

Общественность надеется, что в Новом году бед будет меньше. По гамбургскому счету, все процессы, влияющие на здоровье и безопасность людей, относятся к компетенции науки, именуемой безопасностью жизнедеятельности, официально актуализированной в 1990 году.

Журнал «Безопасность жизнедеятельности», встречающий свое 20-летие, статьями своих авторов неустанно осуществляет научную, методическую и воспитательную деятельность. Благополучие планетарного сообщества зависит не только от совершенства техники и технологий. Решающим образом безопасность определяется уровнем образованности, культуры и распространением объективных знаний.

Благодарим авторов и читателей журнала за сотрудничество. Ждем новых актуальных и критических публикаций.

Поздравляем с Новым Годом, желаем здоровья, благополучия, творческих достижений и безопасности!

*По поручению редакционного совета, редакционной коллегии и редакции журнала*

Главный редактор О.Н. Русак



# БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

**Редакционный совет:**

АГОШКОВ А. И., д.т.н., проф.  
 ГРАЧЕВ В. А., чл.-корр. РАН,  
 д.т.н., проф.  
 ЗАЛИХАНОВ М. Ч., акад. РАН,  
 д.г.н., к.б.н., проф. (председатель)  
 КОТЕЛЬНИКОВ В. С., д.т.н.,  
 проф.  
 ПЛЮЩИКОВ В. Г., д.с.-х.н., проф.  
 ПРОНИН И. С., д.ф.-м.н., проф.  
 РОДИН В. Е., д.т.н., проф.  
 ТЕТЕРИН И. М., д.т.н.  
 УШАКОВ И. Б., акад. РАН,  
 д.м.н., проф.  
 ФЕДОРОВ М. П., акад. РАН,  
 д.т.н., проф.  
 ЧЕРЕШНЕВ В. А., акад. РАН,  
 д.м.н., проф.  
 АНТОНОВ Б. И.  
 (директор издательства)

**Главный редактор**

РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

**Зам. главного редактора**

ПОЧТАРЕВА А. В.

**Редакционная коллегия:**

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

12(240)  
2020

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЯ

**Минько В. М., Евдокимова Н. А.** О применимости методов оценки профессиональных рисков в управлении охраной труда ..... 3  
**Свинцова Н. Ф., Закирова Р. Р.** Анализ травматизма на сельскохозяйственных предприятиях Удмуртской Республики ..... 13

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

**Катин В. Д., Ахтямов М. Х., Луценко А. Н., Фалилеев Л. Е.** О влиянии совместного и раздельного сжигания нефтезаводских газов и мазута в трубчатых печах на загрязнение атмосферы и разработка воздухоохраных мероприятий ..... 19  
**Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Виноградов М. С., Сеник Е. В.** Проблемы подтопления селитебных территорий остаются актуальными ..... 24

### ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

**Рухлинский В. М., Молотовник А. С.** Разработка модели процесса проведения аварийно-спасательных работ в районе аэродрома ..... 29  
**Гегиев К. А., Шерхов А. Х., Гергокова З. Ж.** Методы расчета основных параметров селевого и наносоводного потоков ..... 33

### ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

**Антонченко В. В.** Проблемы уголовной ответственности за нарушение правил пожарной безопасности ..... 38  
**Харисов Г. Х., Мирзянц А. В.** Самоспасание людей с высоты при пожаре ..... 43

### РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

**Мусаева М. А., Агаев Т. Д., Юсифова С. Н., Сулейманлы Д. Г., Ахмедова Н. М.** Оценка воздействия климатических изменений и антропогенных факторов на гидрометеорологические показатели рек, впадающих в Каспийское море ..... 49  
**Закиева Э. Ф., Махмутов А. Р.** Мониторинг отдельных показателей воды родников Бураевского района Республики Башкортостан ..... 56

### ИНФОРМАЦИЯ

**Указатель статей**, опубликованных в журнале "Безопасность жизнедеятельности" в 2020 году ..... 60

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, так как он включен в Международную базу данных Chemical Abstracts. Журнал также индексируется в Российском индексе научного цитирования.



# LIFE SAFETY

## BEZOPASNOST' ŽIZNEDATEL'NOSTI

The journal published since  
January 2001

### Editorial board

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

### Editor-in-chief

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

### Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

### Editorial staff

ALBOROV I. D., Dr. Sci. (Tech.)  
VASILYEV A. V., Dr. Sci. (Tech.)  
VOROBYEV D. V., Dr. Sci. (Med.)  
ZABOROVSKIY T. (Poland),  
Dr. Sci. (Tech.)  
IVANOV N. I., Dr. Sci. (Tech.)  
KACHURIN N. M., Dr. Sci. (Tech.)  
KIRSANOV V. V., Dr. Sci. (Tech.)  
KOSORUKOV O. A., Dr. Sci. (Tech.)  
KRASNOGORSKAYA N. N.,  
Dr. Sci. (Tech.)  
KSENOFONTOV B. S.,  
Dr. Sci. (Tech.)  
MALAYAN K. R., Cand. Sci. (Tech.)  
MARTYNYUK V. Ph.,  
Dr. Sci. (Tech.)  
MATYUSHIN A. V., Dr. Sci. (Tech.)  
MINKO V. M., Dr. Sci. (Tech.)  
MIRMOVICH E. G.,  
Cand. Sci. (Phis.-Math.)  
RODIN G. A., Dr. Sci. (Tech.)  
SIDOROV A. I., Dr. Sci. (Tech.)  
TOPOLSKIY N. G., Dr. Sci. (Tech.)  
FILIN A. E., Dr. Sci. (Tech.)  
SHVARTSBURG L. E.,  
Dr. Sci. (Tech.)

12(240)  
2020

## CONTENTS

### LABOUR AND HEALTH PROTECTION

- Minko V. M., Evdokimova N. A.** On the Applicability of Methods for Assessing Occupational Risks in Labor Protection Management . . . . . 3  
**Svintsova N. F., Zakirova R. R.** The Analysis of Traumatism at Agricultural Enterprises of the Udmurt Republic . . . . . 13

### ECOLOGICAL SAFETY

- Katin V. D., Akhtyamov M. Kh., Lutsenko A. N., Falileev L. E.** On the Effect of Joint and Separate Combustion of Refinery Gases and Fuel Oil in Tube Furnaces on Air Pollution and the Development of Air Protection Measures . . . . . 19  
**Ksenofontov B. S., Taranov R. A., Kozodaev A. S., Vinogradov M. S., Senik E. V.** The Problems of Flooding of Residential Areas Remain Relevant . . . . . 24

### EMERGENCY CYTUATION

- Rukhlinskiy V. M., Molotovnik A. S.** Building a Model of the Emergency Rescue Process in the Aerodrome Area . . . . . 29  
**Gegiev K. A., Sherhov A. Kh., Gergokova Z. J.** Methods for Calculating the Main Parameters of Mudflow Sedimentation Flows . . . . . 33

### FIRE SAFETY

- Antonchenko V. V.** Problems of Criminal Liability for Violation of Fire Safety Rules . . . 38  
**Harisov G. H., Mirzayants A. V.** Self-Rescue of People from a Height in a Fire . . . 43

### REGIONAL PROBLEMS OF SAFETY

- Musaeva M. A., Agaev T. D., Yusifova S. N., Suleimanli D. G., Akhmedova N. M.** Estimation of the Impact of Climatic Changes and Anthropogenic Factors on Hydrometeorological Indicators of Rivers flowing into the Caspian Sea . . . . . 49  
**Zakieva E. F., Makhmutov A. R.** Monitoring of Individual Indicators of Water Springs Buraevo Region of the Republic of Bashkortostan . . . . . 56

### INFORMATION

- Index** of Articles Published in the Journal "Life Safety" in 2020 . . . . . 60

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

УДК 658.382.3

**В. М. Минько**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, e-mail: mcotminko@mail.ru,  
**Н. А. Евдокимова**, канд. техн. наук, доц., Калининградский государственный  
технический университет (КГТУ)

## О применимости методов оценки профессиональных рисков в управлении охраной труда

*Анализируется ряд методик оценки профессиональных рисков, предложенных различными зарубежными организациями (в основном из Западной Европы и США) и включенных в российские стандарты по этой проблеме. Приводятся недостатки этих методик, главными из которых являются умозрительность, субъективность, отсутствие практики применения непосредственно в службах охраны труда предприятий и подтверждения эффективности их применения. Рассмотрены более обоснованные подходы к оценке профессионального риска на основе данных специальной оценки условий труда и контроля уровня соблюдения требований охраны труда непосредственно на рабочих местах. Результаты этих оценок могут быть использованы для планирования мероприятий по улучшению условий и охраны труда.*

**Ключевые слова:** профессиональный риск, методики оценки, анализ применимости

### Введение

В настоящее время в России приняты ряд стандартов и других нормативных актов по оценке профессиональных рисков и управлению охраной труда. Что касается стандартов, то они, хотя и имеют иногда букву "Р" в своих обозначениях, однако к отечественным исследованиям в указанных областях отношения не имеют и представляют переводы с английского. Важно отметить, что переводимые в России зарубежные стандарты не являются чем-то обобщающим, основанном на опыте, например, Китая, Японии, России, других стран; учитываются, в основном, исследования, опыт США, Великобритании, но отнюдь не мировой опыт.

В управлении охраной труда большое значение имеет идентификация опасностей и оценка профессиональных рисков, порождаемых этими опасностями. Поэтому ниже представлен анализ соответствующих зарубежных методик, приведенных в ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010—2011 "Менеджмент риска. Методы оценки риска" (рассмотрены 18 методик) [1], в стандарте ISO 31000:2018 "Менеджмент риска. Руководящие указания" (41 методика) [2] и в ГОСТ 12.0.230.5—2018 ССБТ "Системы управления охраной труда. Методы оценки риска для обеспечения безопасности выполнения работ" (рассмотрены 16 методик) [3].

Включенные в указанные стандарты методы часто повторяются, не уточняются области их применения. Методы, рассмотренные в ГОСТ 12.0.230.5—2018, представляют наибольший интерес, поскольку они рекомендованы для обеспечения безопасности именно работ. Следует подчеркнуть, что методы оценки рисков сами по себе не могут "обеспечить безопасность выполнения работ". Они являются вспомогательным, промежуточным средством, которое может использоваться при планировании соответствующих мероприятий по охране труда, определении их срочности, приоритетности, последовательности.

### Анализ предложенных методов

В ГОСТ 12.0.230.5—2018 [3] указаны и рассмотрены следующие методы:

1. Метод проверочного листа (Check list).
2. Система Элмери (ELMER system).
3. Метод "Что будет, если..." [Structured What-if Technique (SWIFT)].
4. Метод мозгового штурма (Brainstorming).
5. Метод Дельфи (Delphi method).
6. Метод структурированного или частично структурированного интервью (Structured or Semi-Structured Interview).
7. Матричный метод (Risk matrix).
8. Метод Файна—Кинни (Fine—Kinney method).



9. Метод идентификации опасностей [Hazard Identification (HAZID)].

10. Метод исследования опасности и работоспособности [Hazard and Operability study (HAZOP)].

11. Метод анализа видов и последствий отказов [Failure Mode Effect Analyses (FMEA)].

12. Метод анализа видов, последствий и критичности отказов [Failure Mode Effect and Criticality Analyses (FMECA)].

13. Метод анализа дерева отказов [Fault Tree Analyses (FTA)].

14. Метод анализа дерева событий [Event Tree Analyses (ETA)].

15. Метод предварительного анализа опасностей [Preliminary Hazard Analyses (PHA)].

16. Метод "Оценка влияния человеческого фактора" [Human Reliability Assessment (HRA)].

Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 сентября 2018 г. № 578-ст ГОСТ 12.0.230.5—2018 введен в действие с 1 июня 2019 г. в качестве национального стандарта Российской Федерации. В стандарте предприятиям предлагается самостоятельно выбирать методы оценки риска, "...подробно изучить весь накопленный в этой сфере мировой опыт, либо привлечь к оценке риска высококвалифицированных специалистов" (Приложение А стандарта). Необходимо отметить, что изучение мирового опыта — это научная задача, по результатам решения которой и должны создаваться стандарты, пригодные для практического использования предприятиями.

В Приложении Б стандарта указывается, что "организации, проводящие оценку риска для обеспечения безопасности труда, должны знать, понимать и правильно применять накопленный опыт оценки разнообразных рисков разнообразными методами". Что же это за опыт, где он накоплен и с помощью каких методов? И к тому же, понятно, что для выполнения любой работы нужно много знать, понимать и правильно применять. Уместно ли об этом указывать в стандарте, документе, предназначенном для специалистов. Но, возможно, в нем что-то упущено при переводе с английского.

Почти все перечисленные выше методы оценки рисков имеют американское или западноевропейское происхождение. Система или метод Элмери возник в Финляндии. Естественно встает вопрос о возможностях, практической применимости, объективности, универсальности этих методов. Являются ли они настолько сугубо ценными, что обоснованно переписывать их из

одного российского стандарта в другой и не проводить собственные исследования в этой важной области. Далее рассмотрены перечисленные выше методы.

**Метод проверочного (контрольного) листа** рассмотрен во всех стандартах [1—3]. Отмечено, что он относится к "группе методов качественной оценки риска и широко применяется на практике" [3]. Результативность метода полностью зависит от полноты составляемых контрольных листов (вопросов), которые должны включать все существующие опасности на объекте. В ходе проверки должно быть выявлено наличие или отсутствие мер защиты. В указанных выше стандартах не приведено каких-либо рекомендаций в отношении того, каким образом оценивать риск, если по некоторым опасностям меры защиты отсутствуют либо имеются, но являются неполными. Метод контрольных листов (по существу это заранее составляемый перечень вопросов для предстоящей проверки) применяется каждым грамотным проверяющим. Нельзя считать, что это какое-то только западноевропейское изобретение.

В указанных выше стандартах и в других источниках упоминается **метод "Система Элмери"** [4, 5]. По существу, этот метод состоит в визуальной оценке состояния условий труда на рабочих местах, после чего рассчитывается индекс Элмери, представляющий отношение показателей с оценкой "хорошо" ко всем показателям, т. е. к оценкам "хорошо" добавляются оценки "плохо". Полученное отношение умножается на 100 %. Изложенная "система" является достаточно грубой, все факторы, влияющие на безопасность труда, рассматриваются как равнозначные, не выделяются факторы, являющиеся более значимыми по отношению к принятию мер по улучшению условий безопасности. Следует также отметить, что индекс Элмери определяет уровень безопасности, но не уровень риска. И вызывает удивление, что этот простейший метод проверки, известный нашим специалистам и применявшийся с 70-х годов прошлого века [6—8], назван "системой Элмери", сотрудника Института профессионального здравоохранения Финляндии.

В стандартах по методам оценки риска [1, 3] указан **метод "Что будет, если...?"**. Предполагается наличие "опытного и квалифицированного координатора и группы специалистов". Составленная таким образом команда должна исследовать возможные сценарии развития в предположении реализации какого-либо опасного события и обосновать предупредительные меры. Примеров

применения этого метода в практике работ по охране труда нет. Тривиальность метода становится ясной, если поставить такой вопрос: что будет, если кровельщик не будет использовать средства защиты от возможного падения? Нужны ли для подготовки ответа на этот вопрос "координатор и группа специалистов", составление какого-то письменного ответа.

В стандартах указывают для оценки риска также и **метод мозгового штурма**. По существу — это обсуждение группой специалистов "в доброжелательной манере" [3] любой проблемы, в том числе связанной с выявлением перечня опасностей, рисков их реализации и средств управления. Как этот метод применить на конкретном предприятии, кто может быть ведущим подобного обсуждения не поясняется. В русском языке достаточно интригующее словосочетание "мозговой штурм" не используется и вполне возможно, что имеет место дословный, а следовательно, неточный перевод с английского. Можно предложить и такой перевод: одна голова — хорошо, а две — лучше. В таком переводе полностью отражается суть метода мозгового штурма. Стоит ли эту всем известную житейскую мудрость называть "методом", вводить ее в стандарты и разъяснять.

В стандартах по оценке рисков рассматривается и **метод Дельфи** [9]. Он основан американским стратегическим исследовательским центром "RAND" в середине прошлого века для планирования в основном военных операций и достаточно подробно изложен в руководствах по математической статистике [9, 10]. Название метода произошло от греческого города Дельфи, в котором жили мудрецы-предсказатели будущего. Для проведения исследования должна быть собрана группа экспертов не более 20 человек, каждый из которых получает заранее заготовленные вопросы по какой-либо проблеме. Ответы экспертов изучаются аналитиками (почему бы этим аналитикам самим, без всяких экспертов, не исследовать проблему), после чего готовится новый перечень вопросов для экспертов. Процесс повторяется до тех пор, пока не будет выработано единое мнение по изучаемой проблеме. Все процедуры выполняются в письменной форме. Как преимущество метода отмечается, что участники получают права собственности на выработанное единое мнение по проблеме.

Ясно, что рассмотренный метод достаточно трудоемкий и затратный по времени. Поэтому его применение даже на больших предприятиях не представляется возможным. К тому же для

выявления согласованного мнения экспертов должны быть выполнены специальные математические процедуры, а число туров опроса экспертов может достигать четырех—пяти. На результат экспертизы, как подчеркивается в некоторых источниках [10], большое влияние оказывает квалификация экспертов, качество подготовленных вопросов по проблеме, попытки получить незамедлительные и конкретные ответы на неопределенные вопросы.

Поэтому достаточно очевидным является следующий вывод: то, что используется при планировании крупных военных операций, реально не может быть использовано в связи со сложностью и трудоемкостью всей процедуры для оперативного контроля состояния охраны труда в организации, даже на уровне контроля третьей ступени (трехступенчатый контроль состояния охраны труда [11, 12]).

В рассматриваемых стандартах излагается **метод структурированного или частично структурированного интервью**. Таков достаточно сложный перевод обозначения простого мероприятия — опрос опытных работников или специалистов по заранее составленным вопросам с целью выявления опасностей и оценки связанного с ними риска. Тем не менее это мероприятие названо методом. Содержание же ставящихся перед специалистами вопросов, что имело бы практическое значение, не предлагается. В ГОСТ 12.0.230.5—2018 [3] подчеркивается, что "Вопросы должны быть, насколько возможно, простыми, изложены на понятном для опрашиваемого языке...". Но если опрашиваются опытные работники, специалисты, то почему должны быть только "простые вопросы". Нужно ли в стандарте подсказывать, что, например, англичанину нужно задавать вопросы на английском языке, а не на каком-либо другом.

Рекомендуются в различных источниках [5] и достаточно часто используются **матричные методы** оценки риска [1, 3]. Рассматриваемый ниже метод Файна—Кинни в конечном итоге также сводится к построению матрицы.

Матричные методы предусматривают построение матрицы степеней риска обычно в системе координат "вероятность реализации опасности — последствия ее реализации". При этом интервалы возможных значений разбивают на пять участков, каждый из которых оценивается в баллах по пятибалльной шкале. Хотя применяется разделение возможного интервала изменений на три участка и соответственно оценка осуществляется уже по трехбалльной шкале. Степень риска определяется



Таблица 1

## К оценке вероятности реализации опасности

Вероятность	Балл	Пояснения
Минимальная	1	Предполагается реализация опасного фактора один раз на 10 000 операций или один случай за 10 лет работы
Умеренная	2	Менее одной реализации на 1000 операций или один несчастный случай за год работы
Существенная	3	Менее 10 случаев реализации на 1000 операций или один случай за месяц работы
Значительная	4	Менее 10 случаев на 100 операций или один случай за неделю работы
Очень высокая	5	Один случай каждый рабочий день в условиях обычной эксплуатации оборудования на протяжении достаточно продолжительного периода времени

Таблица 2

## К оценке степени тяжести последствий реализации опасности

Степень тяжести	Балл	Пояснения
Минимальная	1	Микротравмы, минимальное воздействие на ход работы
Умеренная	2	Легкие травмы, нет угрозы жизни. Потеря трудоспособности более чем на один день
Существенная	3	Тяжелые травмы, возможна угроза жизни
Значительная	4	Летальные и групповые несчастные случаи с тяжелыми последствиями. Значимое воздействие на оборудование и ход работы
Катастрофическая	5	Групповые несчастные случаи с летальными исходами. Разрушение оборудования

перемножением вероятности реализации опасности (в баллах) на степень тяжести последствий (оценивается также в баллах). Порядок определения балльных оценок поясняется в табл. 1 и 2, которые подготовлены по материалам источников [1, 3]. Отметим, что в табл. 1 по существу указываются не вероятности, а частоты событий. Но и ее объективное определение потребует проведения специальных исследований.

Если произведение баллов из табл. 1 и 2 менее 6, то риск считается низким (приемлемым), если это произведение составит 6...12, то риск считается умеренным, хотя присутствует угроза жизни в виде тяжелых и летальных травм. Если произведение превышает 12, то риск высокий, неприемлемый, требуется обязательное управление.

Матричные методы считаются достаточно простыми, однако нельзя не видеть то, что оценки и в отношении вероятности реализации опасности, и в отношении степени тяжести являются субъективными и такой же субъективной будет и оценка риска. Это подтверждается и, например, в статье белорусских специалистов [5]. Они указывают, что значительная распространенность матричного метода в организациях "...обусловлена тем, что оценка рисков на рабочих местах является обязанностью работодателя, закрепленной на законодательном уровне, и его применение

позволяет выполнить государственное нормативное требование в области охраны труда с наименьшими затратами". Получается, что оценка рисков осуществляется чисто формально, только для того, чтобы было выполнено требование, а не в целях обоснования каких-либо предупредительных мероприятий.

Более того, в стандарте [1] не разъясняется, что понимается под термином "операция" в табл. 1, к чему или к кому относится вероятность несчастного случая: ко всей организации — тогда эта вероятность зависит от числа работников, или к одному работнику. Кроме того, на рабочем месте может быть несколько опасностей с разными оценками вероятности реализации и тяжести последствий. Матрицы нужно строить по каждой опасности и соответственно возрастает трудоемкость проведения анализа. Не разъясняется в стандарте [1] и порядок интегральной оценки риска, относящийся к рабочему месту.

Достаточно часто упоминается еще один американский подход к оценке риска — **метод Файна—Кинни** [1—3]. Риск по этому методу оценивается как произведение трех составляющих: вероятность  $\times$  воздействие  $\times$  последствия. Все величины оцениваются в условных единицах-баллах (табл. 3). Вероятность реализации опасности может получать оценки от 0,1 до 10,

К оценкам риска по методу Файна—Кинни

Баллы	Вероятность	Баллы	Воздействие	Баллы	Последствие
10	Скорее всего, произойдет	10	Постоянно	100	Чрезвычайная ситуация, много жертв
6	Очень вероятно	6	Ежедневно в течение рабочего дня	40	Разрушения, есть жертвы
3	Нехарактерно, но возможно	3	От случая к случаю (еженедельно)	15	Серьезные последствия, есть смертельный случай
1	Мало вероятно	2	Иногда (ежемесячно)	7	Потеря трудоспособности, тяжелая травма
0,5	Вряд ли возможно	1	Редко (ежегодно)	3	Случаи временной нетрудоспособности
0,2	Почти невозможно	0,5	Очень редко	1	Легкая травма, оказана первая медицинская помощь
0,1	Фактически невозможно	—	—	—	—

воздействие — от 0,5 до 10, последствия от 1 до 100 баллов. Под воздействиями понимается их продолжительность. Из данных табл. 3 следует, что риск может изменяться от 0,1 до 10 000 баллов. Такой диапазон значений представляется чрезмерным, так как рабочих мест без всякого риска (ему соответствует значение 0,1) и рабочих мест, на которых постоянно с высокой вероятностью может быть множество жертв (этой ситуации соответствует риск, оцениваемый в 10 000 баллов), нет на обычных производствах. Авторы метода отмечают, что если риск превышает 320 баллов, то он уже определяется как очень высокий и работы должны быть "немедленно прекращены". Если же риск составляет 160...320 баллов, то он высокий и необходимы "немедленные улучшения". При риске 70...160 он считается "существенным" и необходимы "улучшения", при риске 20...70 баллов он "возможен" и "необходимо обратить внимание", при риске менее 20 баллов он "малый" и подлежит "исследованию". Каких-либо обоснований указанной дифференциации не приводится. Более того, применение метода может давать результаты, явно уводящие в сторону от принятия необходимых оперативных управляющих воздействий. Пусть на каком-либо рабочем месте вероятность реализации опасности мало вероятна (по табл. 3 это 1 балл), воздействие от случая к случаю — еженедельно (это 3 балла), последствия серьезные, есть смертельный случай (это 15 баллов). Произведение указанных трех величин дает общий балл 45, т. е. риск возможен, но по методу Файна—Кинни необходимо только "обратить внимание", а не принимать оперативные меры. Да и что это практически означает — обратить внимание?

**Метод идентификации опасностей** [1, 3] применяется на начальных этапах проектирования объектов с целью выявления возможных опасностей и выбора оптимальных проектных решений, исключающих повышенные риски в последующем для эксплуатирующего персонала. Как конкретно этот метод может быть реализован в практической деятельности специалистов по охране труда (как и в ряде других случаев) не уточняется, что делает содержание стандарта [3] не соответствующим его названию: "Методы оценки риска для обеспечения безопасности выполнения работ".

В сфере менеджмента риска рассматриваются также метод **исследования опасности и работоспособности** и метод **предварительного анализа опасностей**.

Первый метод имеет целью детальное исследование опасностей и связанных с ними рисков на стадии завершения разработки проектов, когда уже известны принятые конструктивные и технологические решения. Полученные при этом результаты могут быть использованы для усовершенствования проектных решений и внесены в инструкции по эксплуатации, что обеспечивает более полный учет в них существующих опасностей и указание необходимых мер по безопасной эксплуатации. Второй метод применяется на ранних стадиях разработки проектов и сводится к предварительному выявлению опасностей и рисков.

Эти методы предполагают привлечение группы экспертов, назначение лица, ответственного за проведение исследований, поэтому являются достаточно затратными по времени и средствам. Ясно, что службы охраны труда реально не смогут их использовать, да и это обязанность соот-



ветствующих исследовательских организаций. К тому же, что понимать под "детальным исследованием опасностей" никак не поясняется. Очевидно, что такие пояснения могут быть сделаны только при четком представлении природы возникновения несчастных случаев на производстве. Однако в рассматриваемых стандартах [1–3] эта наиболее важная основа оценки и управления профессиональными рисками не излагается.

**Метод анализа видов и последствий отказов и метод анализа видов, последствий и критичности отказов** по содержанию и целям практически не отличаются. Второй из этих методов предполагает дополнительно выяснение также масштаба последствий отказов, ранжирование отказов с учетом серьезности последствий. Отказы — это, конечно, негативные события, которые должны изучаться с целью принятия мер по их недопущению. Однако это задача для исследовательских организаций, а результаты их исследований должны использовать прежде всего проектно-конструкторские организации. Предприятия же сведения о происшедших отказах, авариях должны передавать в исследовательские организации. Очевидно также, что предприятия, соблюдая установленные регламенты, осуществляя постоянный контроль за текущим состоянием оборудования, должны не допускать, во всяком случае минимизировать вероятность любых отказов.

**Метод анализа дерева отказов** используется для выяснения причин конечного события-отказа, результатом которого может быть несчастный случай. Метод предлагается применять для проведения качественного и количественного анализа. Однако во всех случаях необходимы детальные знания природы и механизмов возникновения отказов, понимание их причин. Графическое представление дерева отказов представляет достаточно сложную процедуру. Количественный анализ требует знания вероятностей всех основных событий, ведущих к отказу, например, к несчастному случаю. Потребуется также расследование всех происходящих несчастных случаев в отраслях экономики. При этом должны быть выявлены причины травматизма и их значимость, т. е. будет получена база для принятия необходимых предупредительных мер, и отпадает необходимость затрат средств и времени на построение дерева отказов. Однако подобные построения вполне оправданы для детального анализа отказов в сложных технических системах с привлечением специалистов соответствующего уровня.

**Метод анализ дерева событий** используется для определения мер защиты, предусматриваемых на случай возникновения опасной ситуации, результатом которой может быть, например, взрыв. В качестве результата исследования могут быть предложены дополнительные меры, смягчающие последствия опасной ситуации. Исследования предлагается проводить в графической форме, составляемой для каждого исходного события, т. е. опасной ситуации. Для количественного анализа нужно знать и вероятности опасной ситуации, и вероятности срабатывания мер смягчения ее последствий. В области охраны труда под опасной ситуацией можно понимать любые нарушения, которые, конечно, не единичны, поэтому анализ возможных их последствий становится весьма трудоемким. Кроме того, меры предупреждения и защиты часто достаточно очевидны для специалистов и на стадии эксплуатации необходима их оперативная реализация, а не выяснение того, как смягчить последствия опасных ситуаций — например, допуск неподготовленного лица к работе, использование неисправного оборудования, непроведение каких-либо технических освидетельствований и т. п.

В области оценок рисков применяется также **метод анализа влияния человеческого фактора**. Цель его определяется следующим образом [1, 3]: оценить влияние действий человека, в том числе допускаемых им ошибок, на работу технической системы, включая возможность отказов. В качестве результатов применения метода могут быть перечислены возможные ошибки, их виды, причины, последствия, вероятности допущения различных ошибок. Отмечается, что метод достаточно сложный, поведение и ошибки человека весьма многообразны. Не случайно сложные технические системы, в частности атомные электростанции, проектируются таким образом, чтобы управление ими осуществлялось без участия человека.

Совершенно очевидно, что если работник допускает какие-либо нарушения в ходе работы, то это и есть ошибки. Природа этих ошибок, конечно, должна изучаться, но это задача для научно-исследовательских институтов. Что касается предприятий, то уместно указать на опыт учета человеческого фактора на Белокалитвенском металлургическом комбинате (г. Белая Калитва, Ростовская область) [7]. На этом предприятии, а в последующем и на многих других уже в 70-е годы прошлого столетия использовался коэффициент безопасности  $k$ , который определялся по следующему соотношению:

$$k = \frac{N_c}{N_{\text{общ}}} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где  $N_c$  — число работников, соблюдающих установленные требования охраны труда;  $N_{\text{общ}}$  — общее число работников.

Этот коэффициент рассчитывался по результатам контроля в каждом подразделении предприятия и обеспечивал в количественной форме и оценку "человеческого" фактора, и подведение итогов организации работы по охране труда. Могло быть рассчитано и средневзвешенное арифметическое значение этого коэффициента в целом по предприятию.

К сожалению, об этом отечественном опыте в настоящее время на предприятиях не известно, так как в нынешних стандартах, рекомендациях, учебных пособиях он не приводится. По существу, пропагандируемый сейчас в России критерий Элмери [3, 4] повторяет приведенный выше коэффициент безопасности (1), а также показатель безопасности, определяемый по приведенной ниже формуле (2).

Что касается организации контроля состояния охраны труда на предприятии, то еще в 1953 г. на харьковском заводе "Серп и Молот" был предложен знаменитый, получивший широкую известность, трехступенчатый метод контроля [7]: на участке — первая ступень, в цехе (в подразделении) — вторая, в целом по предприятию — третья ступень. Именно по итогам этого контроля рассчитывался указанный выше коэффициент безопасности (1). Позднее ВЦСПС одобрил трехступенчатый метод контроля [12] и он стал достоянием всей страны. Этот метод и сейчас используется в стандартах [13, 14], однако уже под другим названием — многоступенчатый контроль, хотя в подразделе 9.5 стандарта [13] рассматривается именно трехступенчатый контроль. При этом третья ступень контроля отнесена к структурному подразделению, а контроль в целом по предприятию вообще не предусмотрен. В методических рекомендациях ВЦСПС [12] третья ступень контроля относилась к уровню всего предприятия.

Показатель безопасности рабочего места был предложен в 1982 г. в виде следующего выражения [8]:

$$K_{6i} = \left(1 - \frac{q_i}{Q_i}\right) \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где  $q_i$  — число требований, не соблюдаемых на  $i$ -м рабочем месте;  $Q_i$  — общее число требований, относящихся к рабочему месту.

По значениям показателя  $K_{6i}$  определялось среднее арифметическое значение показателя безопасности для всего предприятия.

Важно отметить, что в СССР на первое место ставилась безопасность, а не расчеты рисков. Ясно, что низкий уровень безопасности порождается повышенным риском.

Известен также следующий обобщенный показатель безопасности, опубликованный в работе [6]:

$$K_6 = \prod_{i=1}^n d_i, \quad (3)$$

где  $n$  — число учитываемых исходных факторов;  $d_i$  — частные оценки безопасности по отдельным учитываемым факторам.

Оценки  $d_i \leq 1$  определяются по отношению фактического значения фактора к нормативному, а если нарастание фактора ведет к ухудшению условий труда (шум), то используется обратное отношение.

Широко известны интегральные показатели  $I_T$  тяжести труда, обоснованные в исследованиях НИИ труда в середине 70-х годов прошлого столетия [15, 16]:

$$I_T = 19,7\bar{x} - 1,8\bar{x}^2, \quad (4)$$

где  $\bar{x}$  — среднее арифметическое значение оценочных баллов  $x_i$  по шестибальной шкале оценки состояния условий труда по всем учитываемым факторам; чем больше значение  $\bar{x}$ , тем хуже условия труда, поэтому балл  $\bar{x}$  характеризует уровень риска [17].

Использованная в формуле (4) шестибальная шкала оценки условий труда имеет серьезные научные обоснования. Баллы риска  $x_i$  определяются в соответствии с медико-физиологической классификацией факторов условий производственной среды [15] и результатами измерений фактических значений этих факторов. В рассмотренных выше зарубежных методах уровни риска по существу устанавливаются произвольно.

Интегральный показатель тяжести  $I_T$  может быть связан с коэффициентом безопасности  $K_6$  по эмпирической формуле

$$K_6 = (60 - I_T)/(60 - 18,3). \quad (5)$$

В 1975 г. в Украинском филиале НИИ труда опубликована работа [16], в которой предложен следующий индекс состояния условий труда, идентичный коэффициенту безопасности:



$$K_6 = 1,2 - \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2}}{5\sqrt{n}}, \quad (6)$$

где  $n$  — число учитываемых факторов условий труда.

Последняя формула может быть представлена в виде

$$K_6 = 1 - \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \sqrt{n}}}{5\sqrt{n}}. \quad (7)$$

Из этой формулы получаем выражение для расчета профессионального риска

$$R = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \sqrt{n}}}{5\sqrt{n}}. \quad (8)$$

Если все  $x_i$  в формуле (8) равны единице (оптимальные условия по всем  $n$  факторам), то  $R = 0$ . При всех  $x_i = x_{\max} = 6$  (сверхэкстремальные условия) получаем  $R = 1$ .

### Объективные показатели уровня профессионального риска на рабочем месте

Важной особенностью формул (7) и (8) является то, что используемые в них оценки  $x_i$  определяются исходя из объективных данных о состоянии факторов производственной среды и трудового процесса.

Исследования [17, 18] позволили обосновать для расчета уровня профессионального риска  $R$  на рабочем месте выражение

$$R = 1 - \prod_{i=1}^n 0,2(x_{\max} - x_i), \quad (9)$$

где  $x_{\max} = 6$  согласно медико-физиологической классификации работ по тяжести.

Выражение (9) дает оценку профессионального риска, т. е. вероятность отклонений в состоянии здоровья работников, относящуюся к полному трудовому стажу (25 лет). Оценка годового риска может быть получена из этого же выражения, если произведение  $\left[ \prod_{i=1}^n 0,2(x_{\max} - x_i) \right]$  возвести в степень  $1/25$ .

Уместно отметить, что зарубежные методики оценки уровня рисков не учитывают то, что его значение существенно зависит от продолжительности воздействия значимых факторов.

Чем больше продолжительность работы во вредных и опасных условиях, тем выше, при прочих равных условиях, будет уровень риска.

Из изложенного следует, что методики оценки уровня безопасности и, соответственно, рисков, предложенные в нашей стране (формулы (5), (6), (7), (8), (9)), имеют гораздо большие научные обоснования, чем представленные западноевропейскими и американскими специалистами. Это подтверждают и результаты анализа, изложенные в статье.

Если оценки  $x_i$  просуммировать по всем значимым факторам на рабочем месте и эту сумму умножить на число занятых  $N$  на рабочем месте,

т. е.  $\left( \sum_{i=1}^n x_i \right) N$ , то полученное значение характеризует масштаб риска на рабочем месте. Чем он больше, тем более срочными должны быть необходимые предупредительно-профилактические мероприятия.

Важно отметить, что баллы риска  $x_i$  могут быть получены по психофизическим формулам [17] без обращения к результатам специальной оценки условий труда. Достаточно иметь фактические и нормативные значения факторов среды и трудового процесса.

Если масштаб риска умножить на продолжительность работы  $T$ , то полученную величину уместно обозначить как дозу воздействия  $D$ , т. е. получаем

$$D = \left( \sum_{i=1}^n x_i \right) NT. \quad (10)$$

Из этого выражения следует, что улучшение условий работы, снижение соответственно риска возможно по трем основным направлениям: устранение неблагоприятных отклонений значений факторов  $x_i$ ; уменьшение числа работников, занятых во вредных условиях; снижение продолжительности работы во вредных и опасных условиях. Соответствующая методика планирования была опубликована в журнале "Безопасность жизнедеятельности" [19].

### Выводы

1. Рассмотренные выше зарубежные методики по оценке профессионального риска часто не имеют какого-либо научного обоснования, не содержат указаний по их практическому применению в службах охраны труда предприятий. Отсутствуют подтверждения эффективности их

применения. Некоторые из этих методик ввиду своей сложности и трудоемкости не соответствуют возможностям и задачам служб охраны труда по управлению охраной труда. В некоторых предлагаемых подходах действия и решения настолько очевидны, что до наименования "метод" они явно не дотягивают.

2. Необходимо провести специальные исследования по анализу всех имеющихся отечественных методов по вопросам оценки профессиональных рисков с целью разработки конкретных обобщающих рекомендаций службам охраны труда предприятий. При этом следует иметь в виду, что оценки рисков — это промежуточная стадия в достижении конечной цели, которая состоит в обеспечении безопасности. Именно поэтому отечественные исследования в области управления охраной труда были ориентированы на эту конечную цель повышения уровня безопасности, которая оценивалась с помощью различных показателей.

3. Российский рабочий имеет свои особенности, достоинства и недостатки. Существует специфика и в постановке управления производством. Поэтому организация управления охраной труда не должна и не может от них абстрагироваться. Уже из этого следует необходимость развития отечественных научных исследований в области охраны труда и здоровья работника. Ориентация на полное заимствование зарубежных практик без анализа их преимуществ и достоинств, возможности применения явно недостаточна.

4. Необходимо повышать уверенность наших специалистов в своих возможностях поиска и обоснования наилучших решений в сфере охраны труда и здоровья работника, всемерно поддерживать их инициативы, разработки и предложения. Такая политика будет положительно воспринята и международными организациями, прежде всего Международной организацией труда (МОТ).

### Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010—2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска.
2. ИСО 31000:2018. Менеджмент риска. Руководящие указания.
3. ГОСТ 12.0.230.5—2018. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Ме-

тоды оценки риска для обеспечения безопасности выполнения работ.

4. Крюков Н. П., Истомина С. В., Турченко В. Н., Ефимова И. В. Оценка профессиональных рисков на рабочем месте и в организациях // Справочник специалиста по охране труда. — 2011. — № 2. — С. 51—61.
5. Старовойтов И. Г., Бирюк В. А., Булавка Ю. А. Методы оценки риска в управлении охраной труда // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. — 2018. — Т. 2. — № 1. — С. 5—17.
6. Лесенко Г. В. Организация безопасности труда на производстве. — Киев: Техника, 1977. — 192 с.
7. Кузнецов В. В. Организация работы по охране труда на машиностроительном предприятии. — М.: Машиностроение, 1978. — 160 с.
8. Булыгин В. И., Орлов Г. Г. Основы обеспечения безопасности в строительстве. Учебное пособие. — М.: Типография Московского инженерно-строительного института, 1982. — 72 с.
9. **The Delphi Method.** Techniques and Application / By ed. A. Listonead and M. Turoff. Addison Westley Publishing Company, Inc. Massachusetts, 1975.
10. Бешелев С. Д., Гурвин Ф. Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. — М.: Статистика, 1980. — 263 с.
11. **Охрана труда:** Справочное пособие для профсоюзного актива / Сост. И. М. Жданов, Н. А. Залужский. — М.: Профиздат, 1985. — 256 с.
12. **Методические рекомендации** по организации трехступенчатого контроля за состоянием охраны труда. Одобрены Отделом охраны труда ВЦСПС 2 июля 1981 г.
13. **ГОСТ Р 12.0.007—2009.** Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда в организации. Общие требования по разработке, применению, оценке и совершенствованию.
14. **ГОСТ Р 12.0.009—2009.** Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда на малых предприятиях. Требования и рекомендации по применению.
15. **Количественная оценка** тяжести труда. Межотраслевые методические рекомендации. — М.: Экономика, 1988. — 120 с.
16. Евтушенко Г. Ю., Денисенко А. Н. Комплексная оценка условий труда при помощи индекса, основанного на среднеквадратическом балле // Методы комплексной оценки состояния условий труда на промышленных предприятиях. — Киев: Знание, 1975. — 28 с.
17. Минько В. М. Математическое моделирование в охране труда. — Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО "КГТУ", 2008. — 248 с.
18. Минько В. М., Евдокимова Н. А., Титаренко И. Ж., Бакарягина А. Формулы условий безопасности // Безопасность жизнедеятельности, 2016. — № 8. — С. 3—8.
19. Минько В. М., Титаренко И. Ж., Бондарь Е. А. Методология разработки оптимальной годовой программы снижения профессионального риска // Безопасность жизнедеятельности, 2013. — № 2. — С. 17—21.



V. M. Minko, Professor, Head of Chair, e-mail: mcotminko@mail.ru,  
N. A. Evdokimova, Associate Professor, Kaliningrad State Technical University (KSTU)

## On the Applicability of Methods for Assessing Occupational Risks in Labor Protection Management

*It analyzes a number of professional risk assessment methods proposed by various foreign organizations (mainly from Western Europe and the USA) and included in Russian standards on this issue. The disadvantages of these methods are cited, the main of which are speculation, subjectivity, lack of practice of application directly in the labor protection services of enterprises and confirmation of the effectiveness of their application. New approaches to the assessment of occupational risk are proposed based on data from a special assessment of working conditions and monitoring the level of compliance with labor protection requirements directly at workplaces. The results of these evaluations can be used to plan measures to improve working conditions and labor protection.*

**Keywords:** professional risk, assessment methods, applicability analysis

### References

1. **GOST R ISO/IEC 31010—2011.** Risk management. Risk assessment methods.
2. **ISO 31000:2018.** Risk management. Guidelines.
3. **GOST 12.0.230.5—2018.** Occupational safety standards system. OSH management systems. Risk assessment methods to ensure the safety of work.
4. **Kryukov N. P., Istomin S. V., Turchenko V. N., Efimova I. V.** Assessment of occupational risks in the workplace and in organizations. *Handbook of a specialist on labor protection.* 2011. No. 2. P. 51—61.
5. **Starovoitov I. G., Biryuk V. A., Bulavka Yu. A.** Methods of risk assessment in the management of labor protection. *Bulletin of the University of Civil Protection of the Ministry of Emergencies of Belarus.* 2018. Vol. 2. No. 1. P. 5—17.
6. **Lesenko G. V.** Organization of labor safety at work. Kiev: Technique, 1977. 192 p.
7. **Kuznetsov V. V.** Organization of labor protection at a machine-building enterprise. Moscow: Mechanical Engineering, 1978. 160 p.
8. **Bulygin V. I., Orlov G. G.** Fundamentals of ensuring safety in construction. Textbook. Moscow: Printing house of the Moscow Civil Engineering Institute, 1982. 72 p.
9. **The Delphi Method.** Techniques and Application / By ed. A Listonhead and M. Turoff. Addison Westley Publishing Company, Inc. Massachusetts, 1975.
10. **Beshelev S. D., Gurvin F. G.** Mathematical and statistical methods of expert estimates. Moscow: Statistics, 1980. 263 p.
11. **Labor protection:** Handbook for a trade union asset / Comp. I. M. Zhdanov, N. A. Zaluzhsky. Moscow: Profizdat, 1985. 256 p.
12. **Methodological recommendations** on the organization of three-stage control over the state of labor protection. Approved by the Labor Protection Department of the All-Union Central Council of Trade Unions on July 2, 1981.
13. **GOST R 12.0.007—2009.** Occupational safety standards system. Occupational safety management system in the organization. General requirements for the development, application, evaluation and improvement.
14. **GOST R 12.0.009—2009.** Occupational safety standards system. Occupational safety management system in small enterprises. Requirements and recommendations for use.
15. **Quantitative assessment** of the severity of labor. Intersectoral guidelines. Moscow: Economics, 1988. 120 p.
16. **Yevtushenko G. Yu., Denisenko A. N.** A comprehensive assessment of working conditions with the help of an index based on the root mean square score. *Methods of a comprehensive assessment of the state of working conditions at industrial enterprises.* Kiev: Knowledge, 1975. 28 p.
17. **Minko V. M.** Mathematical modeling in labor protection. Kaliningrad: Publishing House of FSBEI HPE "KSTU", 2008. 248 p.
18. **Minko V. M., Evdokimova N. A., Titarenko I. Zh., Bakaryagin A.** Formulas of safety conditions. *Life Safety.* 2016. No. 8. P. 3—8.
19. **Minko V. M., Titarenko I. Zh., Cooper E. A.** Methodology for the development of an optimal annual program to reduce occupational risk. *Life Safety.* 2013. No. 2. P. 17—21.

УДК 636.158:658.346(470.51)

**Н. Ф. Свинцова**, канд. техн. наук, доц.,  
**Р. Р. Закирова**, канд. с/х наук, доц., e-mail: raushany@inbox.ru,  
Удмуртский государственный университет, Ижевск

## Анализ травматизма на сельскохозяйственных предприятиях Удмуртской Республики

*Представлены сведения о производственном травматизме, динамике несчастных случаев на сельскохозяйственных предприятиях регионов Удмуртской Республики, а также причинах несчастных случаев. Объектом исследования выбраны сельскохозяйственные предприятия, так как в последние десятилетия прослеживается изменение структуры травматизма в сельском хозяйстве. Для предотвращения несчастных случаев с летальным исходом предлагается предупредить работников о работающих движущихся механизмах как главного источника травматизма работника при контакте с сельскохозяйственной техникой звуковым и световым сигналом, вмонтированным в средство индивидуальной защиты — в спецодежду работника, как на уровне сердца в кармане одежды, так и на поясе брюк. Предлагаемое средство защиты возможно применять для работающего на любом типе сельскохозяйственной техники независимо от района и производственной мощности хозяйства.*

**Ключевые слова:** производственный травматизм, нетрудоспособность населения, средства индивидуальной защиты, сельскохозяйственные предприятия, несчастные случаи

### Введение

Травматизм наряду с болезнями системы кровообращения и онкологическими заболеваниями является одной из основных медико-социальных проблем в большинстве стран мира. Данные Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) свидетельствуют о высоком уровне заболеваемости и смертности вследствие травм в первую очередь среди лиц молодого трудоспособного возраста. В мире ежегодно регистрируется более 5 млн случаев смерти в результате травматизма, что составляет около 10 % общего числа умерших. Ежегодно число травм и отравлений в европейском регионе превышает 120 млн, из них 220 тыс. заканчиваются смертельным исходом [1].

Данные последних десятилетий указывают на возрастание уровня травматизма в Российской Федерации, особенно в крупных промышленных центрах. Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин составляют 11 % от числа зарегистрированных больных с диагнозом, установленным впервые в жизни, и занимают второе ранговое место после заболеваний органов дыхания [2]. Ежегодно число травм и отравлений составляет 12...15 млн [1].

Травматизму подвержены в большей степени лица молодого трудоспособного возраста, что является одной из главных причин преждевременной смертности и снижения средней

продолжительности жизни. В структуре смертности трудоспособного населения страны с 1990-х гг. заболеваемости вследствие травм принадлежит 1-е место. Среди причин временной нетрудоспособности травматизм занимает 2-е место [1].

В общей структуре временной нетрудоспособности травмы и заболевания костно-мышечной системы составили 24 %, при этом на долю травматических повреждений приходится 10,6 %. Травмы опорно-двигательной системы и их последствия остаются одной из главных причин выхода на инвалидность и стабильно занимают 3-е место в структуре первичной инвалидности [2]. По данным 2018 г. из числа впервые признанных инвалидами причиной инвалидности каждого десятого была болезнь костно-мышечной системы и соединительной ткани.

Травмы внутренних органов, груди, живота и малого таза в подавляющем большинстве случаев определяют уровень летальности, но не вызывают стойкой утраты трудоспособности, что связано с большими функциональными резервами этих органов [2].

### Объекты и методы исследований

Объектом исследования стали сельскохозяйственные предприятия, так как в последние десятилетия прослеживается изменение структуры травматизма в сельском хозяйстве, обусловленное



увеличением тяжести повреждений и удельного веса сочетанных и множественных травм, частота которых достигает 55...80 %, с чем связана высокая летальность и инвалидизация [3].

Исследование проведено на основе данных Министерства сельского хозяйства и продовольствия Удмуртской Республики за период 2018—2019 гг. Первичные данные подвергались обработке с использованием стандартных методик. Используются данные по всем субъектам сельскохозяйственных предприятий Удмуртской Республики.

В связи с интенсивным развитием транспорта, строительства в сельском хозяйстве отмечается рост травматизма [3], что связывают с резким увеличением количества применяемой техники.

### Результаты исследования

По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Удмуртской Республики [4] доля сельского хозяйства в основных отраслях экономической деятельности Удмуртской Республики, в которых произошли несчастные случаи (НС), связанные с производством (% от общего числа НС) за 2019 г. составляет 8,3 %. При этом эта величина не является лидирующей по отраслям экономики. Например, обрабатывающее производство — 33,1 %, здравоохранение — 11,6 %, транспортировка и хранение — 9,9 %, строительство — 7,0 %, образование — 6,2 %.

На сельскохозяйственных предприятиях Удмуртской Республики за 2019 г. при несчастных случаях пострадало 43 человека, из них 3 женщины, что по сравнению с 2018 г. ниже на 17,3 и 40 % соответственно.

Из общей численности пострадавших на сельскохозяйственных предприятиях УР при тяжелых несчастных случаях в 2019 г. получили травмы с тяжелым исходом 6 человек, что ниже на 25 % по сравнению с 2018 г. (8 человек). При этом травмы получили только мужчины.

На сельскохозяйственных предприятиях УР в 2019 г. произошло 4 несчастных случая со смертельным исходом, что на 33,3 % больше, чем в 2018 г. Все эти случаи также не затронули женщин.

Таким образом, наблюдается положительная динамика сокращения общего числа несчастных случаев и тяжелых несчастных случаев на сельскохозяйственных предприятиях Удмуртской Республики. Отсутствие несчастных случаев смертельных и с тяжелым исходом среди персонала

женского пола в рассматриваемый период (2018—2019 гг.) можно объяснить привлечением данного персонала на работы, не связанные с повышенным риском травматизма.

При рассмотрении коэффициентов частоты и тяжести производственного травматизма, полученных по приведенным выше данным, выявлено уменьшение коэффициента частоты на 13,6 % (с 2,2 в 2018 г. до 1,9 в 2019 г.) и увеличение значений коэффициента тяжести на 81,9 %, с 21,0 в 2018 г. до 38,2 в 2019 г., что свидетельствует об ухудшении ситуации с состоянием охраны труда на сельскохозяйственных предприятиях Удмуртской Республики.

Основной причиной несчастных случаев на производстве с тяжелым и смертельным исходом, что подтверждается ростом значений коэффициента тяжести в организациях сельского хозяйства в 2018 и 2019 гг., указанной в документации при расследовании несчастных случаев, является неудовлетворительная организация производства работ. Частным проявлением данного положения можно считать допуск персонала к работе без соблюдения правил оформления проведения инструктажей, контроля знаний по охране труда, а также несоблюдение оптимальных режимов труда и отдыха, что при недостаточном количестве персонала и особенно в период сверхурочных сезонных полевых работ приводит к утомляемости работника, увеличению напряженности и тяжести труда. Также можно отметить нарушения работником инструкций по охране труда на рабочем месте.

Постоянное взаимодействие с сельскохозяйственной техникой (в частности тракторов) обязывает работника соблюдать безопасные условия ее эксплуатации, не забывая о повышенной опасности воздействия на человека движущихся частей машин и механизмов, включая и зависимую от этого опасность быть затянутым в механизм; пострадавших от наезда транспортного средства; разрыва, пореза частей тела; падения с высоты, а также опасности электрического и термического воздействия, а также воздействия аэрозолей преимущественно фиброгенного действия, шума и др.

Анализируя показатели распределения данных о производственном травматизме работников сельскохозяйственных предприятий по районам УР (см. таблицу), выявлено, что за анализируемый период (2018—2019 гг.) в семи из 25 районов не зарегистрированы несчастные случаи, в одном районе число НС не изменилось, в 10 районах снизилось количество НС, в семи районах уменьшилась тяжесть полученных травм работниками.



Сведения о производственном травматизме работников сельскохозяйственных предприятий Удмуртской Республики

№ п/п	Районы	Общая численность пострадавших от несчастных случаев (с легким, тяжелым, со смертельным исходом и групповые)		Численность пострадавших со смертельным исходом		Численность пострадавших с тяжелым исходом	
		2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.
1	Алнашский	2	3	0	0	1	0
2	Балезинский	6	3	0	0	1	0
3	Вавожский	8	9	0	0	1	0
4	Воткинский	1	0	0	0	0	0
5	Глазовский	4	3	0	0	0	3
6	Граховский	0	0	0	0	0	0
7	Дебесский	2	2	0	1	1	2
8	Завьяловский	1	1	1	0	0	0
9	Игринский	2	3	0	0	1	0
10	Камбарский	0	0	0	0	0	0
11	Каракулинский	0	1	0	0	0	0
12	Кезский	6	6	0	0	0	0
13	Кизнерский	0	1	0	0	0	0
14	Киясовский	0	2	0	0	0	0
15	Красногорский	3	0	0	0	1	0
16	Малопургинский	0	0	0	0	0	0
17	Можгинский	1	0	0	1	1	0
18	Сарапульский	1	0	2	1	1	1
19	Селтинский	0	0	0	0	0	0
20	Сюмсинский	0	0	0	0	0	0
21	Увинский	11	5	0	0	0	0
22	Шарканский	1	3	0	1	0	0
23	Юкаменский	3	1	0	0	0	0
24	Якшур-Бодьинский	0	0	0	0	0	0
25	Ярский	0	0	0	0	0	0
	Итого	52	43	3	4	8	6

Также следует отметить и отрицательную динамику: в трех районах произошло увеличение как количества, так и тяжести исходов несчастных случаев; в трех районах произошел рост численности пострадавших.

Таким образом, лидерами по большей обеспеченности безопасных условий труда являются Граховский, Камбарский, Малопургинский, Селтинский, Сюмсинский, Якшур-Бодьинский

и Ярский районы. Районами, в которых необходимо провести корректирующие мероприятия по соблюдению требований охраны труда, являются Вавожский, Глазовский, Дебесский, Кезский, Кизнерский, Киясовский, Шарканский.

Для решения вопросов профилактики травматизма Министерство сельского хозяйства и продовольствия Удмуртской Республики проводит обучение и семинары по охране труда

с приглашением внешних спикеров в соответствии с образовательным календарем для АПК [4]; осуществляет субсидирование приобретения высокотехнологического и энергонасыщенного оборудования (постановление Правительства УР от 23 марта 2015 г. № 120 [5]). При этом возмещение расходов составляет 20 и 30 % в зависимости от условий приобретения.

Данные мероприятия не для всех сельскохозяйственных предприятий могут быть эффективными и в основном рассчитаны на работу с руководителями. В организациях, не имеющих средств на модернизацию устаревшей или покупку новой сельскохозяйственной техники, выполнение только обучения персонала не решат проблему негативного воздействия вредных и опасных производственных факторов.

Учитывая специфику сельскохозяйственных работ, где нет возможности применять коллективные средства защиты, в том числе модернизацию всех типов применяемого оборудования на предприятии, необходимо совершенствовать средства индивидуальной защиты работника. Для предотвращения смертельных случаев травматизма предлагается внедрить устройство для предупреждения персонала о работающих движущихся механизмах как главного источника травматизма работника при контакте с сельскохозяйственной техникой звуковым и световым сигналом от датчиков движения, вмонтированных в СИЗ [6] — спецодежду работника на уровне сердца в кармане куртки (рис. 1) и на поясе брюк (рис. 2). Данные датчики будут работать независимо от физического состояния работника, предупреждая не только самого работника об опасности, но и работодателя или непосредственного руководителя о физическом состоянии подчиненного.

На спецодежде — куртке работника будет шит специальный кармашек для датчика движения.

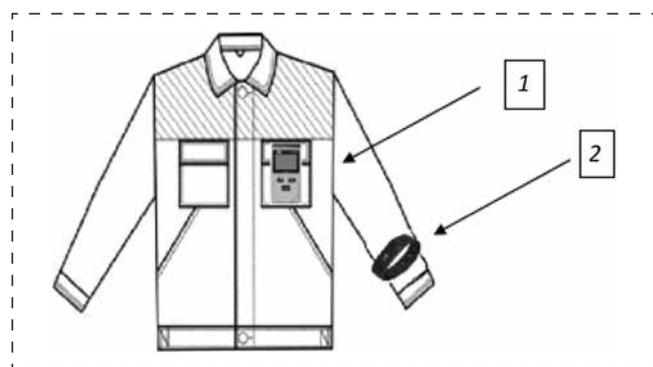


Рис. 1. Расположение датчиков движения 1 и утомляемости 2 на куртке работника, встроенных в Bluetooth браслет

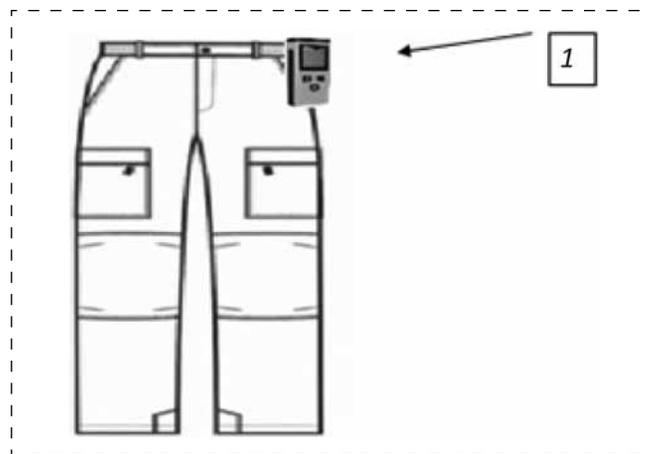


Рис. 2. Расположение датчика движения 1 работника на его брюках

Такой же датчик с помощью шлевки будет крепиться на ремень брюк. Данные этих датчиков будут посылаться на браслет работника с вибросигналом. Этот браслет будет крепиться на руке работника, и в случае приближения к источнику опасности, в частности к движущимся механизмам, будет срабатывать вибросигнал. В качестве датчика движения можно использовать комбинированный датчик, сочетающий в себе действия инфракрасного и радиоволнового датчиков [7].

Информация о физическом состоянии работника будет передаваться через устройство типа StopSleep [8]. Это наручное устройство в виде перстня, имеющее восемь измерительных контактов, соприкасающихся с кожей на пальцах работника. Система непрерывно контролирует состояние человека по изменению проводимости кожи и в опасной ситуации выдает предупреждающие сигналы в виде вибрации и громкого звука. Принцип действия прибора основан на непрерывном измерении проводимости кожи водителя на пальцах руки. Если водитель настолько утомлен, что начинает засыпать, проводимость кожи резко снижается. Прибор мгновенно реагирует и выдает предупреждающие сигналы в виде громкого звука и вибрации.

Принципиальная схема работы предлагаемых датчиков движения и утомляемости работника представлена на рис. 3, на котором видно, что датчик движения будет подключен к плате Arduino Nano 3.0, которая должна считывать полученную информацию и обрабатывать ее, далее к этой плате будет подключен Bluetooth модуль HC-05. Его главной задачей будет сопряжение с Bluetooth браслетом, который должен высвечивать всю информацию, полученную от прибора.

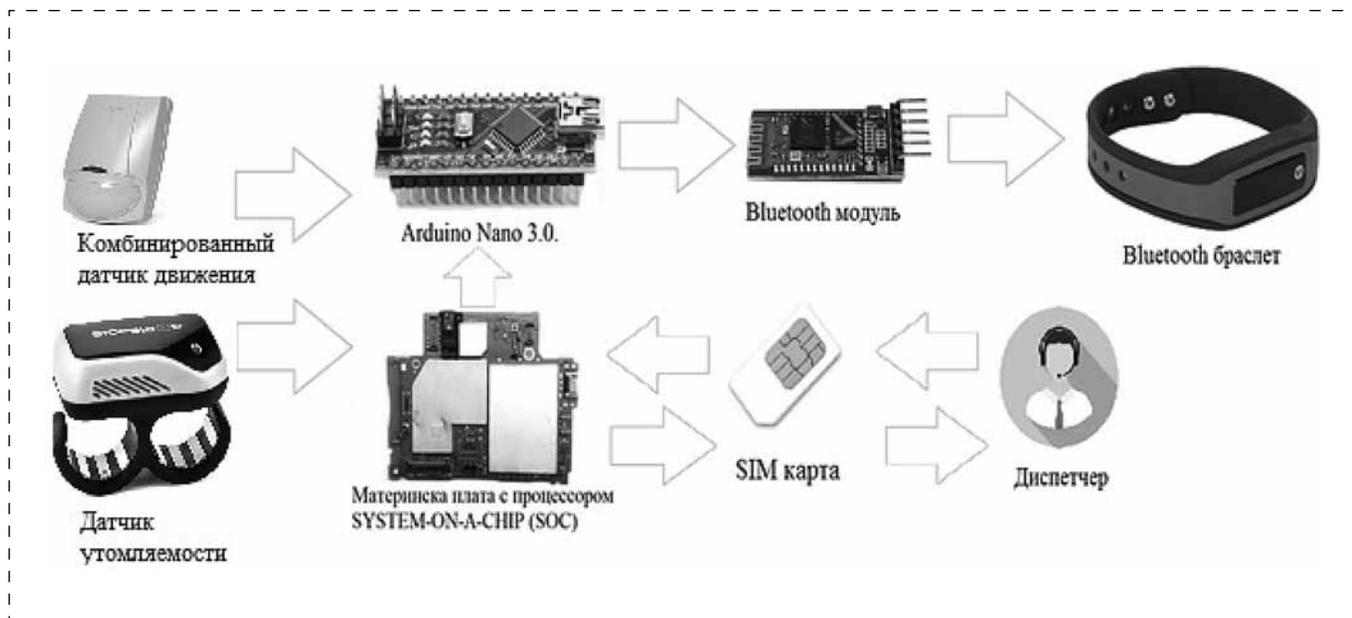


Рис. 3. Принципиальная схема работы разрабатываемых устройств, вмонтированных в СИЗ

До диспетчера информация будет доходить иным способом. Датчик движения будет отправлять информацию на материнскую плату с процессором от телефона с SIM картой, которая будет передавать всю информацию о передвижении рабочего и движении механизмов, находящихся в непосредственной близости от человека. Также предусмотрена обратная связь с диспетчером. Процесс передачи информации будет обратный — сравнение от рабочего к диспетчеру. Диспетчер будет отправлять информацию на материнскую плату с SIM картой, далее сообщение передается на Arduino Nano 3.0 и т. д. до высвечивания информации на экране Bluetooth браслета. Информация от датчика утомляемости также будет передаваться на материнскую плату, откуда данные передаются диспетчеру.

### Заключение

Комплекс датчиков, вмонтированных в спецодежду, позволит среагировать на заторможенную реакцию человека и предупредить работающих на движущейся сельскохозяйственной технике об опасности независимо от физического состояния работника, предотвратив несчастные случаи, включая с тяжелым и смертельным исходом. Предлагаемое средство защиты возможно

применить для работающего на любом типе сельскохозяйственной техники.

### Список литературы

1. **Виды** производственных травм и профессиональных заболеваний и их причины. URL: <http://delta-grup.ru/bibliot/98/12.htm> (дата обращения 07.05.2020).
2. **Горина Л. Н.** Обеспечение безопасных условий труда на производстве: Учеб. пособие. — Тольятти: ТолПИ, 2016.
3. **Аманжолова А. Е.** Случаи травматизма в сельскохозяйственном производстве // Молодой ученый. — 2019. — № 4 (242). — С. 207—209. URL: <https://moluch.ru/archive/242/55779/> (дата обращения 07.05.2020).
4. **Министерство** сельского хозяйства и продовольствия Удмуртской Республики. URL: [http://udmapk.ru/dokumenty/ohrana\\_truda/](http://udmapk.ru/dokumenty/ohrana_truda/) (дата обращения 08.05.2020).
5. **Постановление** Правительства УР от 23 марта 2015 года № 120 Об утверждении положения о предоставлении субсидии на приобретение и модернизацию техники, оборудования предприятия и организации агропромышленного комплекса. URL: <http://www.udmurt.ru/regulatory/?typeid=31183294&year=2015&docnt=&page=48&docnt=> (дата обращения 08.05.2020).
6. **ГОСТ 12.4.011—89** ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
7. **Характеристика**, виды и принцип работы датчиков движения. URL: <https://prodatchik.ru/vidy/datchik-dvizheniya/> (дата обращения 08.05.2020).
8. **Системы** поддержки водителей на основе измерения психофизиологических показателей. URL: <https://habr.com/ru/post/381167/> (дата обращения 08.05.2020).



N. F. Svintsova, Associate Professor,

R. R. Zakirova, Associate Professor, e-mail: raushany@inbox.ru, Udmurt State University, Izhevsk

## The Analysis of Traumatism at Agricultural Enterprises of the Udmurt Republic

*Information on industrial injuries is presented on the dynamics of accidents of agricultural enterprises of the regions of the Udmurt Republic, as well as the causes of accidents. Injuries, along with circulatory diseases and cancer, have been proven to be one of the main medical and social problems in most countries of the world. Data from recent decades indicate an increase in injury rates in the Russian Federation, especially in major industrial centers. It is stated that more young people of working age are exposed to injuries, which is one of the main causes of premature mortality and a decline in life expectancy. Since, in the structure of mortality of the working-age population of the country, this class of morbidity belongs to the 1st place. Among the causes of temporary incapacity to work injuries occupy the 2nd place. Agricultural projects had been the subject of research, as the pattern of injuries in agriculture had changed in recent decades. In order to prevent further deaths, it is proposed to warn workers about working driving mechanisms as the main source of injuries of the worker when contacting agricultural machinery with a sound and light signal, embedded personal protective equipment in the worker's clothing, both at the level of the heart in the pocket of clothing and on the belt of trousers. The proposed protection can be applied to any type of agricultural machinery, regardless of the paradise and production capacity of the farm.*

**Keywords:** industrial injuries, disability of the population, personal protective equipment, agricultural enterprises, accidents

### References

1. **Vidy** proizvodstvennyh travm i professional'nyh zabolevanij i ih prichiny. URL: <http://delta-grup.ru/bibliot/98/12.htm> (date of access 07.05.2020).
2. **Gorina L. N.** Obespechenie bezopasnyh uslovij truda na proizvodstve: Ucheb. posobie. Tol'yatti: TolPI, 2016.
3. **Amanzhalova A. E.** Sluchai travmatizma v sel'skohozyajstvennom proizvodstve. *Molodoj uchenyj*. 2019. No. 4 (242). P. 207–209. URL: <https://moluch.ru/archive/242/55779/> (date of access 07.05.2020).
4. **Ministerstvo** sel'skogo hozyajstva i prodovol'stviya Udmurtskoj Respubliki. URL: [http://udmapk.ru/dokumenty/ohrana\\_truda/](http://udmapk.ru/dokumenty/ohrana_truda/) (date of access 08.05.2020).
5. **Postanovlenie** Pravitel'stva UR ot 23 marta 2015 goda № 120 Ob utverzhdenii polozhenija o predostavlenii subsidii na priobretenie i modernizaciju tehniki, oborudovanija predpriyatija i organizacija agropromyshlennogo kompleksa. URL: <http://www.udmurt.ru/regulatory/?typeid=31183294&year=2015&docnt=&page=48&docnt=> (date of access 08.05.2020).
6. **GOST 12.4.011–89** SSBT. Sredstva zashchity rabotayushchih. Obshchie trebovaniya i klassifikaciya.
7. **Harakteristika**, vidy i princip raboty datchikov dvizheniya. URL: <https://prodatchik.ru/vidy/datchik-dvizheniya/> (date of access 08.05.2020).
8. **Sistemy** podderzhki voditelej na osnove izmereniya psihofiziologicheskikh pokazatelej. URL: <https://habr.com/ru/post/381167/> (date of access 08.05.2020).

### Пятнадцатая межрегиональная специализированная выставка

#### ГАЗ. НЕФТЬ. НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ — КРАЙНЕМУ СЕВЕРУ

18—19 марта 2021 года, г. Новый Уренгой, Деловой центр "ЯМАЛ", ул. Юбилейная, 5

Выставка проводится в рамках Ямальского нефтегазового форума

Ямальский нефтегазовый форум и выставка «Газ. Нефть. Новые технологии — Крайнему Северу» охватывают все базовые разделы, связанные с ресурсами, их добычей и переработкой. В программе предусмотрены:

- Экспозиции. Темы разделов отличаются разнообразием, но все они подчинены перспективным идеям по разработке и эксплуатации нефтегазовых месторождений. В приоритете презентации методов и оборудования, IT-решений и технологий, систем автоматизации и контроля.
- Деловая программа. Постановка множества задач — от повышения эффективности и продуктивности добычи до решения проблем импортозамещения.
- Сотрудничество и развитие. Прямое общение на выставке между заинтересованными сторонами способствует заключению договоров и контрактов.

Подробности: <http://ses.net.ru>

УДК 662.61.074:665.6

**В. Д. Катин**, д-р техн. наук, проф. кафедры, Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровск, проф. кафедры, Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск, **М. Х. Ахтямов**, д-р биол. наук, зав. кафедрой, **А. Н. Луценко**, канд. техн. наук, доц. кафедры, **Л. Е. Фалилеев**, магистрант, e-mail: bgd@festu.khv.ru, Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровск

## **О влиянии совместного и отдельного сжигания нефтезаводских газов и мазута в трубчатых печах на загрязнение атмосферы и разработка воздухоохраных мероприятий**

*Рассмотрены результаты экологических исследований выбросов загрязняющих веществ с дымовыми газами трубчатых технологических печей нефтеперерабатывающих заводов при сжигании газообразного и жидкого топлива. Показано, что при отдельном сжигании мазута наблюдаются значительные концентрации оксида углерода и оксидов азота, а при совместном горении жидкого топлива и нефтезаводских газов их содержание зависит от соотношения компонентов в составе газомазутного топлива. При сжигании только нефтезаводских газов в коробчатых и двухскатных трубчатых печах концентрации вредных веществ оксида углерода и оксидов азота минимальны, что позволяет рекомендовать на практике осуществлять режим отдельного сжигания газообразного топлива с сопутствующим сокращением выбросов всех оксидов и повышением полноты горения. Рекомендованы для практического применения на нефтеперерабатывающих заводах воздухоохраные технические решения, сокращающие вредные выбросы из нефтезаводских печей, в том числе авторские разработки, подтвержденные патентами на полезные модели и изобретения. Предложена для внедрения новая конструкция малотоксичного горелочного устройства ГП-2 в трех вариантах исполнения: с возможностью перемещения мазутной форсунки, с дополнительным каналом подачи рециркулирующих газов и устройством распылителя пара, вводимого в зону горения.*

**Ключевые слова:** нефтеперерабатывающие заводы, коробчатые и двухскатные трубчатые печи, газомазутные горелки, сжигание нефтезаводских газов и жидкого топлива, выбросы в атмосферу, загрязняющие вещества, оксиды азота и серы, оксид углерода, углеводороды, экологические исследования, воздухоохраные технические решения, двухступенчатое горение, малотоксичная горелка ГП-2

### **Введение**

На отечественных нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) разработка воздухоохраных мероприятий связана со сбором исходных данных выбросов загрязняющих веществ в целях планирования рациональных технических решений в области защиты атмосферы от загрязнения, а также с нормированием вредных выбросов на предприятиях и организацией контроля за соблюдением допустимых норм. По данным результатов авторских исследований [1–3] и обзора литературы [4–6] основными источниками загрязнения атмосферного воздуха на НПЗ являются

трубчатые нагревательные печи, факелы и реакторы технологических установок, что обусловлено сжиганием газообразного и жидкого топлива. При совместно-отдельном сжигании нефтезаводских газов и жидкого топлива в технологических печах в атмосферу поступают следующие загрязняющие вещества: оксиды азота, оксиды серы, оксид углерода, углеводороды и др. [1, 4].

На НПЗ наиболее распространены коробчатые одно- и многокамерные трубчатые печи, а также цилиндрические печи со свободным и настильным факелом, печи беспламенного горения с резервным жидким топливом и дифференцированным подводом воздуха [2, 5, 6].



Таблица 1

## Концентрации оксида углерода и оксидов азота на выходе из печей при сжигании газообразного топлива

Назначение и тип печи и компоновка горелок	Тип горелки	Содержание, мг/м <sup>3</sup>	
		СО	NO <sub>x</sub>
Двухскатные и коробчатые печи первичной и вторичной переработки нефти с одноярусной компоновкой горелок	ГП-1	60	180
	ГП-2	40	210
	ГИК-2	30	220
Коробчатые печи каталитического и бензольного риформинга с многоярусной односторонней компоновкой горелок	ГП-1	40	210
	ГП-2	30	215
Коробчатые печи для нагрева нефти, гидроочистки с многоярусной встречной компоновкой горелок	ГП-1	5...10	220
	ГП-2	5...10	210

Реже находят применение одно- и двухскатные печи для первичной переработки нефти, а также для гидро- и термокрекинга. На всех печах эксплуатируются стандартные горелки, разработанные ВНИИнефтемашем. Основные типы нефтезаводских печей и конструкции горелочных устройств подробно описаны в работах [2, 5]. Как показывают результаты исследований [3, 6] предприятиями отрасли ежегодно выбрасывается в атмосферу более 1500 тыс. т загрязняющих веществ, в том числе: углеводородов — 1182, оксидов серы — 232, оксидов азота — 27, оксида углерода — 112 и прочих — 16 тыс. т.

В связи с этим следует отметить, что вопросы охраны атмосферы на НПЗ не решены в полной мере. Это объясняется тем, что существующие методы проектирования и эксплуатации трубчатых печей ориентированы на обеспечение производства целевых нефтепродуктов без должного учета состава вредных выбросов. Следует отметить также, что выбросы названных выше вредных веществ из нефтезаводских печей зависят от вида сжигаемого топлива, метода его сжигания, конструкции и компоновки горелок на печах и других факторов.

### Цель, методика и результаты экологических исследований

Целью данной работы является исследование и получение фактических данных по выбросам вредных веществ из трубчатых печей различной конструкции и назначения, а также разработка технических решений по их снижению. При проведении экологических исследований концентрации углеводородов и кислорода (для определения коэффициента избытка воздуха) измерялись газохроматографическим методом в лабораторных

условиях, а содержание вредных веществ: оксида углерода, оксидов азота и серы определялись с помощью высокоточного газоанализатора типа Testo-350 немецкой фирмы Testoterm. При этом максимальная погрешность измеряемой величины концентрации вредных веществ не превышала  $\pm 5\%$  [7].

В табл. 1 приведены данные о концентрации оксида углерода (СО) и оксидов азота (NO<sub>x</sub>) в продуктах сгорания коробчатых и шатровых печей при различных вариантах фронтальной компоновки горелок типа ГП-1, ГП-2, ГИК-2 и отдельном сжигании нефтезаводских газов с малыми избытками воздуха ( $\alpha_T = 1,10...1,15$ ).

В табл. 2 показаны концентрации СО и NO<sub>x</sub> в дымовых газах коробчатых многокамерных и двухскатных печей при фронтальной компоновке горелок ГП-2 и отдельном сжигании жидкого топлива с избытками воздуха ( $\alpha_T = 1,25...1,30$ ).

Содержание NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, СО и углеводородов (C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>) в дымовых газах коробчатых и шатровых печей при совместном сжигании нефтезаводских газов и мазута при избытках воздуха ( $\alpha_T = 1,15...1,25$ ) приведено в табл. 3.

Таблица 2

## Концентрации оксида углерода и оксидов азота в продуктах сгорания при сжигании мазута

Назначение и тип печи	Тип горелки	Содержание, мг/м <sup>3</sup>	
		СО	NO <sub>x</sub>
Коробчатые для гидрокрекинга нефти	ГП-2	700	320
Двухскатные для дистилляции нефти	ГП-2	900	280
Двухскатные для термокрекинга нефти	ГП-2	800	300

**Содержание вредных веществ в продуктах сгорания при совместном сжигании газа и мазута**

Название и тип печи	Тип горелок	Состав топлива, %		$\alpha_T$	Содержание, мг/м <sup>3</sup>			
		газ	мазут		NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	C <sub>m</sub> H <sub>n</sub>
Коробчатые первичной переработки нефти	ГИК-2	65	35	1,25	225	700	100	0
Двухскатные первичной переработки нефти	ГП-2	50	50	1,20	230	1330	500	35
Двухскатные для гидрокрекинга	ГП-2	40	60	1,15	300	1560	600	40

### Анализ результатов экологических исследований

Из данных табл. 2 видно, что при раздельном сжигании мазута с избытками воздуха в топке ( $\alpha_T = 1,25 \dots 1,30$ ) в составе продуктов сгорания имеются значительные концентрации CO в пределах 700...900 мг/м<sup>3</sup>. При совместном сжигании жидкого топлива с нефтезаводскими газами концентрация CO существенно меньше, чем при сжигании мазута и зависит от соотношения компонентов горючей смеси (см. табл. 3). Дальнейший анализ показал, что при сжигании только нефтезаводских газов с малыми избытками воздуха ( $\alpha_T = 1,10 \dots 1,15$ ) содержание CO в дымовых газах существенно меньше, чем в двух предыдущих случаях и составляет от 5...10 до 60 мг/м<sup>3</sup> (см. табл. 1).

Во всех случаях сжигания топлива образуются NO<sub>x</sub>, концентрации которых изменяются от 180 до 320 мг/м<sup>3</sup>, причем максимальные значения соответствуют жидкому топливу, а минимальные нефтезаводским газам. Анализ данных по содержанию оксидов азота в табл. 3 также показывает экологические преимущества совместного сжигания нефтезаводских газов и мазута (в соотношениях 65:35 и 50:50 по тепловыделению) по сравнению с режимом раздельного сжигания жидкого топлива, которые заключаются в снижении выбросов NO<sub>x</sub> на 25...30 %. Повышенные концентрации NO<sub>x</sub> при сжигании только мазута объясняются увеличением топливной составляющей оксидов азота [4].

Очевидно, что с увеличением доли мазута в общем составе газомазутного топлива, сжигаемого в печи, не только возрастают выбросы NO<sub>x</sub>, но и повышается уровень токсичности продуктов сгорания за счет присутствия в дымовых газах SO<sub>2</sub> (см. табл. 3). В связи с этим вид и качество сжигаемого топлива оказывают заметное влияние на состав и концентрацию вредных веществ. Что касается выбросов углеводородов (см. табл. 3), то их концентрация в основном определяется конструкцией горелочного устройства и полнотой горения газомазутного топлива. Дальнейший анализ

полученных данных в табл. 1—3 позволяет рекомендовать переход с режима сжигания мазута на режим раздельного сжигания нефтезаводских газов, что позволит снизить выбросы всех оксидов.

### Технические решения по сокращению выбросов загрязняющих веществ из нефтезаводских печей

Ниже рекомендованы основные авторские технические разработки, направленные на снижение вредных выбросов в атмосферу из трубчатых технологических печей, эксплуатируемых на НПЗ. Одним из приоритетных направлений в области сокращения концентраций загрязняющих веществ в продуктах сгорания топливосжигающих устройств является модернизация и усовершенствование традиционных методов сжигания газа и мазута с внедрением наилучших доступных технологий их горения [8, 9].

В работах [9, 10] предложен принципиально новый способ сжигания нефтезаводских газов в режиме двухступенчатого горения, который был успешно апробирован в коробчатой печи каталитического риформинга Хабаровского НПЗ и в котельной Ачинского НПЗ. Отличительной особенностью этого метода сжигания топлива от аналогов является организация подачи в первую зону горения пропан-бутанового нефтезаводского газа, что позволяет сократить на 40...50 % выбросы NO<sub>x</sub>. Новая малоотходная технология сжигания нефтезаводских газов защищена патентом на изобретение [11].

По мнению авторов, перспективным путем в реализации двухступенчатого сжигания топлива на НПЗ является создание и внедрение новых горелок ступенчатого горения топлива с двухзонным подводом воздуха [12]. Подходы к конструированию этих горелок изложены в работе [13], в которой приведены рекомендации по их проектированию с соблюдением определенных соотношений по диаметру и длине расчлененных амбразур горелок, которые представляют интерес для специалистов. Заслуживает также внимания



техническое решение по управлению работой горелочных устройств в нефтезаводских печах с оснащением их приборами для контроля содержания кислорода в процессе сжигания топлива, а также датчиками контроля выбросов вредных веществ ( $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ) в атмосферу [6].

Представляет практический интерес для экологов техническое решение авторов по увеличению степени экранирования топок цилиндрических печей с целью снижения выбросов оксидов азота. В работах [1, 2] показано, что с увеличением степени экранирования радиантной камеры печи от 0,4 до 0,8 повышается теплоотвод от факела в топке, что приводит к снижению образования  $\text{NO}_x$  на 25...30 %.

Как показали полученные результаты исследований (см. табл. 1—3), применение действующих горелок типа ГП-2 приводит к повышенным выбросам загрязняющих веществ в атмосферу. В связи с этим актуальной задачей становится модернизация их конструкций с точки зрения экологичности работы.

Ниже рассматриваются три варианта новых малотоксичных горелок типа ГП-2, которые защищены авторскими патентами на полезные модели [14—16], сущность которых приведена ниже. В патенте [14] признаком, отличающим предлагаемую горелку от стандартной типа ГП-2, является расположение распылительной части форсунки у основания амбразуры. В патенте [15] усовершенствование конструкции горелки сводится к возможности осевого перемещения форсунки относительно амбразуры к ее выходу, а также устройством дополнительного канала с заслонкой для подачи рециркулирующих дымовых газов в амбразуру горелки. Данные технические решения позволяют снизить на 20...30 % выбросы  $\text{NO}_x$  при совместном сжигании газа и мазута за счет подвода рециркулирующих дымовых газов. В патенте [16] признаком, отличающим новую горелку типа ГП от аналогов, является то, что в ней в канале у основания амбразуры дополнительно устанавливается труба с распылителем пара в зону горения жидкого и газообразного топлива. Впрыскиваемый пар снижает максимальную температуру горения и приводит к сокращению выбросов  $\text{NO}_x$  на 10...15 %.

### Заключение

Результаты экологических исследований и их анализ позволили сделать основные рекомендации и выводы.

- Вид и качество сжигаемого топлива в трубчатых печах оказывает влияние на состав вредных веществ в продуктах сгорания и их концентрацию.
- При отдельном сжигании мазута наблюдаются повышенные концентрации оксида углерода и оксидов азота, и при этом максимальное содержание  $\text{NO}_x$  объясняется увеличением их топливной составляющей.
- При совместном сжигании мазута с газом концентрации оксида углерода, диоксида серы и оксидов азота в продуктах сгорания зависят от соотношения газа и мазута в составе горючей смеси.
- При отдельном сжигании нефтезаводских газов концентрации оксида углерода и оксидов азота минимальные, т. е. если заменить жидкое топливо газообразным, то сократятся выбросы всех оксидов и повысится полнота горения.
- Полученные данные о выбросах вредных веществ трубчатыми печами различной конструкции и назначения могут быть использованы экологами как исходный материал для перспективного планирования мероприятий по охране воздушного бассейна.
- Приведен обзор технических решений и воздухоохраных мероприятий для нефтезаводских печей, в том числе авторские разработки, защищенные патентами на изобретения и полезные модели. Отметим, что внедрение предлагаемых технических решений на НПЗ не требует существенных материальных затрат.

### Список литературы

1. **Катин В. Д.** Повышение эффективности использования топлива в трубчатых печах НПЗ и охрана окружающей среды. — Хабаровск: РИОТИП, 2004. — 240 с.
2. **Колмогоров А. Н., Катин В. Д.** Проектирование высокоэффективных трубчатых печей для НПЗ. — М.: ЦНИИЭ-нефтехим, 2005. — 88 с.
3. **Катин В. Д., Булгаков С. В.** Проблемы сокращения вредных выбросов в атмосферу из нефтезаводских печей. — Хабаровск: ТОГУ, 2019. — 192 с.
4. **Сигал И. Я.** Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. — СПб.: Недра, 1998. — 312 с.
5. **Шарихин В. В., Ентус Н. Р.** Трубчатые печи нефтегазопереработки и нефтехимии. — М.: Сенсоры, 2000. — 392 с.
6. **Жидков А. Б.** Трубчатые нагревательные печи нефтепереработки и нефтехимии. — СПб.: Артпроект, 2015. — 104 с.
7. **Росляков П. В.** Контроль вредных выбросов в атмосферу. — М.: МЭИ, 2004. — 228 с.
8. **Катин В. Д., Бойко В. А.** Защита атмосферного воздуха при малоотходных методах сжигания мазута и нефтезаводских газов в котлах и печах. — Владивосток: Дальнаука, 2012. — 190 с.
9. **Катин В. Д., Маслов Г. Ф., Долгов Р. В.** Новые наилучшие доступные технологии сжигания топлива в печных и котельных установках. — М.: Спутник+, 2019. — 175 с.

10. **Катин В. Д., Киселев И. Г.** Результаты эколого-технического уровня эксплуатации горелок котельно-печного парка Ачинского НПЗ // Нефтепереработка и нефтехимия. — 1999. — № 2. — С. 38—41.
11. **Патент** № 2288404 РФ, МКИ F 23C 99/00 Способ сжигания топлива / В. Д. Катин, Н. Г. Пайметов, А. И. Старовойт. Оpubл. 27.11.2006. Бюл. № 33.
12. **Катин В. Д.** Модернизация горелочных устройств нефтезаводских трубчатых печей и охрана окружающей среды. — Владивосток: Дальнаука, 2011. — 190 с.
13. **Березуцкий А. Ю., Катин В. Д.** Разработка нового подхода к проектированию и созданию малотоксичных кон-

- струкций горелок для нефтезаводских печей // Труды Всероссийской научной конф. "Наука университета — новации производства". — Хабаровск: ДВГУПС, 2012. — С. 314—321.
14. **Патент** № 139470 РФ, МКИ F 23D 17/00 Газомазутная горелка / В. Д. Катин, А. Ю. Березуцкий. Оpubл. 20.04.2014. Бюл. № 11.
15. **Патент** № 158820 РФ, МКИ F 23D 17/00 Газомазутная горелка / А. Ю. Березуцкий, В. Д. Катин. Оpubл. 20.01.2016. Бюл. № 2.
16. **Патент** № 187171 РФ, МКИ F 23D 17/00 Газомазутная горелка / В. Д. Катин, В. И. Нестеров. Оpubл. 22.02.2019. Бюл. № 6.

**V. D. Katin**, Professor of Chair, Far Eastern State Transport University, Khabarovsk, Professor of Chair, Pacific State University, Khabarovsk,  
**M. Kh. Akhtyamov**, Professor of Chair, **A. N. Lutsenko**, Associate Professor,  
**L. E. Falileev**, Graduate Student, e-mail: bgd@festu.khv.ru, Far Eastern State Transport University, Khabarovsk

## On the Effect of Joint and Separate Combustion of Refinery Gases and Fuel Oil in Tube Furnaces on Air Pollution and the Development of Air Protection Measures

*The article considers the results of environmental studies of pollutant emissions from flue gases of tubular technological furnaces of oil refineries during the combustion of gaseous and liquid fuels. It has been shown that, when the fuel oil is burned separately, significant concentrations of carbon monoxide and nitrogen oxides are observed, while the combined combustion of liquid fuel and refinery gases, their content depends on the ratio of components in the composition of gas oil. When only refinery gases are burned in box and gable furnaces, the concentrations of harmful substances: carbon monoxide and nitrogen oxides are minimal, which makes it possible to recommend the practice of separate combustion of gaseous fuels with a concomitant reduction in the emissions of all oxides and an increase in the completeness of combustion. Air-protective technical solutions have been developed and recommended for practical use at refineries that reduce harmful emissions from refineries, including copyright developments, confirmed by patents for utility models and inventions. Of the greatest practical interest for the application is the new design of the GP-2 burner, presented in three versions: with the possibility of moving a fuel oil nozzle, with an additional supply channel for recirculating gases and a vapor atomizer device introduced into the combustion zone.*

**Keywords:** oil refineries, box-type and gable tube furnaces, gas-oil burners, burning of refinery gases and liquid fuels, atmospheric emissions, pollutants, nitrogen and sulfur oxides, carbon monoxide, hydrocarbons, environmental studies, air-conditioning technical solutions, two-stage combustion, low toxicity burner GP-2

### References

1. **Katin V. D.** Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya topliva v trub-chatykh pechakh NPZ i okhrana okruzhayushchei sredy. Khabarovsk: RIOTIP, 2004. 240 p.
2. **Kolmogorov A. N., Katin V. D.** Proektirovanie vysokoeffektivnykh trubchatykh pechei dlya NPZ. Moscow: TsNIITE-neftekhim, 2005. 88 p.
3. **Katin V. D., Bulgakov S. V.** Problemy sokrashcheniya vrednykh vybrosov v atmosferu iz neftezavodskikh pechei. Khabarovsk: TOGU, 2019. 192 p.
4. **Sigal I. Ya.** Zashchita vozdušnogo basseina pri szhiganií topliva. Saint-Petersburg: Nedra, 1998. 312 p.
5. **Sharikhin V. V., Entus N. R.** Trubchatye pechi neftegazopererabotki i neftekhimii. Moscow: Sensory, 2000. 392 p.
6. **Zhidkov A. B.** Trubchatye nagrevatel'nye pechi neftepererabotki i neftekhimii. Saint-Petersburg: Artproekt, 2015. 104 p.
7. **Roslyakov P. V.** Kontrol' vrednykh vybrosov v atmosferu. Moscow: MEI, 2004. 228 p.
8. **Katin V. D., Boiko V. A.** Zashchita atmosfernogo vozdukhá pri malootkhodnykh metodakh szhiganiya mazuta i neftezavodskikh gazov v kotlakh i pechakh. Vladivostok: Dal'nauka, 2012. 190 p.
9. **Katin V. D., Maslov G. F., Dolgov R. V.** Novye nailuchshie dostupnye tekhnologii szhiganiya topliva v pechnykh i kotel'nykh ustanovkakh. Moscow: Sputnik+, 2019. 175 p.
10. **Katin V. D., Kiselev I. G.** Rezul'taty ekologo-tekhnicheskogo urovnya ekspluatatsii gorelok kotel'no-pechnogo parka Achinskogo NPZ. *Neftepereobotka i neftekhimiya*. 1999. No. 2. P. 38—41.
11. **Patent** № 2288404 RF, MKI F 23C 99/00 Sposob szhiganiya topliva / V. D. Katin, N. G. Paimetov, A. I. Starovoi. Opubl. 27.11.2006. Byul. № 33.
12. **Katin V. D.** Modernizatsiya gorelochnykh ustroystv neftezavodskikh trubchatykh pechei i okhrana okruzhayushchei sredy. Vladivostok: Dal'nauka, 2011. 190 p.
13. **Berezutskii A. Yu., Katin V. D.** Razrabotka novogo podkhoda k proektirovaniyu i sozdaniyu malotoksichnykh konstruktсии gorelok dlya neftezavodskikh pechei. *Trudy Vserossiiskoi nauchnoi konf. "Nauka universiteta — novatsii proizvodstva"*. Khabarovsk: DVGUPS, 2012. P. 314—321.
14. **Patent** № 139470 RF, MKI F 23D 17/00 Gazomazutnaya gorelka / V. D. Katin, A. Yu. Berezutskii. Opubl. 20.04.2014. Byul. No. 11.
15. **Patent** № 158820 RF, MKI F 23D 17/00 Gazomazutnaya gorelka / A. Yu. Berezutskii, V. D. Katin. Opubl. 20.01.2016. Byul. No. 2.
16. **Patent** № 187171 RF, MKI F 23D 17/00 Gazomazutnaya gorelka / V. D. Katin, V. I. Nesterov. Opubl. 22.02.2019. Byul. No. 6.



**Б. С. Ксенофонтов**, д-р техн. наук, проф., e-mail: kbsflot@mail.ru,  
**Р. А. Таранов**, канд. техн. наук, доц., **А. С. Козодаев**, канд. техн. наук, доц.,  
**М. С. Виноградов**, канд. техн. наук, ст. преп., **Е. В. Сеник**, канд. техн. наук, доц.,  
Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

## Проблемы подтопления селитебных территорий остаются актуальными

*Рассмотрены различные аспекты подтопления селитебных территорий. Большое внимание уделено как применению открытых каналов, так и коллекторов больших размеров для отведения поверхностного стока, образующегося при выпадении сильных ливней. Кроме того, рассмотрены вопросы расчета количества образующегося стока и риски подтопления, возникающие в пониженных местах рельефа, в частности в автомобильных тоннелях как обычного, так и винчестерного типа. Приведены примеры расчетов риска подтопления автомобильных тоннелей.*

**Ключевые слова:** подтопление селитебных территорий, водоотведение поверхностного стока, открытые каналы, коллекторы, оценка риска подтопления автомобильных тоннелей

Значительный социальный и экономический ущерб на территории России приносят опасные паводковые наводнения, образующиеся из-за обильных дождевых осадков преимущественно в летне-осенний период. Особенно часто такие наводнения возникают в результате тихоокеанских циклонов на побережье Дальнего Востока и продвижения их вглубь территории, вплоть до верховьев Амура и Восточного Прибайкалья. Подтопление крупных городов и других населенных пунктов из-за аномального количества осадков и в результате наводнений, вызванных циклонами, происходят и в других регионах России. В основном подтопления связаны с неудовлетворительным состоянием ливневых коллекторов, но надо учитывать, что зачастую городские коллекторы просто не рассчитаны на прием такого количества осадков. Все это приводит к подтоплению городских территорий с причинением значительного экономического и социального ущерба.

В мае 2020 г. произошло аномальное выпадение осадков в Москве и Подмосковье, когда за сутки выпало более месячной нормы осадков. При этом подтопление территорий было весьма значительным и захватило несколько районов Московской области. Это привело к осложнению дорожной обстановки и образованию подтоплений на ряде улиц столицы и подмосковных городов.

Примеров подтопления можно привести еще очень много. Проблемы подтопления рассматривались ранее на примерах различных аспектов негативных явлений, возникающих при

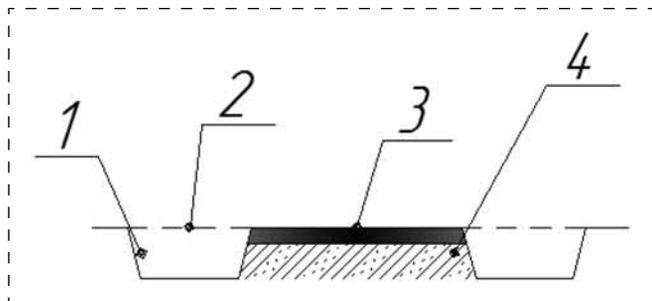
подтоплении и затоплении селитебных территорий от выпадения сильных ливней [1–6]. При этом высказывался прогноз, что в дальнейшем такие явления будут происходить в нашей стране и во всем мире чаще и с возможно более тяжелыми последствиями. Все это, к сожалению, подтверждается.

По прогнозам в ближайшие 20–25 лет значительный ущерб России могут наносить наводнения на урбанизированных территориях в результате проявления опасных гидрометеорологических процессов, особенно в весенний период паводков.

Для снижения негативных явлений, возникающих при подтоплении за счет выпадения сильных ливней, необходимо усиление систем отведения поверхностного стока с созданием в отдельных случаях специальных как закрытых, так и открытых каналов (рис. 1–3). Об этом неоднократно упоминалось в работах [3–7].

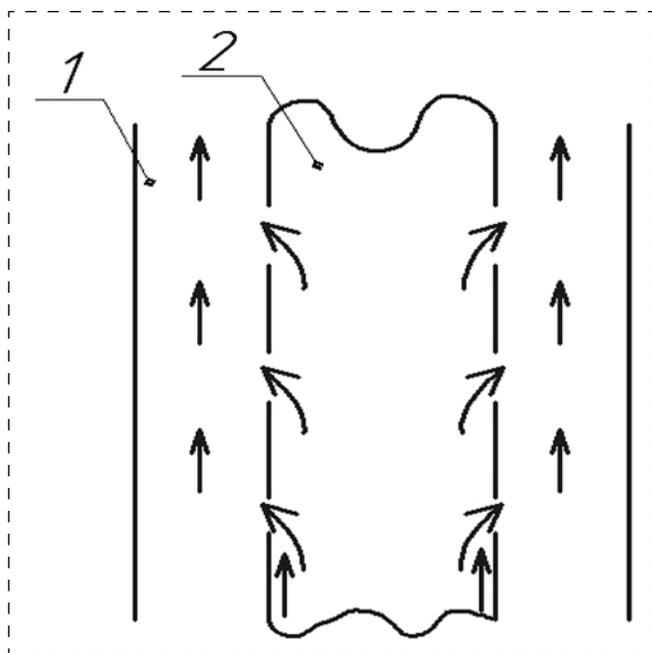
Наряду с открытыми каналами в ряде случаев целесообразно отводить поверхностный сток в коллекторах большого размера (см. рис. 3).

В экстренных ситуациях целесообразно применять быстровозводимые защитные сооружения, например, в виде дамб [7]. В качестве примера можно привести конструкцию быстровозводимой дамбы многоярусной эллипсоидальной формы (рис. 4). Такую дамбу желательно устанавливать вблизи водоема 7. Рассматриваемая дамба представляет собой замкнутую оболочку полуэллипсоидального типа 1, наполненную водой, причем



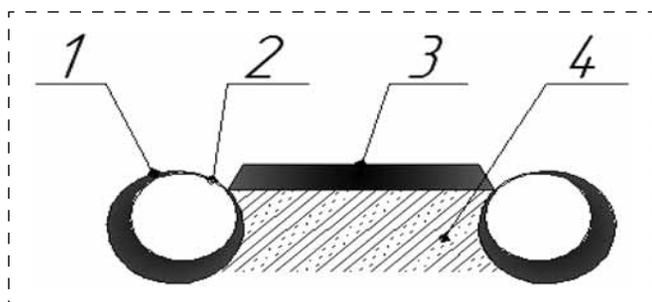
**Рис. 1. Схема автодороги с открытыми каналами водоотведения:**

1 — открытый канал; 2 — решетка; 3 — проезжая часть с асфальтированным покрытием; 4 — минеральный наполнитель (песок)



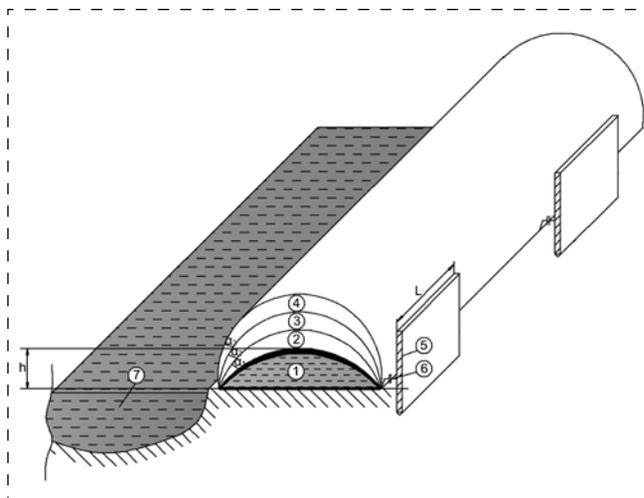
**Рис. 2. Схема отведения поверхностного стока с автодороги:**

1 — открытый канал для отведения поверхностного стока; 2 — дорожное асфальтированное полотно



**Рис. 3. Схема отведения поверхностного стока по коллекторам:**

1 — коллектор; 2 — решетка; 3 — дорожное асфальтированное полотно; 4 — минеральный наполнитель (песок)



**Рис. 4. Быстровозводимая дамба [3]:**

1 — замкнутая оболочка полуэллипсоидального типа; 2, 3, 4 — воздушные замкнутые оболочки; 5 — щит; 6 — зажим; 7 — водоем

в целях повышения эффективности задержания водного потока на верхней части замкнутой оболочки симбатно располагаются воздушные замкнутые оболочки 2, 3, 4. Образованная многослойная оболочка крепится зажимами 6 в нижней части с щитами 5, вбитыми в почвогрунт. Углы раскрытия  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  воздушных оболочек имеют значения 10...60 градусов в зависимости от уровня воды по отношению к дамбе. Крепление оболочки в нижней части осуществляется в 2—5 местах с каждым щитом, с расстоянием между щитами 1—5 длин щита  $L$ , а также с высотой щита не менее 1—3 значений высоты  $h$  замкнутой оболочки полуэллипсоидального типа, наполненной водой [3].

Анализ превентивных мероприятий по защите территории от подтоплений и возможного затопления показывает на реальность их использования и эффективность защиты территории в чрезвычайных ситуациях [3—6].

При создании новых систем отведения следует выполнять расчеты исходя из максимальной интенсивности выпадающих осадков. Указанные соображения приводят к целесообразности проведения системных мероприятий по снижению негативных явлений, возникающих при подтоплении в результате выпадения сильных ливней.

Коэффициент риска подтопления территории  $R_{\text{п}}$  определяется по формуле [3]

$$R_{\text{п}} = \frac{\sum_{i=1}^k v_{yi} \lambda_{Mi} S_i}{S_0},$$

**Ранжирование территории по степени риска ее подтопления [3]**

Малый риск	$R_{\text{п}} < 0,1$
Умеренный риск	$0,1 \leq R_{\text{п}} < 0,25$
Большой риск	$0,25 \leq R_{\text{п}} < 0,5$
Критическая ситуация	$R_{\text{п}} \geq 0,5$

где  $v_{yi}$  — коэффициент уязвимости территории, разбитой на  $i$  участков;  $\lambda_{mi}$  — коэффициент опасности подтопления территории;  $S_i$  — непересекающиеся между собой площади, на которые разбивается площадь  $S_0$  и для которых известны коэффициенты  $v_{yi}$  и  $\lambda_{mi}$ ;  $S_0$  — площадь территории, для которой определяется коэффициент риска  $R_{\text{п}}$ .

Ранжирование территорий по степени риска их подтопления приведено в таблице.

Напомним проблемы риска подтопления автомобильных тоннелей. Этот вопрос был освещен в работе [4]. Считаем возможным напомнить об особенностях винчестерных тоннелей и о порядке оценки риска их подтопления [4], так как эта проблема не решена.

Тоннели винчестерного типа, которые нашли широкое применение в Европейских странах, рекомендуется строить в городах, где существует очень плотная застройка (рис. 5). Винчестерным тоннель называется потому, что потоки транспорта в нем располагаются на разных уровнях, один под другим, а транспорт движется по ним

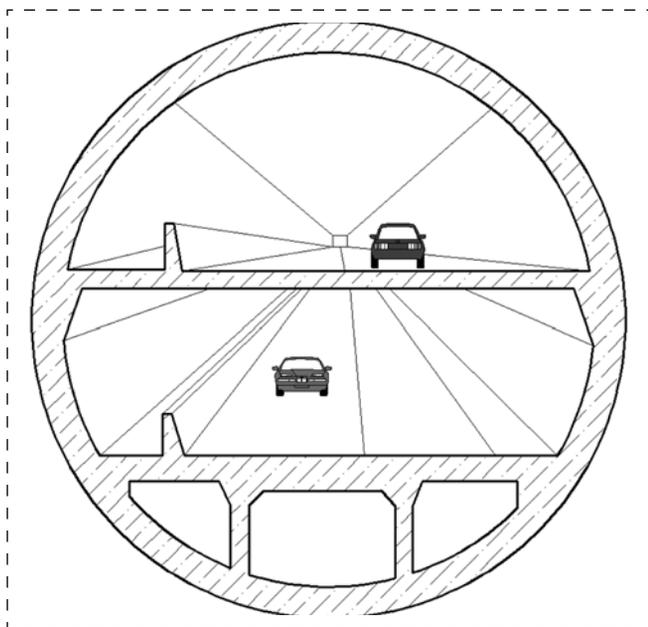


Рис. 5. Винчестерный тоннель [4]

в разных направлениях. Такие тоннели позволяют, не расширяя проезжую часть, увеличивать пропускную способность улиц [4].

Проведем оценку риска подтопления тоннеля винчестерного типа на конкретном примере. На территории винчестерного автомобильного тоннеля площадью 53,16 га за одни сутки выпала месячная норма осадков. Верхний и нижний тоннели расположены полностью ниже нулевой отметки. Грунтовые воды представляют большую опасность для подтопления территории, показатели качества грунтовых вод указывают на среднюю опасность подтопления территории. Известно, что код данной территории по показателю опасности 12, коэффициент опасности  $\lambda_m = 0,7$  [4]. Уязвимость винчестерного тоннеля по оценке авторов будет больше уязвимости обычного тоннеля из-за более глубокого залегания нижнего тоннеля. Код территории по показателю уязвимости 3322, коэффициент уязвимости нижнего тоннеля составляет  $v_y = 0,75$  [4].

Подставим данные в приведенную выше формулу:

$$R_{\text{п}} = \frac{0,7 \cdot 0,75 \cdot 53,16}{53,16} = 0,525,$$

т. е.  $R_{\text{п}} \geq 0,5$ , что соответствует возникновению критической ситуации. По результатам расчета наблюдается тенденция к увеличению коэффициента риска подтопления винчестерного тоннеля в сравнении с обычным тоннелем, проходящим ниже нулевой отметки.

Для снижения риска подтопления и затопления тоннелей необходимо предусмотреть проведение превентивных мероприятий, например, перечисленных ниже.

1. Использование системы водоотведения, мощность отведения стока которой превышает единовременное выпадение осадков в количестве месячной нормы.

2. Применение двух линий водоотведения, одна из которых является рабочей, а вторая резервной.

3. Создание площадки со спецавтотранспортом в непосредственной близости от тоннеля для возможной эвакуации вышедшего из строя автотранспорта в тоннеле.

4. Создание специальной сигнальной и предупреждающей системы о возможных чрезвычайных ситуациях (ЧС) в тоннеле.

5. Использование отводимого стока для тушения пожара [4].

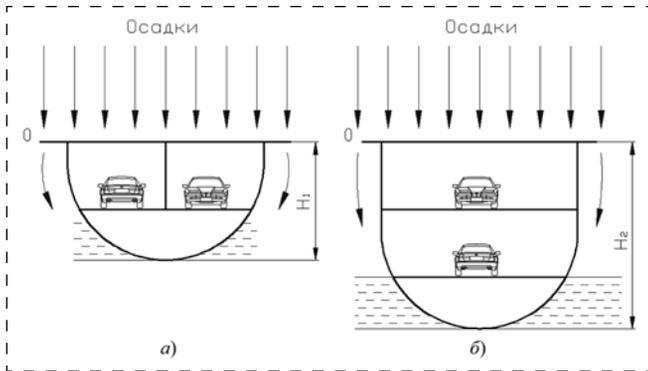


Рис. 6. Сравнительная схема обычного (а) и винчестерного (б) тоннелей:  $H_1$ ,  $H_2$  — глубина тоннелей соответственно [4]

Отметим отдельные недостатки тоннелей винчестерного типа, связанные с возможностью их подтопления (рис. 6).

Сравнение схем обычного и винчестерного тоннелей показывает, что глубина последнего примерно в 1,5–2 раза превышает глубину обычного. Это приводит к повышенному содержанию подземных вод в глубинной части винчестерного тоннеля преимущественно за счет поступления подземных вод, обусловленных тем, что  $\frac{H_2}{H_1} = 1,5 \dots 2,0$ ,

и возможным дополнительным сбором поверхностного стока.

В связи с этим величина риска подтопления в тоннеле винчестерного типа будет выше, чем в тоннеле обычного типа. Например, рассмотрим следующие условия: за одни сутки выпала месячная норма осадков, верхняя и нижняя части винчестерного тоннеля расположены полностью ниже нулевой отметки, грунтовые воды и их качество представляют большую опасность для подтопления территории.

Код данной территории по показателю опасности 12, коэффициент опасности  $\lambda_M = 0,7$  [4]. Код территории по показателю уязвимости 3332, коэффициент уязвимости нижнего тоннеля составляет  $v_y = 0,90$  [4].

Подставив данные в приведенную выше формулу, получим

$$R_{\text{п}} = \frac{0,7 \cdot 0,9 \cdot 53,16}{53,16} = 0,63.$$

Таким образом, учитывая рассмотренные выше условия, величина риска подтопления превышает явно выраженную критическую величину, что вынуждает строго соблюдать условия эксплуатации винчестерного тоннеля.

Кроме того, тоннели этого типа дороже обычных, что подтверждается практикой их строительства. Все это приводит к необходимости более тщательного выбора такого типа тоннелей с учетом складывающихся условий.

Приведенные данные указывают на повышение риска подтопления тоннелей особенно винчестерного типа. Для уменьшения риска подтопления таких тоннелей необходимо применять мощные системы водоотведения, позволяющие своевременно отводить поверхностный сток в полном объеме.

### Список литературы

1. Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Балина А. А. Анализ риска подтопления и затопления селитебных территорий в случаях выпадения сильных ливней. Часть 1 // Безопасность жизнедеятельности. — 2013. — № 6. Приложение. С. 1–24.
2. Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Балина А. А. Анализ риска подтопления и затопления селитебных территорий в случаях выпадения сильных ливней. Часть 2 // Безопасность жизнедеятельности. — 2013. — № 7. Приложение. С. 1–24.
3. Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Воропаева А. А., Виноградов М. С., Сеник Е. В. Проблемы подтопления и затопления селитебных территорий: возможные пути решения // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 7. — С. 23–27.
4. Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Воропаева А. А., Виноградов М. С., Сеник Е. В. Оценка риска подтопления автомобильных тоннелей // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 8. — С. 40–44.
5. Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Воропаева А. А., Виноградов М. С., Сеник Е. В. Сравнение методов расчета поверхностного стока селитебных территорий // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 2. — С. 49–57.
6. Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Воропаева А. А., Виноградов М. С., Сеник Е. В. Проблемы подтопления и затопления селитебных территорий: европейский опыт // Безопасность жизнедеятельности. — 2017. — № 1. — С. 29–36.
7. Патент РФ на полезную модель № 154781. Быстровозводимая дамба. Авторы: Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Воропаева А. А., Виноградов М. С., Сеник Е. В. Рег. 25.12.2014.



**B. S. Ksenofontov**, Professor, e-mail: kbsflot@mail.ru, **R. A. Taranov**, Associate Professor, **A. S. Kozodaev**, Associate Professor, **M. S. Vinogradov**, Senior Lecturer, **E. V. Senik**, Associate Professor, Bauman Moscow State Technical University

## The Problems of Flooding of Residential Areas Remain Relevant

*The paper considers various aspects of flooding of residential areas. At the same time, great attention was paid to the use of open channels and large collectors to divert surface runoff resulting from heavy rainfall. In addition, the issues of calculating the amount of runoff generated and the risks of flooding that occur in lower places of the relief, in particular in automobile tunnels of both conventional and hard drive types, are considered. Examples of calculating the risk of flooding of automobile tunnels are given.*

**Keywords:** flooding of residential territories, surface runoff, open channels, collectors, risk assessment of flooding of automobile tunnels

### References

1. **Ksenofontov B. S., Taranov R. A., Kozodayev A. S., Balina A. A.** Analiz riska podtopleniya i zatopleniya selitebnykh territoriy v sluchayakh vypadeniya silnykh livney. Chast 1. *Bezopasnost zhiznedeyatelnosti*. 2013. No. 6. Prilozheniye. P. 1–24.
2. **Ksenofontov B. S., Taranov R. A., Kozodayev A. S., Balina A. A.** Analiz riska podtopleniya i zatopleniya selitebnykh territoriy v sluchayakh vypadeniya silnykh livney. Chast 2. *Bezopasnost zhiznedeyatelnosti*. 2013. No. 7. Prilozheniye. P. 1–24.
3. **Ksenofontov B. S., Taranov R. A., Kozodayev A. S., Voropayeva A. A., Vinogradov M. S., Senik E. V.** Problemy podtopleniya i zatopleniya selitebnykh territoriy: vozmozhnyye puti resheniya. *Bezopasnost zhiznedeyatelnosti*. 2015. No. 7. P. 23–27.
4. **Ksenofontov B. S., Taranov R. A., Kozodayev A. S., Voropayeva A. A., Vinogradov M. S., Senik E. V.** Otsenka riska podtopleniya avtomobilnykh tonneley. *Bezopasnost zhiznedeyatelnosti*. 2015. No. 8. P. 40–44.
5. **Ksenofontov B. S., Taranov R. A., Kozodayev A. S., Voropayeva A. A., Vinogradov M. S., Senik E. V.** Sravneniye metodov rascheta poverkhnostnogo stoka selitebnykh territoriy. *Bezopasnost zhiznedeyatelnosti*. 2015. No. 2. P. 49–57.
6. **Ksenofontov B. S., Taranov R. A., Kozodayev A. S., Voropayeva A. A., Vinogradov M. S., Senik E. V.** Problemy podtopleniya i zatopleniya selitebnykh territoriy: evropeyskiy opyt. *Bezopasnost zhiznedeyatelnosti*. 2017. No. 1. P. 29–36.
7. **Patent RF** na poleznuyu model № 154781. Bystrovozvodi-maya damba. Avtory: Ksenofontov B. S., Taranov R. A., Kozodayev A. S., Voropayeva A. A., Vinogradov M. S., Senik E. V. Reg. 25.12.2014.

### Информация

#### Уважаемые авторы и подписчики журнала!

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

УДК 629.735.33

**В. М. Рухлинский**, д-р техн. наук, первый заместитель председателя, Межгосударственный авиационный комитет — председатель комиссии, Москва,  
**А. С. Молотовник**, начальник отдела, e-mail: Anton.Molotovnik@iflyltd.ru, ООО "АЙ ФЛАЙ", Москва

## Разработка модели процесса проведения аварийно-спасательных работ в районе аэродрома

*Рассматривается задача совершенствования процессов и процедур проведения аварийно-спасательных работ в районе аэродрома. Разработка модели процесса основана на многолетнем анализе авиационных событий, произошедших в районе аэродрома. В разработанной модели, использующей рискориентированный подход, определены источники входа процесса и выявлены факторы опасности, влияющие на эффективность проведения работ. Результатом выхода процесса в зависимости от качества и эффективности проведения работ является степень вреда от авиационного события.*

*На основании полученных результатов определены риски, влияющие на эффективность проведения аварийно-спасательных работ в районе аэродрома. Факторы опасности, выявленные в ходе анализа, применимы для построения математической модели оценки рисков, основанной на байесовских сетях доверия, характеризующей деятельность аварийно-спасательной и противопожарной службы каждого аэродрома.*

**Ключевые слова:** аварийно-спасательные работы, модель процесса, контекст, факторы опасности, оценка рисков, байесовские сети доверия

### Введение

Эксплуатационная деятельность оператора аэродрома, как и любая другая деятельность организации подвержена воздействиям внутренних и внешних факторов, которые порождают неопределенность в отношении достижения поставленных целей. Влияние такой неопределенности на цели организации и есть "риск". Вся эксплуатационная деятельность оператора аэродрома включает в себя риск. Оператор аэродрома осуществляет управление рисками посредством его идентификации, анализа и последующего оценивания, будет ли риск изменен воздействием, чтобы соответствовать установленным критериям риска.

Для достижения поставленных целей и управления рисками в организации формируется контекст — совокупность внешних и внутренних факторов, которые определяют или влияют на образ действия предприятия, организации, процесса или человека [1].

Контекст эксплуатационной деятельности оператора аэродрома определяется совокупностью внешних и внутренних факторов, влияющих на деятельность по обеспечению взлета, посадки,

руления, стоянки воздушных судов, обеспечению горюче-смазочными материалами и специальными жидкостями, коммерческому обслуживанию пассажиров, багажа, почты и грузов.

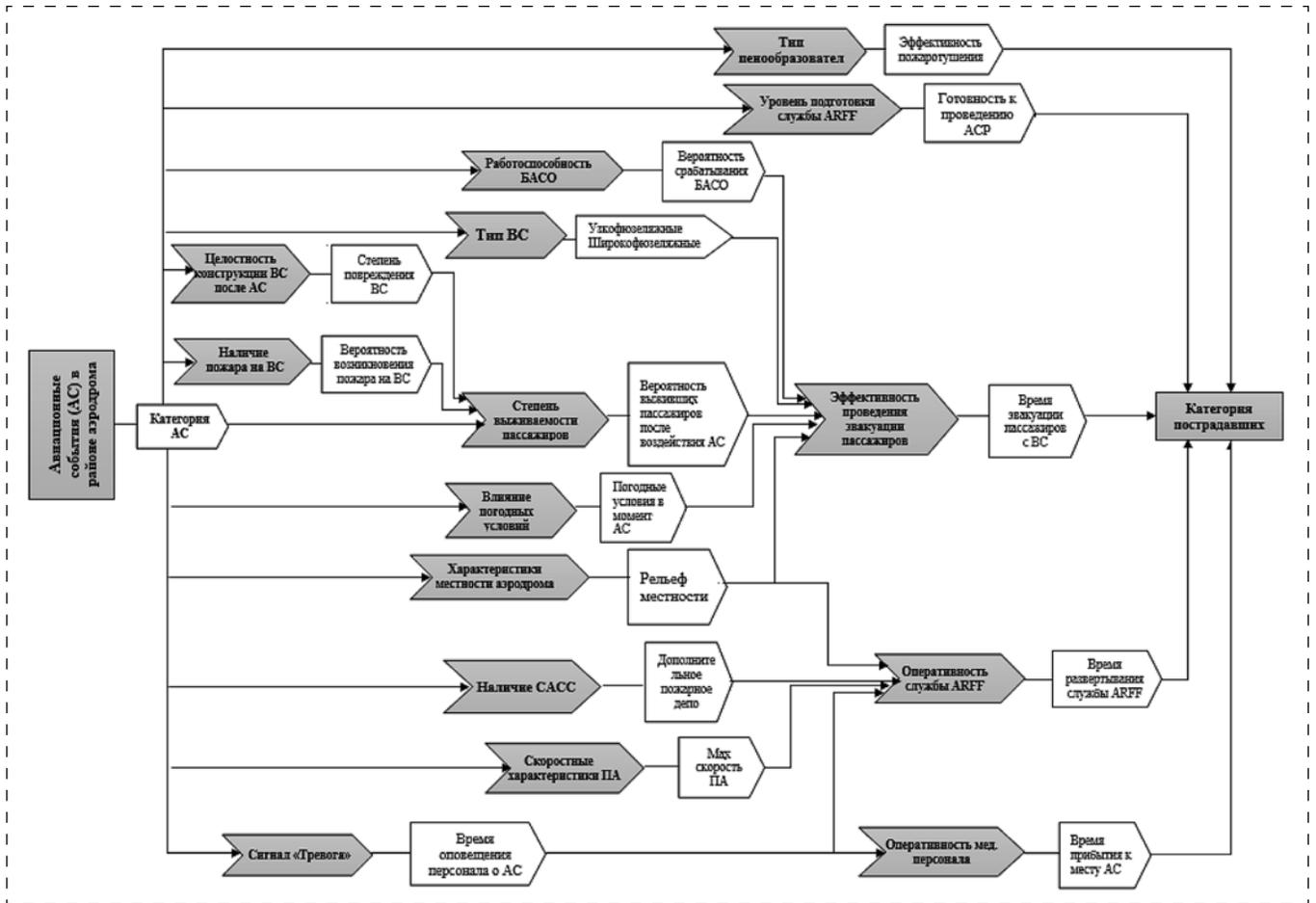
Одной из эксплуатационных служб, оказывающих влияние на контекст оператора аэродрома, является аварийно-спасательная и противопожарная служба (Aircraft Rescue and Fire-Fighting) (ARFF).

Задачей службы ARFF является организация и проведение аварийно-спасательных работ (АСР), направленных на спасение пассажиров и экипажей воздушных судов (ВС), терпящих или потерпевших бедствие на аэродромах или в районе ответственности [2].

### Метод совершенствования аварийно-спасательных работ

Одним из методов совершенствования процессов и процедур проведения АСР является моделирование процесса проведения АСР в районе аэродрома (см. рисунок).

Для анализа модели процесса проведения аварийно-спасательных работ в районе аэродрома



Модель процесса проведения аварийно-спасательных работ в районе аэродрома

дадим определение риска в области безопасности полетов (БП). Этот риск может быть определен как предполагаемая вероятность и серьезность последствий или результатов факторов опасности (ФО) [3]. Математической интерпретацией подхода Международной организации гражданской авиации (ИКАО) является определение риска Каплана—Гаррика первого уровня, в рамках которого предлагается рассмотреть набор результатов или "сценариев" реализации возможных неблагоприятных событий (проявлений ФО). В фундаментальной работе Каплана—Гаррика [4] вводится понятие тройки

$$\langle s_i, p_i, x_i \rangle,$$

здесь  $s_i$  — идентифицированный сценарий развития неблагоприятного события (реализации ФО);  $p_i$  — вероятность реализации данного сценария;  $x_i$  — последствия реализации сценария или мера по оценке серьезности последствия реализации сценария;  $i = 1, \bar{N}$ .

На основе тройки  $\langle s_i, p_i, x_i \rangle$  риск первого уровня определяется как набор троек:

$$R = \{ \langle s_i, p_i, x_i \rangle \}. \quad (1)$$

Исходя из этого ФО можно определить как набор пар  $H = \{ \langle s_i, x_i \rangle \}$ . Физический смысл данного определения заключается в том, что одному фактору опасности соответствует несколько возможных сценариев ее развития  $s_i$  и последствий  $x_i$ .

Эффективность АСР зависит от множества ФО  $H_i$ , каждый из которых имеет несколько сценариев  $s_{ij}$  и последствий  $x_{ij}$ , возникающих в процессе проведения АСР, которые можно записать в виде:

$$H = \{ \langle s_{ij}, x_{ij} \rangle \}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m. \quad (2)$$

Источником входа анализируемой модели процесса проведения АСР в районе аэродрома [5] является ФО  $H_1$  — возникновение авиационного события (АС) в районе аэродрома, который имеет два сценария  $s_{ij}$ :  $s_{11}$  — АС не произошло;  $s_{12}$  — АС произошло.

В процессе возникновения авиационного события на эффективность проведения АСР, первоначально, влияют семь факторов опасности  $H_i$ , имеющих несколько сценариев  $s_{ij}$ :

$H_2$  — целостность конструкции ВС:  $s_{21}$  — фюзеляж не поврежден;  $s_{22}$  — фюзеляж поврежден.

$H_3$  — наличие пожара на ВС:  $s_{31}$  — пожара нет;  $s_{32}$  — возникновение пожара.

$H_4$  — степень выживаемости пассажиров:  $s_{41}$  — потенциально выжившие;  $s_{42}$  — без возможности выживания.

$H_5$  — работоспособность бортового аварийно-спасательного оборудования (БАСО):  $s_{51}$  — сработало полностью;  $s_{52}$  — сработало частично;

$H_6$  — тип ВС:  $s_{61}$  — узкофюзеляжные;  $s_{62}$  — широкофюзеляжные;

$H_7$  — влияние погодных условий:  $s_{71}$  — благоприятные;  $s_{72}$  — неблагоприятные.

$H_8$  — характеристики местности аэродрома:  $s_{81}$  — равнинная;  $s_{82}$  — горная;  $s_{83}$  — болотистая.

Процесс проведения АСР начинается с момента подачи сигнала "Тревога", который подается диспетчером центра организации воздушного движения, или диспетчером пожарной станции по системе аварийного оповещения за время не более 25 с.

После получения сигнала служба ARFF направляется к месту авиационного события в соответствии с нормативным временем развертывания. Согласно Аварийному плану оператора аэродрома активируется процедура "Спасание людей и тушение пожара". Целью процедуры является проведение эффективных мероприятий по спасанию людей и тушению пожара на ВС.

В результате АС могут возникнуть пожары: разлитого топлива, шасси, силовых установок; внутрифюзеляжный пожар и пожар смешанного типа, включающий сочетание видов пожара.

В зависимости от вида пожара оператор аэродрома разрабатывает методики тушения пожаров, которые прописаны в Оперативном плане по тушению пожаров различного характера.

В результате возникновения АС на эффективность АСР влияют факторы опасности  $H_i$ , имеющие несколько сценариев  $s_{ij}$ :

$H_9$  — эффективность проведения эвакуации пассажиров:  $s_{91}$  — время эвакуации 0...2 мин;  $s_{92}$  — время эвакуации 2...4 мин;  $s_{93}$  — время эвакуации 4 мин и более.

$H_{10}$  — время оповещения персонала:  $s_{101}$  — 23 с;  $s_{102}$  — более 23 с;

$H_{11}$  — наличие стартовой аварийно-спасательной станции (САСС):  $s_{111}$  — имеется;  $s_{112}$  — отсутствует;

$H_{12}$  — скоростные характеристики пожарных автомобилей (ПА):  $s_{121}$  — максимальная скорость 105 км/ч и более;  $s_{122}$  — максимальная скорость менее 100 км/ч;

$H_{13}$  — время развертывания службы ARFF:  $s_{131}$  — время развертывания — 1...2 мин;

$s_{132}$  — время развертывания — 2...3 мин;  $s_{133}$  — время развертывания 3 мин и более;

$H_{14}$  — тип пенообразователя:  $s_{141}$  — тип С (расход воды 3,75 л/мин/м<sup>2</sup>);  $s_{142}$  — тип В (расход воды 5,5 л/мин/м<sup>2</sup>);  $s_{143}$  — тип А (расход воды 8,2 л/мин/м<sup>2</sup>);

$H_{15}$  — уровень профессиональной подготовки персонала службы ARFF:  $s_{151}$  — подготовлен;  $s_{152}$  — не подготовлен.

Медицинский персонал после аварийного сигнала прибывает за нормативное время к месту АС.

По прибытии на место происшествия медицинский персонал начинает выполнять следующие процедуры: обслуживание пострадавших; транспортировка пострадавших; обслуживание не пострадавших; обработка погибших. Целью процедур, выполняемых медицинским персоналом оператора аэродрома, является сортировка пострадавших и оказание пассажирам медицинской помощи.

Сортировка представляет собой осмотр и классификацию пострадавших с целью определения порядка очередности оказания помощи и транспортировки.

На данном этапе на эффективность АСР влияет ФО  $H_i$ , имеющий несколько сценариев  $s_{ij}$ :

$H_{16}$  — оперативность медицинского персонала:  $s_{161}$  — время прибытия 2...4 мин;  $s_{162}$  — время прибытия 4...6 мин;  $s_{163}$  — время прибытия 6 мин и более.

После проведения АСР руководитель дает команду "Отбой" и деятельность аэропорта переходит в штатный режим работы.

Источником выхода анализируемой модели процесса проведения АСР в районе аэродрома в зависимости от качества и эффективности проведения АСР являются последствия  $x_{ij}$  данных ФО, проявляющихся в виде вреда от АС:

$x_1$  — малозначительные последствия;

$x_2$  — применение правил на случай аварийной обстановки;

$x_3$  — телесные повреждения;

$x_4$  — серьезные телесные повреждения;

$x_5$  — многочисленные человеческие жертвы.

Завершающим этапом анализа модели процесса проведения АСР в районе аэродрома является определение вероятности возникновения данных ФО  $p_i(H_i)$ , которая может быть рассчитана на основе подхода, согласно SAE ARP 5150 [6]:

$$p_i(H_i) = \frac{e_{H_i}}{T}, \quad (3)$$

здесь  $e_{H_i}$  — число проявлений ФО  $H_i$ , произошедших за рассматриваемый период;  $T$  — число АС, анализируемых за рассматриваемый период [7].



Таким образом, преобразовав выражение (1), получим выражение для оценки рисков, влияющих на эффективность проведения АСР в районе аэродрома:

$$R_{\text{АСР}} = \{s_{\text{АС}}, p_{\text{ФО}}, x_{\text{ущерб}}\}, \quad (4)$$

здесь  $s_{\text{АС}}$  — сценарии развития ФО, возникающих при АС;  $p_{\text{ФО}}$  — вероятность возникновения ФО;  $x_{\text{ущерб}}$  — степень вреда пассажирам от АС.

### Заключение

Разработанная модель процесса проведения АСР в районе аэродрома позволяет:

- проводить исследование и выявлять ФО, влияющие на эффективность проведения АСР;
- проводить мониторинг эффективности деятельности службы ARFF;
- оценивать риски, которые оказывают негативное влияние при проведении АСР;
- совершенствовать эффективность АСР до снижения рисков до приемлемого уровня;
- анализировать недостатки процедур аварийного плана операторов аэродрома.

Факторы опасности, выявленные в ходе анализа, применимы для разработки математической модели оценки рисков, основанной на

байесовских сетях доверия, характеризующей деятельность службы ARFF каждого аэродрома в зависимости от географического положения, рельефа местности, интенсивности полетов и финансового вложения в развитие и поддержание службы ARFF операторов аэродромов РФ.

### Список литературы

1. ISO 31000:2018 Risk management — Guidelines.
2. Руководство по аэропортовым службам. Часть 1. Спасание и борьба с пожаром: Doc. 9137-AN/898. Изд. 4-е. — Монреаль: ИКАО, 2015. — 192 с.
3. Приложение 19 к Конвенции о международной гражданской авиации. Управление безопасностью полетов. Изд. 2-е. — Монреаль: ИКАО, 2016. — 44 с.
4. Kaplan S., Garrick B. On the Quantitative Definition of Risk // Risk Analysis. 1981. Vol. 1. No. 1. P. 11–27.
5. ISO 9001:2015 Quality management systems — Requirements.
6. SAE ARP 5150 Safety Assessment of Transport Airplanes in Commercial Service. — SAE, 2003. — 305 p.
7. Рухлинский В. М., Молотовник А. С., Хаустов А. А. Управление рисками в области аварийно-спасательного обеспечения полетов // Безопасность жизнедеятельности. — 2018. — № 1. — С. 26–31.
8. Рухлинский В. М., Молотовник А. С., Хаустов А. А. Анализ и управление рисками в области аварийно-спасательного обеспечения полетов // Научный вестник ГосНИИ ГА. — 2019. — № 26. — С. 75–86.
9. Рухлинский В. М., Хаустов А. А., Молотовник А. С. Оценка риска в области безопасности полетов на основе байесовской сети доверия // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. — 2017. — Т. 20. — № 3. — С. 76–89.

V. M. Rukhlinskiy, First Deputy Chairman, Interstate Aviation Committee — Commissioner, Moscow, A. S. Molotovnik, Head of Department, e-mail: Anton.Molotovnik@iflyltd.ru, LTD "I FLY", Moscow

## Building a Model of the Emergency Rescue Process in the Aerodrome Area

*The task of improving the processes and procedures for conducting emergency rescue operations in the area of the aerodrome is being solved. The development of a process model is based on a long-term analysis of aviation events that occurred in the area of the aerodrome. The developed model uses a risk-based approach. Sources of process input were identified and hazard factors affecting the efficiency of work were identified. The output of the process, depending on the quality and effectiveness of the work, is the damage and harm of the accident. Based on the results obtained, in this work, the risks are identified that affect the effectiveness of emergency rescue operations in the area of the aerodrome. Hazard factors identified during the analysis are applicable for constructing a mathematical model of risk assessment based on Bayesian confidence networks characterizing the activities of the emergency rescue and fire service of each aerodrome.*

**Keywords:** rescue operations, process model, context, hazards, risk assessment, bayesian trust networks

### References

1. ISO 31000:2018 Risk management — Guidelines.
2. Руководство по аэропортовым службам. Часть 1. Спасание и борьба с пожаром: Doc. 9137-AN/898. Изд. 4-е. Монреаль: ИКАО, 2015. 192 p.
3. Приложение 19 к Конвенции о международной гражданской авиации. Управление безопасностью полетов. Издание второе, 2016. 192 p.
4. Kaplan S., Garrick B. On the Quantitative Definition of Risk. Risk Analysis. 1981. Vol. 1. No. 1. P. 11–27.
5. ISO 9001:2015 Quality management systems — Requirements.
6. SAE ARP 5150, Safety Assessment of Transport Airplanes in Commercial Service. SAE, 2003. 305 p.
7. Рухлинский В. М., Молотовник А. С., Хаустов А. А. Управление рисками в области аварийно-спасательного обеспечения полетов. Безопасность жизнедеятельности. 2018. No. 1. P. 26–31.
8. Рухлинский В. М., Молотовник А. С., Хаустов А. А. Анализ и управление рисками в области аварийно-спасательного обеспечения полетов. Научный вестник ГосНИИ ГА. 2019. No. 26. P. 75–86.
9. Рухлинский В. М., Хаустов А. А., Молотовник А. С. Оценка риска в области безопасности полетов на основе байесовской сети доверия. Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2017. Vol. 20. No. 3. P. 76–89.

УДК 55.551.5:556

**К. А. Гегиев**, канд. техн. наук, зав. лабораторией,  
**А. Х. Шерхов**, канд. физ.-мат. наук, зав. лабораторией,  
**З. Ж. Гергокова**, мл. науч. сотр., e-mail: zauna.gerg@mail.ru, Высокогорный геофизический институт, Нальчик

## Метод расчета основных параметров селевого и наносоводного потоков

*В последние десятилетия в горных и предгорных районах Российской Федерации наблюдается существенная активизация экзогенно-склоновых явлений, в том числе и селевых процессов, что связано во многом с крупномасштабными промышленными, сельскохозяйственными и рекреационно-спортивными техногенными воздействиями на сложившиеся природные ландшафты и глобальным изменением климата.*

*Для проектирования и строительства селезащитных гидротехнических сооружений необходимы научно обоснованные методы расчетов основных параметров (объем, расход, скорость и др.) селепаводковых потоков, чтобы обеспечить безопасность жизнедеятельности на селевых территориях горных и предгорных районов.*

*Изложены существующие рекомендуемые методы расчета основных количественных параметров — объема, скорости, расхода и других физических характеристик наносов в селевом и наносоводном потоках.*

*Даны основные выводы по результатам апробации приведенных расчетных формул и рекомендации по минимизации негативного воздействия опасных русловых процессов на объекты экономики и природы (ландшафт русла), рассматриваются эрозионные и аккумуляционные процессы, возникающие в водных потоках с наносами из продуктов денудации горных склонов.*

**Ключевые слова:** *сель, уклон русла, глубина потока, скорость селевого потока, селевая масса, максимальный расход селевых паводков, береговая и донная эрозия, запруды*

### Введение

Целью исследования является анализ существующих методов расчета основных параметров селевых потоков, определение которых необходимо при проектировании надежных селезащитных сооружений для обеспечения безопасности жизнедеятельности на селевых территориях в горных районах.

Основные притоки рек Малка, Баксан, Чегем и Черек в горных и предгорных районах Кабардино-Балкарской республики являются, как правило, селевыми. Селевые потоки не только негативно воздействуют на инфраструктуру объектов экономики (горнодобывающие, рекреационные, линейные, сельскохозяйственные и другие объекты), но и являются основными поставщиками твердого наноса (продуктов денудации) основных притоков (1–4-го порядка) бассейна р. Терек в паводковый период, изменяя, в свою очередь, ландшафт их русла.

Русловые деформации, т. е. изменение отметок дна русла по длине реки и изменения очертаний

русла в плане — важнейшие показатели эрозионной и аккумуляционной деятельности наносоводных паводков.

Один из важных параметров селевых и наносоводных потоков, которые учитываются в первую очередь при проектировании противоселевых и противоэрозионных мероприятий — это объем выносов (жидкого и твердого стоков).

В существующих методах расчета максимального твердого стока селевых паводков учитываются следующие факторы, доступные конкретному определению по картам, космоснимкам или при натурном обследовании: площадь водосбора, длина водотоков, их средние уклоны, форма гидрографов, объемный коэффициент стока, ливневый параметр и степень развития в бассейне селеобразующих очагов (оползни, обрушения и др.). Объем слоя выносов зависит главным образом от высотного положения бассейна, его географического положения и расчлененности овражными селевыми врезами. Кроме того, на количество твердого стока, которое может быть



вынесено с поверхности горного бассейна селевым паводком, главным образом влияет степень обнаженности поверхности склонов и их крутизна, а также уклон тальвега русла.

Имеющиеся в литературных источниках методики расчета объема твердого стока недостаточно разработаны, однако все же некоторые приближенные рекомендации могут быть использованы в практике при исследовании и проектировании.

### Методы определения основных параметров селей

#### Объем выносов наносов

Одним из наиболее важных параметров селевых потоков является объем выносов наносов  $W_H$ . Селевые отложения (наносы) отличаются неоднородностью гранулометрического состава — от валунно-галечного до песчано-глинистых фракций. Методики расчетов максимального объема выноса наносов селевым паводком, рекомендуемые в работах [1–4], следующие.

Для расчета объемов выноса селевыми потоками существуют различные формулы. Наиболее известными являются формулы, предложенные в работах [1–5].

$$W = 1000h_H F, \quad (1)$$

где  $W$  — объем наносов,  $m^3$ ;  $h_H$  — разовый слой наносов, отнесенный ко всей площади бассейна, который применяется равным 5...15 мм для низкогорных и среднегорных бассейнов и до 20...25 мм для высокогорных;  $F$  — площадь водосбора,  $km^2$ .

Более совершенная формула для расчета объема выноса твердого наноса за один паводок выглядит следующим образом:

$$W = 1000H\alpha\beta F, \quad (2)$$

где  $H$  — слой осадков, вызвавший паводок, мм;  $\alpha$  — коэффициент стока, принимаемый для высокогорных бассейнов (абсолютная отметка выше 2500...3000 м) равным 0,50...0,70, для среднегорных — 0,3...0,50 и для предгорий 0,1...0,3;  $\beta$  — объемное содержание наносов в потоке,  $m^3$  (на  $1 m^3$  воды), колеблющееся от 0,1 до 0,7.

Формула (2) дает хорошие результаты при расчетах селевых бассейнов с эрозионными очагами зарождения.

#### Скорость селевого потока

Вторым важным параметром селевого и наносоводного потока является средняя скорость селевого потока, которая определяется по формуле [5]

$$v_{cp} = \frac{C}{1,34C + 6}, \quad (3)$$

где  $C$  — коэффициент Шези, вычисляемый по следующей зависимости [5]:

$$C = \frac{6,5H_{cp}^{1/6}}{2^{1/4}(\varphi\gamma_H + 1)^{1/2}}, \quad (4)$$

где  $H_{cp}$  — средняя глубина потока, м (при максимальных  $H_{max} = 1,5H_{cp}$ ;  $\varphi$  — коэффициент насыщения потока наносами, определяемый по зависимости

$$\varphi = \frac{\gamma_c - \gamma_B}{\gamma_H - \gamma_c}, \quad (5)$$

здесь  $\gamma_H$  — удельный вес наносов ( $2,6...2,7 t/m^3$ );  $\gamma_c$  — удельный вес селевого потока ( $1,6...1,7 t/m^3$ );  $\gamma_B$  — удельный вес воды ( $1,0 t/m^3$ ).

Средняя скорость для разного типа селевых потоков (грязекаменные и наносоводные) вычисляется по следующим формулам [6, 7]:

— для наносоводных селевых потоков:

$$V_c = 4,5h_{cp}^{2/3}i^{1/6} \quad (6)$$

или

$$V_c = 4,4h_{cp}^{0,5}i^{0,17}, \quad (7)$$

— для грязевых и грязекаменных:

$$V_c = 3,75h_{cp}^{1/2}i^{1/6}, \quad (8)$$

где  $h_{cp}$  — средняя глубина потока, м;  $i$  — уклон русла.

При отсутствии наблюдаемых данных расход наносов можно определить как разность максимальных расходов селевого и водного потоков:

$$Q_{H\ max} = Q_{c\ max} - Q_{B\ max}, \quad (9)$$

где  $Q_{c\ max}$  — максимальный расход наносов селея,  $m^3/c$ , определяемый по формуле [4]

$$Q_{c\ max} = Q_{B\ max}(1 + \alpha)K_{зат}, \quad (10)$$

где  $\alpha$  — наносоводное отношение, равное 0,03...0,14 для слабонасыщенных селей ( $\gamma_c =$

$= 1,05/1,20 \text{ т/м}^3$ ) и  $0,14...0,32$  для потоков средней насыщенности ( $\gamma_c = 1,4...1,6 \text{ т/м}^3$  и более);  $K_{\text{зат}}$  — коэффициент заторности, который рекомендуется принимать в пределах до  $3...5$ ;  $Q_{\text{в max}}$  — максимальное значение расхода водного потока, определяемое по эмпирической формуле [4]

$$Q_{\text{в max}} = \frac{14,4F}{(F + 0,01)^{0,40} e^{-0,038F^{0,25}}}, \quad (11)$$

где  $F$  — площадь водосборного бассейна,  $\text{км}^2$ ;  $e$  — основание натуральных логарифмов (число Непера, равное  $2,719$ ).

Преобразуя зависимости (9), (10) и подставляя средние максимальные значения коэффициентов  $\alpha = 0,25$  и  $K_{\text{зат}} = 4$ , для предварительного расчета расхода наносов можно предложить более простую зависимость:

$$Q_{\text{н}} = 4Q_{\text{в}}, \quad (12)$$

где  $Q_{\text{н}}$  и  $Q_{\text{в}}$  — расход наносов и водного потока,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

### Влияние наносоводного потока на формирование русла (ландшафт)

На формирование русел рек в горных и предгорных районах Северного Кавказа активно влияют гидравлическая структура и гидрологический режим естественного водного потока. Бурные потоки горных рек в паводковый период перемещают взвешенные и влекомые наносы — продукты денудации горных пород, образуя при этом в размываемом русле реки аллювиальные формы рельефа [1—3]. Способность потока к саморегулированию (поток управляет руслом, русло управляет потоком) постоянно нарушается неподатливым размыву материалом, выступающим в ложе реки, сложенным скальными грунтами или очень крупными валунами.

Многофакторность процесса образования в принципе поддается как качественной, так и количественной оценке. Наиболее важным критерием, определяющим степень и характер взаимодействия потока и русла, является соотношение средних, не размывающих и размывающих скоростей для данного состава отложений, т. е. фактическая устойчивость аллювиального ложа. При этом скорость водного потока зависит от глубины, уклона русла и диаметра влекомых наносов. В настоящее время для расчета скорости

наносоводного и селевого потока рекомендуют приведенные ниже формулы.

Скорость потока,  $\text{м/с}$ , при котором начинается срыв отложений, т. е. размывающая скорость [8]:

$$V_p = 4,6d^{1/3}h^{1/6}, \quad (13)$$

где  $h$  — глубина потока,  $\text{м}$ ;  $d$  — диаметр наносов,  $\text{м}$ .

Скорость потока, при которой начинается массовое влечение донных наносов:

$$V_b = 6,0d^{1/3}h^{1/6}. \quad (14)$$

Скорость потока, при которой прекращается движение наносов:

$$V_n = 3,7d^{1/3} \quad (15)$$

или

$$V_n = 0,8V_p. \quad (16)$$

Расход наносов напрямую связан с расходом водного потока и его рекомендуют определять по следующим зависимостям [9]:

расход взвешенных наносов,  $\text{кг/с}$

$$R = 0,18Q_{\text{в}}^{1,08}; \quad (17)$$

расход влекомых наносов,  $\text{кг/с}$

$$G = 0,08Q_{\text{в}}^{0,93}. \quad (18)$$

Тогда общий расход наносов ( $\text{кг/с}$ ) (взвешенных и влекомых) наносоводного потока реки определяется по формуле:

$$Q_{\text{н}} = R + G. \quad (19)$$

По 32 створам ручейковой сети техногенного склона, образованного из отвалов горной разработки (возрастом более 16 лет), опытным путем были определены уклоны, расход воды и наносов. На основании полученных данных выведено уравнение регрессии для расчета расхода наносов [10]:

$$Q_{\text{н}} = 97Q_{\text{в}}^{0,93}i^{0,94}, \quad (20)$$

где  $Q_{\text{в}}$  — расход воды,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $i$  — уклон русла ручья.



### Рекомендации по обеспечению безопасности жизнедеятельности на селитебных территориях горных районов

- Засев оголенных склонов многолетними травами, деревьями и кустарниками.
- Устройство в русле селеносных водотоков запруд из грунтовых плотин, сквозных сеток "GEOBORK" или из сборных металлических и железобетонных конструкций для уменьшения уклона транзитных участков русла реки.
- Для предотвращения боковой и донной эрозии на потенциально опасных отрезках русел, необходимо проведение берегоукрепительных работ из монолитного железобетона и ж/б конструкций.
- До начала паводкового периода (май—сентябрь) необходимо проводить в русле выпрямительные (руслорегулировочные) работы, а также расчистку от наносов под мостовыми пролетами на главных притоках (1-го порядка) р. Терек.
- При проектировании и строительстве капитальных селезащитных и берегозащитных сооружений необходимо более тщательное исследование и расчет параметров потока согласно нормативным документам [11—14].

### Выводы

Для предварительной оценки активизации селевых и эрозионных процессов с целью разработки предпроектных противоселевых и противоэрозионных гидротехнических защитных мероприятий можно использовать вышеуказанные формулы по определению основных параметров (объем твердого выноса, скорость и расход наносов) селевого наносоводного потока.

При скорости наносоводного потока  $V > V_p$  — скорости отрыва отложений, участок русла является в целом размываемым и его деформация сводится к образованию многочисленных побочин (из наносов) и береговой эрозии, либо формированию свободных излучин, блуждание которых определяется блужданием (меандрированием) русла по дну долины от одного берега к другому.

При скорости потока  $V \leq V_p$  прекращается движение наносов в русле и формируются наносные отложения в виде заросших островов.

Расчет основных параметров селевого и наносоводного потока (объем твердого выноса, скорость и расход наносов селевого и наносоводного потоков) во избежание грубых ошибок необходимо определять по нескольким методам расчета.

### Список литературы

1. **Перов В. Ф.** Селеведение: Учебное пособие. — М.: МГУ. 2012. — 270 с.
2. **Херхеулидзе И. И.** Максимальные расходы селевых паводков. Материалы совещания, Ташкент. 1960. Борьба с горной эрозией почв и селевыми потоками в СССР. — Ташкент, 1962. — С. 225—229.
3. **Соколовский Д. Л.** Речной сток (методы исследования и расчетов), гидрометеорологическое издательство. — Л., 1952. — С. 449—457.
4. **Флейшман С. М.** Сели. — М.: Гидрометеоздат, 1978. — 312 с.
5. **Чуринов М. В., Шеко А. И.** Методическое руководство по комплексному изучению селей. — М.: Недра, 1971. — 164 с. (с. 148).
6. **Гегиев К. А., Шерхов А. Х., Гергокова З. Ж.** К анализу существующих методов определения скорости селевого потока // Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. Труды 5-й Международной конференции. Тбилиси. Грузия, 1—5 октября 2018 г. — Тбилиси: Универсал, 2018. — 671 с. (с. 308—312).
7. **Гегиев К. А., Шерхов А. Х., Гергокова З. Ж., Анахоев Х. А.** Определение основных гидрологических параметров сошедшего селя по реке Псыгану (КБР) // Безопасность жизнедеятельности. — 2019. — № 12. — С. 31—35.
8. **Шапов Г. И.** Речные наносы. — Л.: Гидрометеоздат, 1959. — 378 с.
9. **Джаошвили Ш. В.** Речные наносы и пляжеобразования на Черноморском побережье Грузии. — Тбилиси: Сабчата Сакартвело, 1986. — 156 с.
10. **Куценко И. В., Сорокин В. Л.** Проектирование динамически равновесного рельефа в целях противоэрозионной мелиорации техногенных комплексов // Геоморфология. — 1989. — № 1. — С. 40—45.
11. **СП 116.13330.2012** Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения.
12. **ОДМ 218.2.052—2015** Проектирование и строительство противоселевых сооружений для защиты автомобильных дорог.
13. **СН 518—79** Инструкция по проектированию и строительству противоселевых защитных сооружений.
14. **СП 1325800.20** Инженерные изыскания для строительства в районах развития селевых процессов. Общие требования.

**K. A. Gegiev**, Head of the Laboratory, **A. Kh. Sherhov**, Head of the Laboratory, **Z. J. Gergokova**, Junior Researcher, e-mail: zayna.gerg@mail.ru, High-Mountain Geophysical Institute, Nalchik

## Methods for Calculating the Main Parameters of Mudflow Sedimentation Flows

*In recent decades, in the mountainous and foothill regions of the Russian Federation, there has been a significant increase in exogenous slope phenomena, including mudflow processes, which is largely due to large-scale industrial, agricultural, recreational and sports man-made impacts on existing natural landscapes and global climate change.*

*For the design and construction of mudflow protection hydraulic structures, scientifically based methods of calculating the main parameters (volume, flow rate, speed, etc.) of mudflow flows are necessary to ensure the safety of life in residential areas of mountainous and foothill areas.*

*The paper describes the existing recommended methods for calculating the main quantitative parameters—volume, velocity, flow rate and other physical characteristics of sediments in the mudflow and sediment flow.*

*The main conclusions based on the results of testing the above formulas and recommendations for minimizing the negative impact of dangerous riverbed processes on economic and natural objects (riverbed landscape) are given, and the erosion and accumulation processes that occur in water flows with sediments from the products of denudation of mountain slopes are considered.*

**Keywords:** mudflow, channel slope, flow depth, mudflow velocity, mudflow mass, maximum flow rate of mudflows, coastal and bottom erosion, dams

### References

1. **Perov V. F.** Selevedenie: Textbook. Moscow: Moscow State University, 2012. 270 p.
2. **Herheulidze I. I.** Maximum expenses of mudflow floods. Proceedings of the meeting, Tashkent, 1960 ("Fighting mountain soil erosion and mudflows in the USSR"). Tashkent: 1962. P. 225—229.
3. **Sokolovsky D. L.** River runoff (methods of research and calculations), hydrometeorological publishing house. Leningrad, 1952. P. 449—457.
4. **Fleishman S. M.** Seli. Moscow: Hydrometeoizdat, 1978. 312 p.
5. **Churinov M. V., Sheko A. I.** Methodological guide to the complex study of mud flows. Moscow: Nedra, 1971. 164 p. (p. 148).
6. **Gegiev K. A., Sherkhov A. Kh., Gergokova Z. Zh.** To the analysis of existing methods for determining the speed of the mudflow. *Mudflows: disasters, risk, forecast, protection. Proceedings of the 5th International conference.* Tbilisi. Georgia, 1—5 October 2018. Tbilisi: Universal, 2018. 671 p. (p. 308—312).
7. **Gegiev K. A., Sherkhov A. Kh., Gergokova Z. Zh., Anakhaev Kh. A.** Determination of the main hydrological parameters of a mudslide on the Psygansu river (KBR). *Life Safety.* 2019. No. 12. P. 31—35.
8. **Shamov G. I.** River sediments. Leningrad: Hydrometeoizdat, 1959. 378 p.
9. **Dzhaoshvili Sh. V.** River sediments and beach formation on the black sea coast of Georgia. Tbilisi: Sabchata Sakartvelo, 1986. 156 p.
10. **Kutsenko I. V., Sorokin V. L.** Design of dynamically balanced relief for the purpose of anti-erosion reclamation of technogenic complexes. *Geomorphology.* 1989. No. 1. P. 40—45.
11. **SP 116.13330.2012** Engineering protection of territories, buildings and structures from dangerous geological processes. Fundamentals.
12. **ODM 218.2.052—2015** Design and construction of anti-settlement structures for road protection.
13. **SN 518—79** Instructions for the design and construction of anti-settlement protective structures.
14. **SP 1325800.20** Engineering surveys for construction in areas of the development of mudflow processes. General requirements.

УДК 343

**В. В. Антонченко**, канд. юрид. наук, зам. начальника, e-mail: antovadim@yandex.ru, Дальневосточная пожарно-спасательная академия МЧС России, Владивосток

## Проблемы уголовной ответственности за нарушение правил пожарной безопасности

*Статья посвящена проблематике уголовной ответственности за нарушение правил пожарной безопасности. Приведен краткий анализ числа пожаров в России, погибших и травмированных в них людей, а также лиц, привлеченных к уголовной ответственности по ст. 168, 219, ч. 1, 2 ст. 261 УК РФ. На основе данных анализа рассмотрен вопрос об эффективности уголовно-правового воздействия на ситуацию с пожарами в России.*

**Ключевые слова:** пожарная безопасность, пожарная статистика, причина пожара, нарушение правил пожарной безопасности, состав преступления

Ежегодно на Земле происходит более 6 млн пожаров, в результате которых гибнет более 50 тыс. человек. В России в среднем за год происходят сотни тысяч пожаров, в которых по официальным данным гибнет около 8,5 тыс. человек. По показателю гибели людей на пожарах Россия занимает одно из худших мест в мире. Несмотря на то что наибольшее число пожаров происходит в США, Россия (вместе с Белоруссией и Украиной) занимает верхние строчки "антирейтинга" по количеству человеческих жертв на 100 тыс. жителей (и на 100 пожаров), превышая показатели развитых стран в несколько раз. Так, если коэффициент гибели людей от пожаров (на 100 тыс. человек населения в год) в США составляет 1,2, во Франции — 0,71, в Китае — 0,17, то в России он равен 5,83 [1].

В настоящее время в соответствии со ст. 27 Федерального закона от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ "О пожарной безопасности" в Российской Федерации действует единая государственная система статистического учета пожаров и их последствий. Официальный статистический учет пожаров и государственную статистическую отчетность по пожарам и их последствиям осуществляет МЧС России.

С 2019 г. в России начала действовать новая система учета пожаров и погибших в них, введенная Приказом МЧС РФ от 08.10.2018 № 431 [2]. Если ранее все возгорания делились на "учитываемые" пожары и "неучитываемые" загорания, то после 01.01.2019 г. понятие "загорание" было исключено, все возгорания стали учитываться как пожары,

в связи с чем количество статистических пожаров увеличилось примерно в 3,5 раза. Также если раньше погибшими в результате пожаров считались умершие непосредственно на пожаре, то сейчас таковыми стали считаться также умершие от последствий пожаров в течение 30 дней. В связи с этим в 2019 г. число погибших на пожарах людей возросло на 8 %.

Статистику по числу пожаров в России, гибели и травмированию на них людей можно назвать ужасающей. Так, в 2017 г. произошло 132 844 пожаров, повлекших за собой гибель 7816 человек и травмирование 9355 человек; в 2018 (2019) гг. эти цифры составили соответственно: 131 840 (471 357) пожаров, 7909 (8559) погибших и 9642 (9477) травмированных [3, 4].

Большинство пожаров в нашей стране приходится на Москву, Московскую область и Санкт-Петербург — а это густонаселенные районы с плотной застройкой. Поэтому неудивительно, что 90 % от общего числа погибших людей погибают при пожарах в зданиях и сооружениях. При этом наиболее пожароопасные объекты, где происходит около 70 % общего числа пожаров — это жилые помещения [4].

Наиболее распространенными причинами пожаров являются: нарушение правил установки и эксплуатации оборудования (печей, электропроводки, газо- и электрооборудования и др.); нарушение технологических процессов, в которых используются горючие и легковоспламеняющиеся вещества; курение. Данные причины обусловлены пресловутым "человеческим фактором", т. е.

деяниями, связанными с несоблюдением требований пожарной безопасности. Даже лесные и степные пожары, убыток от которых обходится в 0,6 % от валового национального продукта России, США и Канады, где они происходят с ежегодной регулярностью и пугающей масштабностью, являются, в большинстве случаев, следствием преступной халатности людей.

Действительно, неисправности производственного оборудования, нарушения технологического процесса производства, нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования, нарушения правил эксплуатации бытовых газовых, керосиновых, бензиновых и других устройств и другие подобные причины возникновения пожаров всегда имеют виновное лицо, нарушившее те или иные правила, проявившее недобросовестность, халатность и разгильдяйство.

Пожалуй, только такая причина, как шалость детей с огнем, среди иных причин, связанных с "человеческим фактором", не может быть признана криминальной. Однако, учитывая обязанность взрослых (родителей, воспитателей, учителей и т. д.) по надзору за детьми, и она при ближайшем рассмотрении вряд ли может быть отнесена к разряду природных или случайных.

Доля умышленных преступлений, приводящих к пожарам, т. е. поджогов, не превышает 7 %, а доля пожаров, возникающих от естественных, не связанных с человеческой деятельностью, причин (грозовые разряды, самовоспламенение торфа в жаркую и сухую погоду и др.), не превышает 1,5...2 %.

Таким образом, любое нарушение, повлекшее за собой пожар (например, нарушение правил монтажа электропроводки), можно считать нарушением требований пожарной безопасности. А сам пожар с уголовно-правовой точки зрения всегда возникает в результате общественно опасного деяния лица, и приводит к уничтожению, повреждению имущества и (или) травмированию или гибели людей.

Подобные нарушения являются основной причиной подавляющего большинства пожаров, влекущих за собой гибель людей и огромный материальный ущерб. Данное обстоятельство требует адекватного этим угрозам уголовно-правового ответа, т. е. предусмотренных уголовным законом неблагоприятных последствий для лиц, совершивших преступление в сфере пожарной безопасности.

В Уголовный кодекс Российской Федерации включены три статьи, по которым при наличии

указанных последствий может наступать ответственность за неосторожное причинение пожара:

— статья 168 предусматривает ответственность за уничтожение или повреждение чужого имущества в крупном размере, совершенные путем неосторожного обращения с огнем или иными источниками повышенной опасности;

— статья 219 предусматривает ответственность за нарушение требований пожарной безопасности, совершенное лицом, на котором лежала обязанность по их соблюдению, если это повлекло по неосторожности причинение тяжкого вреда здоровью человека. Данная статья содержит также квалифицированные составы указанного преступления, содержащие в качестве своих признаков смерть человека (ч. 2 ст. 219 УК РФ) и смерть двух и более лиц (ч. 3 ст. 219 УК РФ);

— части 1 и 2 статьи 261 предусматривают ответственность за уничтожение или повреждение лесных насаждений и иных насаждений в результате неосторожного обращения с огнем или иными источниками повышенной опасности.

С целью устранения противоречий при толковании смысла закона и заполнения существующих пробелов еще в 2002 г. Пленумом Верховного Суда РФ было принято Постановление № 14 "О судебной практике по делам о нарушении правил пожарной безопасности, уничтожении или повреждении имущества путем поджога либо в результате неосторожного обращения с огнем" (далее — Постановление ВС РФ) [5].

Субъектом нарушения правил пожарной безопасности является лицо, ответственное за соблюдение правил обращения с пожароопасными веществами, и нарушившее эти правила (должностное лицо). При этом таким лицом могут быть не только должностные лица, но и граждане, на которых возложены определенные обязанности по соблюдению правил пожарной безопасности. Очевидно, что и сварщик, искра при работе которого воспламенила ветошь и привела к пожару, и грибник, бросивший в лесу непотушенный окурок, и электромонтер, допустивший фактически запрещенную Правилами [6] скрутку проводов, не обеспечивающую хорошо проводящего надежного контакта, являются, при наступлении определенных последствий, субъектами соответствующего преступления.

Согласно Постановлению ВС РФ при решении вопроса о виновности лица в нарушении правил пожарной безопасности, повлекшем наступление последствий, предусмотренных статьей 219 УК РФ, судам необходимо выяснять, в чем конкретно



состояло ненадлежащее исполнение либо невыполнение данных правил, имеется ли причинная связь между допущенными нарушениями и наступившими последствиями, и указывать на это в приговоре со ссылкой на конкретные пункты правил пожарной безопасности, которые были нарушены.

Правила пожарной безопасности устанавливаются нормативными актами федерального, регионального и местного уровня и являются обязательными для исполнения всеми юридическими и физическими лицами, органами и должностными лицами. На федеральном уровне это, прежде всего, федеральные законы от 21.12.1994 № 69-ФЗ "О пожарной безопасности" [7] и от 22.07.2008 № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" [8], а также правила противопожарного режима, установленные Постановлением Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 "О противопожарном режиме" [9], и многочисленные своды правил в системе противопожарной защиты, утвержденные приказами МЧС России.

Представляется, что нарушение правил пожарной безопасности с объективной стороны выражается не только в невыполнении норм определенных "Правил пожарной безопасности" как нормативного акта либо иных "Правил...", содержащих нормы в данной области. Бланкетная (т. е. отсылающая к другим отраслям права или нормативным актам) конструкция рассматриваемых уголовно-правовых норм заставляет, по мнению автора, учитывать и общепризнанные неписанные правила предосторожности [10]. Действительно, вряд ли возможно нормативно предусмотреть в правилах, стандартах и регламентах все случаи вероятного пожаронебезопасного поведения. А в отношении очевидных, но нигде не описанных нарушений (например, разведение костра в жилом помещении), такое нормирование и вовсе представляется избыточным. Очевидно также, что нарушение правил пожарной безопасности может совершаться как в форме действия, так и в форме преступного бездействия.

С учетом вышеизложенного к пожароопасным веществам могут относиться, как представляется, не только горючие вещества и источники зажигания, но и вещества и материалы, неспособные к горению, но потенциально способные вызывать огонь при соответствующих условиях (например, электрические провода при их замыкании).

Субъективная сторона преступлений, предусмотренных ст. 168, 219, ч. 1, 2 ст. 261 УК РФ,

выражается только в неосторожной вине. Однако в большинстве случаев правила пожарной безопасности нарушаются в результате халатности, ответственность за которую установлена в ст. 293 УК РФ.

Кроме того, при нарушении правил пожарной безопасности на объектах атомной энергетики, на взрывоопасных объектах, при ведении горных, строительных или иных работ, а также при нарушении правил учета, хранения, перевозки и использования взрывчатых, легковоспламеняющихся веществ, пиротехнических изделий и т. п., содеянное охватывается ст. 215, 216, 217, 218 УК РФ (специальными составами преступлений) и в данных случаях ст. 168, 219, ч. 1, 2 ст. 261 УК РФ не применяются.

Поэтому доля зарегистрированных преступлений по ст. 168, 219, ч. 1, 2 ст. 261 УК РФ от общего числа преступлений в сфере общественной безопасности находится в пределах 3 %. Учитывая это, а также сравнительно небольшое количество как уголовных дел по ст. 215, 216, 217, 218 УК РФ, так и осужденных по ним фигурантов, можно сделать вывод, что успешно расследуется и доводится до суда крайне незначительное количество дел о пожарах, в том числе связанных с гибелью людей.

Так, за три года (2017—2019 гг.) всего было осуждено: по ст. 168 УК РФ — 336 чел., по ст. 219 УК РФ — 52 чел., по ч. 1, 2 ст. 261 — 89 чел., т. е. к уголовной ответственности за неосторожное причинение пожара, в том числе повлекшего массовую гибель людей, привлекается в среднем около 170 чел. в год. За этот же период количество погибших в пожарах составило 24 284 чел., в 2019 г. в России произошло более 14 тыс. только лесных пожаров, уничтоживших примерно 1 % площади лесного фонда страны на территории около 15 млн гектаров. Экономический ущерб от этого вида пожаров в 2019 г. оценивается в 15 млрд рублей [11].

Основными причинами пожаров в лесах, как и других видов пожаров, специалисты называют неосторожное обращение с огнем (о чем свидетельствует большое количество очагов возгорания вблизи дорог и населенных пунктов) и преднамеренные поджоги с целью скрытия следов массовой незаконной вырубке леса [12].

Оценка эффективности предупредительного воздействия уголовного наказания является актуальной научной проблемой, решение которой позволит сократить материальные и социальные издержки, связанные с исполнением уголовных наказаний, повысить качество предупреждения

преступлений и уровень защищенности граждан от общественно опасных посягательств [13].

Рассматривая показатель динамики числа осужденных по ст. 168, 219, ч. 1, 2 ст. 261 УК РФ как один из критериев эффективности уголовного наказания в рассматриваемой сфере, можно сделать вывод о недостаточности предупредительного воздействия уголовно-правовых норм на пожаробезопасное состояние общества и государства.

Данные ГИАЦ МВД РФ, ФГИС "ФБД "Пожары" МЧС России, Судебного департамента при ВС РФ иллюстрируют проблему в сфере уголовно-правовой борьбы с пожарами в России, возникающими по неосторожности людей: ежегодно в России происходят сотни тысяч пожаров, в которых гибнет и травмируется в среднем 18—19 тыс. человек, рассматривается около 75 тыс. сообщений о преступлениях в данной сфере, при этом возбуждается только около 1,8 тыс. уголовных дел и привлекается к уголовной ответственности 170 человек.

Такое незначительное воздействие уголовно-правовых мер борьбы на ситуацию с пожарами в России не в последнюю очередь объясняется сложностью единообразного толкования перечисленных уголовно-правовых норм. Постановление ВС РФ разрешило возникающие на правоприменительном уровне проблемы лишь отчасти.

Практически неэффективность рассматриваемых уголовно-правовых норм проявляется в отказе от применения норм права (отказах в возбуждении уголовных дел или их необоснованного прекращения на стадии расследования), в неверном выборе видов и размеров наказаний, распространении практики назначения наказаний ниже низшего предела и т. п.

Стоит признать, что сегодня эффективность предупредительного потенциала уголовно-правовых норм в рассматриваемой сфере во многом зависит от воли применять карательный потенциал наказания судами [14], а также от профессионализма и компетентности следственных органов, способных успешно расследовать и доводить до суда все случаи криминальных пожаров.

Уголовно-правовая политика в сфере предупреждения пожаров зачастую следует лишь за общественным резонансом, вызванным публикациями в СМИ, нередко носит характер кампанейщины, а не системной работы. Так, в разгар уже упоминавшихся пожаров в Сибири Следственный комитет России возбудил первое уголовное дело (причем в отношении халатности чиновников

министерства лесного хозяйства Красноярского края, а не непосредственных виновников) 1 августа 2019 г., а к 5 августа было возбуждено уже 277 дел по ст. 261 УК РФ, из них 15 уголовных дел были направлены в суд уже к 25 сентября — беспрецедентная для правоохранительных органов скорость и работоспособность; но закончившаяся, к сожалению, так же быстро, как и начавшаяся [15—17].

Проблема эффективности уголовного наказания — центрального института уголовного права — крайне сложна; она отражает как содержание уголовной политики государства в целом [18], так и уголовно-правовые аспекты борьбы с пожарами, наносящими непоправимый вред людям, обществу и государству, и требуют дальнейшего подробного научно-практического осмысления.

### Список литературы

1. **Статистика** пожаров. Сайт. URL: <https://sites.google.com/site/statistikapozaro/mezdunarodnaa-statistika/> (дата обращения 02.06.2020).
2. **Приказ** МЧС России от 08.10.2018 № 431 "О внесении изменений в Порядок учета пожаров и их последствий, утвержденный приказом МЧС России от 21 ноября 2008 г. № 714".
3. **Пожары** и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник / Под общей редакцией Д. М. Гордиенко. — М.: ВНИИПО, 2019. — 125 с.
4. **Статистические сведения** по пожарам и их последствиям, зарегистрированным за январь—декабрь 2019 года в сравнении с аналогичным периодом прошлого года / Сайт МЧС России. URL: <https://45.mchs.gov.ru>. (дата обращения 02.06.2020).
5. **Постановление** Пленума Верховного Суда РФ от 5 июня 2002 г. № 14 "О судебной практике по делам о нарушении правил пожарной безопасности, уничтожении или повреждении имущества путем поджога либо в результате неосторожного обращения с огнем".
6. **Правила** устройства электроустановок (ПУЭ). Приказ Министерства энергетики РФ от 8 июля 2002 г. № 204.
7. **О пожарной безопасности**. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ // Собрание законодательства РФ. 26.12.1994. № 35. ст. 3649.
8. **Технический регламент** о требованиях пожарной безопасности. Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ // Собрание законодательства РФ. 28.06.2008. № 30 (часть I). Ст. 3579.
9. **О противопожарном режиме**. Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 // Собрание законодательства РФ. 07.05.2012. № 19. Ст. 2415.
10. **Антонченко В. В.** Пожарная безопасность как объект уголовно-правовой охраны // Библиотека уголовного права и криминологии. — 2015. — № 3 (11). — С. 18—24.
11. **Основные статистические показатели** состояния судимости в России за 2003—2007 годы и 2008—2019 годы. Сайт Судебного департамента при Верховном Суде РФ. URL: <http://www.cdep.ru/> (дата обращения 02.06.2020).



12. **В МЧС** назвали причины распространения лесных пожаров в Сибири. Сайт РИА Новости. URL: <https://ria.ru> (дата обращения 02.06.2020).
13. **Передельский Д.** Генпрокуратура заявила о намеренных поджогах лесов в Сибири. Российская газета, 6 августа 2019.
14. **Бытко С. Ю., Варыгин А. Н.** Некоторые методологические вопросы оценки эффективности предупредительного воздействия уголовных наказаний // Вестник Пермского университета. Юридические науки. — 2019. — Вып. 43. — С. 146—177.
15. **СК возбудил** уголовное дело о халатности из-за лесных пожаров в Сибири. Российская газета, 1 августа 2019.
16. **По фактам** лесных пожаров в России возбуждено 277 уголовных дел. Сайт ТАСС (5 августа 2019). URL: <https://tass.ru/> (дата обращения 02.06.2020).
17. **Генпрокуратура** выявила факты укрывательства преступлений при лесных пожарах. Сайт РИА Новости (25 сентября 2019). URL: <https://ria.ru> (дата обращения 02.06.2020).
18. **Полторацкий Н. А.** Понятие, эффективность и проблемы уголовного наказания // Молодой ученый. — 2017. — № 14 (148). — С. 544—547.

**V. V. Antonchenko**, Deputy Superior, antovadim@yandex.ru,  
Far East Fire-Rescue Academy of Ministry of Emergency Situations of Russia, Vladivostok

## Problems of Criminal Liability for Violation of Fire Safety Rules

*The article is devoted to the problem of criminal liability for violation of fire safety rules. The author provides a brief analysis of the number of fires in Russia, the people killed and injured in them, as well as persons brought to criminal responsibility under articles 168, 219, part 1,2 of article 261 of the criminal code of the Russian Federation. Based on this analysis, the question of the effectiveness of criminal law impact on the situation with fires in Russia.*

**Keywords:** fire safety, fire statistics, cause of fire, violation of fire safety rules, composition of the crime

### References

1. **Statistika** požarov. Sajt. URL: <https://sites.google.com/site/statistikapozaro/mezhdunarodnaa-statistika> (date of access 02.06.2020).
2. **Prikaz** MCHS Rossii ot 08.10.2018 № 431 "O vnesenii izmenenij v Poryadok ucheta požarov i ih posledstvij, utverzhdenyj prikazom MCHS Rossii ot 21 noyabrya 2008 g. № 714".
3. **Pozhary** i požarnaya bezopasnost' v 2018 godu: Statisticheskij sbornik / Pod obshej redakciej D. M. Gordienko. Moscow: VNIPO, 2019. 125 p.
4. **Statisticheskie svedeniya** po požaram i ih posledstviyam, zaregistrovannym za yanvar' 2019 goda v sravnenii s APPG. Sajt MCHS Rossii. URL: <https://45.mchs.gov.ru>. (date of access 02.06.2020).
5. **Postanovlenie** Plenuma Verhovnogo Suda RF ot 5 iyunya 2002 g. № 14 "O sudebnoj praktike po delam o narushenii pravil požarnoj bezopasnosti, unichtozhenii ili povrezhdenii imushchestva putem podzhoga libo v rezul'tate nestorozhnogo obrashcheniya s ognem".
6. **Pravila** ustrojstva elektroustanovok (PUE). Prikaz Ministerstva energetiki RF ot 8 iyulya 2002 g. No. 204.
7. **O požarnoj bezopasnosti.** Federal'nyj zakon ot 21.12.1994 № 69-FZ. *Sobranie zakonodatel'stva RF*. 26.12.1994. No. 35. St. 3649.
8. **Tekhnicheskij reglament** o trebovaniyah požarnoj bezopasnosti. Federal'nyj zakon ot 22.07.2008 g. № 123-FZ. *Sobranie zakonodatel'stva RF*. 28.06.2008. № 30 (chast' I). St. 3579.
9. **O protivopozharnom rezhime.** Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 25.04.2012 No. 390. *Sobranie zakonodatel'stva RF*. 07.05.2012. No. 19. St. 2415.
10. **Antonchenko V. V.** Pozharnaya bezopasnost' kak ob'ekt ugolovno-pravovoj ohrany. *Biblioteka ugolovno prava i kriminologii*. 2015. No. 3 (11). P. 18—24.
11. **Osnovnye statisticheskie pokazateli** sostoyaniya sudimosti v Rossii za 2003—2007 gody i 2008-2019 gody. Sajt Sudebnogo departamenta pri Verhovnom Sude RF. URL: <http://www.cdep.ru/> (date of access 02.06.2020).
12. **V MCHS** nazvali prichiny rasprostraneniya lesnyh požarov v Sibiri. Sajt RIA Novosti. URL: <https://ria.ru> (date of access 02.06.2020).
13. **Peredel'skij D.** Genprokuratura zayavila o namerennyh podzhogah lesov v Sibiri. *Rossijskaya gazeta*, 6 avgusta 2019.
14. **Bytko S. Yu., Varygin A. N.** Nekotorye metodologicheskie voprosy ocenki effektivnosti predupreditel'nogo vozdejstviya ugolovnyh nakazaniy. *Vestnik Permskogo universiteta. Yuridicheskie nauki*. 2019. Vyp. 43. P. 146—177.
15. **SK vozбудил уголовное дело** o halatnosti iz-za lesnyh požarov v Sibiri. *Rossijskaya gazeta*, 1 avgusta 2019.
16. **Po faktam** lesnyh požarov v Rossii vozбuzhdено 277 ugolovnyh del. Sajt TASS (5 avgusta 2019). URL: <https://tass.ru/> (date of access 02.06.2020).
17. **Genprokuratura** vyavila fakty ukryvatel'stva prestuplenij pri lesnyh požarah. Sajt RIA Novosti (25 sentyabrya 2019). URL: <https://ria.ru> (date of access 02.06.2020).
18. **Poltorackij N. A.** Ponyatie, effektivnost' i problemy ugolovnoho nakazaniya. *Molodoj uchenyj*. 2017. No. 14 (148). P. 544—547.

УДК 614.8

**Г. Х. Харисов**, д-р техн. наук, проф., проф. кафедры,  
**А. В. Мирзаянц**, ст. преп., e-mail: artmir01@yandex.ru,  
 Академия ГПС МЧС России, Москва

## Самоспасание людей с высоты при пожаре

*Рассмотрены основные показатели обстановки с пожарами в зависимости от этажности здания. Проведен анализ стоимости различных спасательных устройств. Представлены результаты исследований по использованию подручных средств спасения людей с высоты при пожаре. Даются рекомендации по повышению надежности связывания простыней как крайнего средства спасения при пожарах на верхних этажах здания.*

**Ключевые слова:** пожар, самоспасание, спасательная веревка, перчатки, простыни, средства спасения при пожаре

Самоспасание людей при пожаре с высоты является актуальной проблемой. Согласно статистике [1] в 2016—2018 гг. ежегодно в Российской Федерации в среднем на 2-м и выше этажах погибало около 23 % людей от общего числа погибших на пожаре. В табл. 1 представлены основные показатели обстановки с пожарами в зависимости от этажности здания, а в табл. 2 — классификация средств спасения с высоты.

Согласно Техническому регламенту [2] средства спасения людей с высоты при пожаре подразделяются на индивидуальные и коллективные средства.

В методических рекомендациях [3] представлена классификация средств спасения с высоты по характерным признакам (см. табл. 2).

В табл. 3 перечислены индивидуальные и коллективные средства спасения и их стоимость [4].

Следует отметить, что из-за малой вероятности возникновения пожара и сравнительно высокой стоимости спасательных устройств подавляющее большинство людей не имеет спасательных устройств для спасения своей собственной жизни при пожаре. Риск гибели при пожаре люди, как правило, считают приемлемым (риск гибели при ДТП примерно в 3 раза выше риска гибели при пожаре). Однако для людей, живущих или работающих на 2-м и выше этажах, указанный риск гибели при пожаре все же реализуется с вероятностью  $12 \cdot 10^{-6}$  1/чел. год (в Российской Федерации в 2018 г.). И так как у подавляющего большинства людей нет спасательных устройств, они вынуждены использовать подручные средства спасения [5].

В табл. 4 и 5 представлены (далеко не все) случаи использования подручных средств для спасения людей при пожарах в 2016—2019 гг.,

Таблица 1

Основные показатели обстановки с пожарами за 2016—2018 гг.

Этажность здания	Число пожаров, ед./Число погибших, чел.				Доля от общего числа, % пожаров/погибших
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее за 3 года	
1	83 421/6529	80 027/5812	80 661/5852	81 370/6064	72,99/76,40
2	11 284/749	10 786/647	10 936/706	11 002/701	9,87/8,83
3—5	11 035/819	10 871/760	10 691/786	10 866/788	9,75/9,93
6—9	5372/297	5087/266	4868/260	5109/274	4,58/3,45
10—16	2542/89	2389/88	2398/92	2443/90	2,19/1,13
17—25	628/25	670/13	694/21	664/20	0,58/0,25
> 25	16/0	24/0	43/0	28/0	0,03/0,00
Итого	114 298/8508	109 854/7586	110 291/7717	111 481/7937	100/100



Таблица 2

## Классификация средств спасения с высоты

Признак классификации	Тип оборудования
По направлению действия	Подъемно-спускные Спускные
По способу установки и базирования	Стационарные Мобильные Переносные
По производительности	Групповые Индивидуальные
По способу управления	С ручным регулированием спуска С автоматическим регулированием спуска
По взаимосвязи с этапами строительства	Предусмотренные проектом Не предусмотренные проектом
По исполнению	Лестницы (складные, навесные) Желоба (трапы, тоннели) Канатно-спускные (ленточные, тросовые) Маты и подушки Рукавные (эластичные, жесткие, секционные) Натяжное спасательное полотно Вертолеты, дельтапланы, парашюты Агрегатно-комбинированные спасательные средства

применяемых во многих странах и зафиксированных в интернете [4].

В работе [6] описывается, что в безвыходной ситуации при пожаре спастись с верхних этажей зданий можно, используя для этой цели простыни или занавески [6]. Известно несколько случаев, когда это удавалось сделать, в том числе случаи самоспасания при помощи связанных простыней 78-летней женщины и ее 16-летней внучки в США [7]. На рисунке представлена последовательность действий для спуска с высоты при пожаре, используя для этой цели связанные простыни.

Несмотря на то что в некоторых случаях, указанных в табл. 5, люди при пожаре смогли самостоятельно спастись с помощью подручных средств, эти подручные средства остаются ненадежными. Повысить надежность указанных средств можно следующим путем.

Прежде всего, необходимо повысить надежность связывания простыней при их использовании в качестве средства спасения. В п. 3 на рисунке представлен способ связывания простыней

Таблица 3

## Спасательные устройства и их стоимость на 2019 г.

Наименование (модель) спасательного устройства	Предельная высота спасения, м	Минимальная стоимость, руб.
Лестница веревочная спасательная с цепью (ЛВСЦ)	30	6235
Лестница навесная спасательная ЛНСП "Самоспас"	15	7590
Эвакуационный комплект "Rescue Set" (Венто)	50	8490
Лестница навесная спасательная СССР	15	9000
Канатно-спусковое пожарное устройство СПАСМИГ	30	9950
Лестница навесная спасательная СССР-К	15	11 040
Комплект спусковой спасательный КСС	50	14 900
Устройство канатно-спусковое пожарное автоматическое (УКСПа) — "Автоматическая спусковая система IC-301"	45	14 900
Устройство канатно-спусковое пожарное автоматическое (УКСПа) — "Автоматическая Система Спуска "Life Line"	100	16 900
Индивидуальный самоспасатель "МОНОСПАС"	50	16 900
Эвакуационный комплект Evakuator HS-AR020	20	18 000
Устройство "САМОСПАС" канатно-спусковое пожарное автоматическое	300	23 000
Эвакуационный комплект AR 010 (Protekt)	50	26 400
Индивидуальное спасательное устройство для спасения и эвакуации "СОКОЛ"	200	30 890
Индивидуальное спасательное устройство для спасения и эвакуации "САПСАН"	200	39 900
Канатно-спусковые средства эвакуации Спайдер	150	80 000
Индивидуальная система эвакуации KES 1	300	110 000
Коллективный самоспасатель KES 2	300	220 000
Самоспасательный пожарный рукав	60	490 000
Спасательная парашютирующая автономная ранцевая система СПС СПАРС (SPARS)	1000	510 000

Подручные средства самоспасания людей при пожаре, применявшиеся в 2015–2019 гг.

Страна	Число пожаров	Функциональное назначение зданий	Этажность здания	Число		Число пожаров, при которых люди выпрыгивали из окон	Число пожаров, при которых использовались подручные средства	Число людей, самостоятельно использовавших подручные средства спасения
				погибших	травмированных			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Российская Федерация, Бразилия, Бангладеш, Великобритания, Индия, Италия, Канада, Корея, Китай, Кыргызстан, Казахстан, Марокко, Латвия, Пакистан, Таиланд, Турция, Сальвадор, США, Франция, Украина, ЮАР	153	Жилой дом, общежитие, гостиница, колледж, административное здание, офисное здание, больница, торговый центр, фабрика, детский дом	2–24	353	680	137	29 — простыни, 5 — одеяло, 1 — веревка, 1 — ковер, 1 — плед, 2 — водосточная труба, 2 — матрас, 2 — ткань, 1 — TV кабель, 2 — занавески  <b>Итого: 46</b>	При этом: спаслись — 104, погибли — 22

Таблица 5

Результаты использования подручных средств для самоспасания

Число пожаров, при которых использовались подручные средства (см. колонку 8 в табл. 4)	Доля использовавшихся подручных средств, %		Число спасшихся людей и их доля от всех спасавшихся с помощью подручных средств	Число погибших людей и их доля от всех спасавшихся с помощью подручных средств
	Простыни	Другие средства		
46	63	37	104 (83%)	22 (17%)

прямым узлом. Эксперименты с использованием прямого узла для завязывания двух простыней по диагонали показали, что прямой узел после его завязывания с оставлением 5...10 см концов связываемых простыней (увеличенный фрагмент в п. 3 на рисунке), не надежен — при прикладывании противоположных усилий к двум концам простыней, прямой узел может развязаться, хотя в некоторых источниках, например в работе [8] прямой узел позиционируется как один из самых надежных узлов для связывания двух концов. Причина ненадежной работы прямого узла в этом случае заключается в том, что диаметр виртуальной (т. е. фактической) веревки, получаемой в результате скручивания или сжатия углового конца простыни, уменьшается по мере приближения к концу угла простыни. Получается, что две веревки с плавно уменьшающимися диаметрами связываются прямым узлом. А прямой узел надежно работает только при связывании двух веревок с постоянными диаметрами. Скорее всего

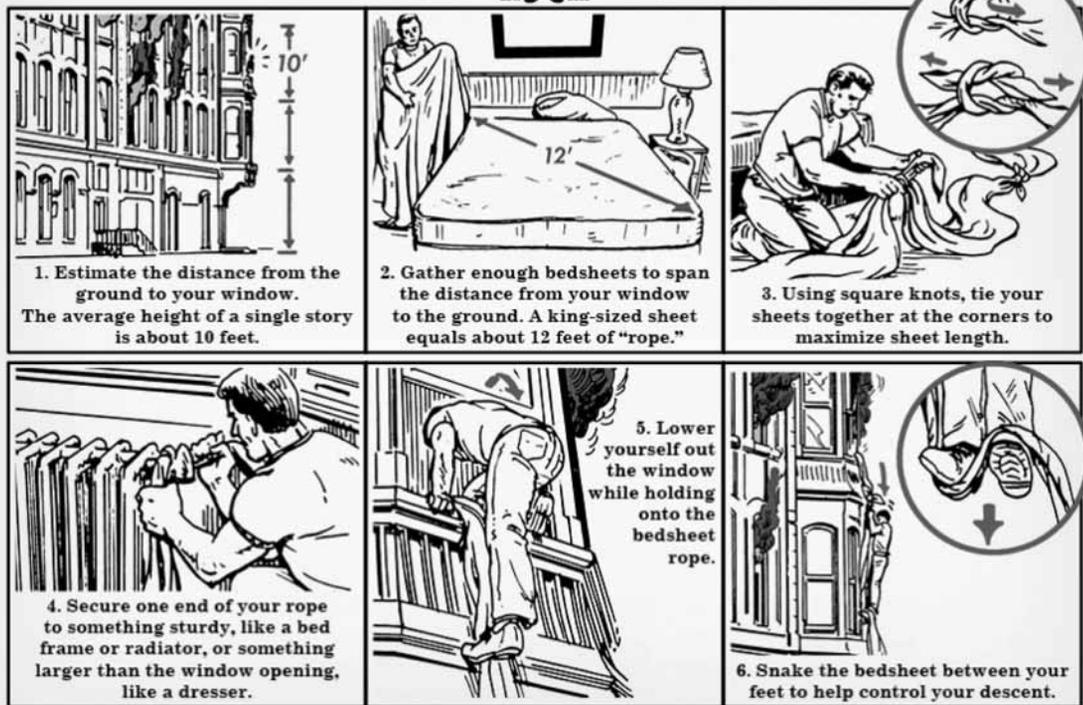
этим объясняются случаи развязывания простыней при их использовании в качестве средств спасения при пожарах.

Для повышения надежности работы прямого узла при связывании простыней для их использования в качестве средства спасения прямой узел необходимо дополнить еще одним узлом, завязываемым с помощью двух концов, оставшихся после завязывания прямого узла, показанных стрелками на увеличенном фрагменте в п. 3 на рисунке. При этом прямой узел необходимо затянуть как можно туже, и только после этого завязать и затянуть третий узел, оставляя не менее 3...5 см свободных концов двух простыней.

Анализ способа связывания двух простыней (см. рисунок) приводит к их неэффективному использованию. Эксперименты показали, что несущая, т. е. нагруженная часть простыни, используется примерно на 50 %, остальные 50 % не используются. Это происходит потому, что при завязывании концов двух простыней по диагонали прямой узел

## How to Escape From a Building Using Bedsheets

The Art of  
**MANLINESS**



© Art of Manliness and Ted Slampyak. All Rights Reserved.

### Последовательность действий для самоспасания с высоты с помощью связанных простыней [6]:

1. Оцените расстояние от земли до окна (высота этажа в среднем составляет 3 м).
2. Соберите достаточное количество простыней, чтобы их хватило для спуска на землю.
3. Свяжите простыни с помощью прямого узла, используя для этой цели противоположные по диагонали концевые углы простыней.
4. Привяжите один конец простыни к радиатору отопления, корпусу кровати или прочной конструкции балкона.
5. Выбросьте второй конец связанных простыней за окно (балкон) и, держась за связанные простыни, начинайте спускаться к земле.
6. Используйте ноги для снижения скорости спуска на землю.

охватывает примерно 50 % волокон ткани. А этой длины хватит для спасения только со второго этажа.

Для повышения эффективности использования простыней при их нехватке для самоспасания с верхних этажей простыни могут быть разорваны или разрезаны пополам по их длине и завязаны прямым узлом. Так как концы разорванных (разрезанных) простыней имеют одинаковое сечение, то виртуальная веревка, связанная прямым узлом из двух половинок простыней, не нуждается в третьем, описанном выше узле.

В этом случае прямой узел работает надежно, а эффективность использования простыней получается 100 %. Причем прочность связанных таким образом половинок простыней примерно равна прочности неразорванных (неразрезанных) простыней, а их длина — в 2 раза больше. Две

простыни длиной по 220 см, разорванные (разрезанные) напополам, имеют, с учетом трех узлов и узла для крепления к батарее отопления, длину 5,5...6,5 м, что вполне достаточно для самоспасания с 3-го этажа на землю, или с любого этажа на один-два ниже, если сложившаяся ситуация при пожаре и конструкция здания позволяют сделать это. Если указанные две простыни не разрывать (не резать), а связывать их так, как это показано на увеличенном фрагменте в п. 3 на рисунке, длина полученного средства спасения составит, с учетом узла для его крепления к батарее отопления и прямого узла для связывания простыней, 2,5...2,8 м.

Люди, удачно совершившие самоспасание при пожарах с помощью подручных средств (104 человека — см. колонка 9 в табл. 4), эффективно (на 200 %) использовали свои инвестиции для

приобретения предметов быта. С одной стороны, они использовали простыни по прямому назначению (100 %), с другой — при пожаре они использовали те же простыни в качестве средства спасения (плюс еще 100 %).

Но такое вложение инвестиций в приобретение предметов быта связано с риском для собственной жизни при пожаре. Предметы быта, в том числе простыни, могут быть использованы в качестве средства спасения, но это не надежные средства. В последней колонке табл. 5 указано, что 22 человека (17 %), которые пытались использовать подручные средства в качестве средства самоспасения при пожарах, погибли. В 137 случаях при пожарах люди выпрыгивали из окон (см. табл. 4), так как у них не было никаких средств спасения.

В связи с этим необходимо подчеркнуть, что никакое подручное средство спасения при пожаре не может сравниться по надежности со спасательными устройствами, перечисленными в табл. 3. Если человек достаточно подготовлен физически, ему нет необходимости иметь на случай пожара на втором и выше этажах специальное техническое устройство для спасения с высоты. Ему достаточно иметь пожарную спасательную веревку и перчатки, предотвращающие ожоги ладоней рук, так как в процессе спуска с высоты перчатки нагреваются в результате трения о поверхность веревки. И никакое подручное средство не может сравниться по надежности с пожарной спасательной веревкой.

Следует иметь в виду, что это средство спасения может быть использовано только человеком с достаточной физической подготовкой, у которого достаточно сил в пальцах рук, чтобы сжать пожарную спасательную веревку и таким образом безопасно регулировать скорость своего спуска к земле. Если человек не способен с достаточной силой в перчатках сжать пожарную веревку, чтобы таким образом безопасно спускаться к земле, значит в случае пожара он нуждается в спасательном устройстве.

В заключение следует отметить, что подручные средства спасения людей при пожарах успешно использовались, используются и будут использоваться в будущем, но надежность этих средств соответствует риску, которому люди подвергают свои жизни, не заботясь заблаговременно о своей безопасности при пожаре.

В безвыходной ситуации при пожаре в квартире, гостинице, общежитии и т. п., когда опасные факторы пожара реально угрожают жизни человека, можно эффективно использовать простыни для самоспасания, связывая их прямым узлом по диагонали, или разрывая (разрезая) их пополам.

Если опасные факторы пожара еще не достигли критических значений, т. е. человек еще может терпеть дым и температуру, связанные простыни необходимо прикрепить к конструкции здания (батареи отопления, балконной конструкции и т. п.) и быть готовым в любую секунду покинуть помещение. Покидать помещение не следует до тех пор, пока еще есть возможность терпеть дым и температуру.

Дело в том, что, во-первых, пожарные подразделения в это время могут тушить пожар, интенсивность пожара может пойти на убыль, количество дыма и температура могут уменьшиться и человеку можно будет не покидать помещение. Во-вторых, вследствие конструктивных особенностей здания, вида и количества горючей нагрузки и ее пространственного размещения пожар может перейти в стадию затухания. В-третьих, пожарные подразделения могут спасти человека более надежными средствами, чем связанные простыни.

Человеку с достаточной физической подготовкой нет необходимости иметь на случай пожара на втором и выше этажах специальное техническое устройство для спасения с высоты. Ему достаточно иметь пожарную спасательную веревку и перчатки для предотвращения ожогов ладоней рук.

### Список литературы

1. **Пожары** и пожарная безопасность в 2018: Статистический сборник / Под общей редакцией Д. М. Гордиенко. — М.: ВНИИПО, 2019. — 125 с. URL: [http://www.vniipo.ru/ufiles/ufiles/Reestry/Sbornik-2018\\_pogary.pdf](http://www.vniipo.ru/ufiles/ufiles/Reestry/Sbornik-2018_pogary.pdf) (дата обращения 20.02.2020).
2. **Федеральный закон** от 22.07.2008 № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
3. **Методические рекомендации** по применению средств индивидуальной защиты (СИЗ) и спасения людей при пожаре (утверждены Главным государственным инспектором РФ по пожарному надзору, генерал-полковником Кирилловым Г. Н. от 11 октября 2011 года за номером 2-4-60-12-19).
4. **Харисов Г. Х., Мирзаянц А. В., Саратов С. В.** Проблемы самоспасания людей с высоты при пожаре // Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны: в 3 ч. Ч. III. Проблемы гражданской обороны. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. — С. 221—227.
5. **Харисов Г. Х., Мирзаянц А. В.** Обоснование самоспасания людей при пожаре со второго и выше этажей при помощи спасательной веревки // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. — 2018. — № 4. — С. 87—90.
6. **Patrick Hutchison.** How to Escape From a Building Using Bedsheets // The Art of Manliness. 2017. October 26. URL: <https://www.artofmanliness.com/articles/escape-building-using-bedsheets/> (дата обращения 20.02.2020).
7. **URL:** <https://www.wric.com/news/chesapeake-woman-used-bed-sheets-to-escape-fire-at-senior-living-complex/> (дата обращения 20.02.2020).
8. **Скрягин Л. Н.** Морские узлы. — М.: Транспорт, 1994. — 127 с.



**G. H. Harisov**, Professor, **A. V. Mirzayants**, Senior Lecturer, e-mail: artmir01@yandex.ru, Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Moscow

## Self-Rescue of People from a Height in a Fire

*The main indicators of the situation with fires depending on the number of storeys of the building are considered. The analysis of the cost of various rescue devices is carried out. The results of research on the use of improvised means of rescuing people from a height in a fire are presented. Recommendations are made to improve the reliability of binding sheets as a last resort in case of fires on the upper floors of the building.*

**Keywords:** fire, self-rescue, rescue rope, gloves, sheets, fire rescue tools

### Reference

1. **Fires** and fire safety in 2018: Statistical collection-nick / Under the General editorship of D. M. Gordienko. Moscow: VNIPO. 2019. 125 p. URL: [http://www.vniipo.ru/ufiles/ufiles/Reestry/Sbornik-2018\\_pogary.pdf](http://www.vniipo.ru/ufiles/ufiles/Reestry/Sbornik-2018_pogary.pdf) (date of access 20.02.2020).
2. **Federal law** of 22.07.2008 No. 123-FZ "Technical regulations on fire safety requirements".
3. **Guidelines** for the use of personal protective equipment (PPE) and rescue of people in case of fire (approved by the Chief state inspector of the Russian Federation for fire supervision, Colonel-General G. N. Kirillov from October 11, 2011, number 2-4-60-12-19).
4. **Harisov G. H., Mirzayants A. V., Saratov S. V.** Problems of self-rescue of people from a height in a fire. *Materials of the III International scientific and practical conference dedicated to the world civil defense day": at 3 p.m. III. Problems of civil defense.* Moscow: Academy of GPS of the Ministry of emergency situations, Russia, 2019. P. 221–227.
5. **Harisov G. H., Mirzayants A. V.** Justification of self-rescue of people in case of fire from the second and higher floors with the help of a rescue rope. *Fires and emergencies: prevention, elimination.* 2018. No. 4. P. 87–90.
6. **Patrick Hutchison.** How to Escape From a Building Using Bed-sheets. *The Art of Manliness.* October 26, 2017. URL: <https://www.artofmanliness.com/articles/escape-building-using-bedsheets/> (date of access 20.02.2020).
7. **URL:** <https://www.wric.com/news/chesapeake-woman-used-bed-sheets-to-escape-fire-at-senior-living-complex/> (date of access 20.02.2020).
8. **Skryagin L. N.** Sea knots. Moscow: Transport, 1994. 127 p.

### Информация

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

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

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

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

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

Для оформления подписки следует обратиться в филиал агентства по месту жительства

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

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

УДК 502.51(075.8)

**М. А. Мусаева**, канд. геог. наук, ст. преп., e-mail: musaeva.matanat@mail.ru,  
**Т. Д. Агаев**, д-р геог. наук, проф., **С. Н. Юсифова**, канд. геог. наук, ст. преп.,  
**Д. Г. Сулейманлы**, ст. преп., **Н. М. Ахмедова**, преп.,  
Сумгаитский Государственный университет, Азербайджанская Республика

## **Оценка воздействия климатических изменений и антропогенных факторов на гидрометеорологические показатели рек, впадающих в Каспийское море**

*Представлена оценка влияния климатических изменений и антропогенных факторов на гидрометеорологические показатели рек, впадающих в Каспийское море. Установлено, что за последние 40 лет наблюдается тенденция к увеличению среднегодовых температур. В реках рассматриваемой территории, непосредственно впадающих в Каспийское море, наблюдается антропогенное загрязнение. За средний многолетний период через сток рек северо-восточного склона Большого Кавказа в Каспийское море поступило более 3000 т загрязняющих веществ. Отмечено, что в донных отложениях рек количество тяжелых металлов и солей увеличилось. Для защиты рек северо-восточного склона Большого Кавказа от загрязнения необходимо проведение природоохранных мероприятий.*

**Ключевые слова:** Каспийское море, загрязнение рек, климатические условия, температура воздуха, осадки, антропогенные факторы

**Введение.** В последние годы воздействия климатических изменений проявляют себя как в любой части нашей планеты, так и на территории Азербайджана (особенно в его горных зонах). На этой территории наблюдается резкое изменение абсолютных высот, расширение горных систем Большого и Малого Кавказа в направлении на северо-запад и юго-восток. А расположение большой Кура-Араксинской низменности среди горных систем Большого и Малого Кавказа способствует формированию здесь уникальных климатических условий.

Как известно, климатические условия и рельеф играют важную роль в формировании водных запасов. Выявлено, что, начиная с 80-х годов прошлого века на нашей планете в годовой динамике температуры, осадков, ветра и других факторов (основные климатические показатели), происходят изменения, которые за последние десятилетия стали еще более характерными [1–7]. В связи с этим наблюдается процесс увеличения числа природных бедствий. Наглядным примером этому может служить наблюдение абсолютной максимальной температуры за последние годы (Джюльфа +46 °С, Кюрдемир +44 °С) на территории Азербайджана.

Глобальные климатические изменения воздействуют на водные бассейны, в том числе на режим

рек и озер, что, в свою очередь, воздействует на режим годового стока рек. Надо отметить, что водные ресурсы Азербайджана очень ограничены. Так, общие водные запасы Южного Кавказа составляют всего 15 %, основная часть 19,0...20,5 км<sup>3</sup> (67...70 %) которых приходится на долю транзитных рек, а 9,5...10 км<sup>3</sup> являются внутренними реками территории.

Водные запасы рек, непосредственно впадающих в Каспийское море (с исключением р. Самур), составляет 2,2...2,5 км<sup>3</sup>, из которых 1,0...1,1 км<sup>3</sup> приходится на долю рек северо-восточного склона Большого Кавказа. Выявлено, что в изменении водного режима рек, наряду с глобальными климатическими изменениями, воздействие антропогенных факторов также играет значительную роль. Так, в последние годы увеличение потери стока рек связывают с антропогенными факторами.

В статье приведены результаты оценки воздействия климатических изменений и антропогенных факторов на гидрометеорологические показатели рек, впадающих в Каспийское море (на примере северо-восточного склона Большого Кавказа). Так, исследования, проводимые в направлении нахождения закономерностей многолетних изменений температуры воздуха, имеют

большое научное и практическое значение в решении многих гидрометеорологических проблем.

**Материалы и методы.** Для осуществления исследования использованы данные (за период 1961–2009 гг.) среднемесячных температур воздуха гидрометеорологических станций Куба (на высоте 550 м), Хачмас (27 м), Хыналык (2301 м), Халтан (1104 м), Кырыз (2006 м), Алтыгадж (1099 м). Для исследования выбраны такие станции наблюдения, которые расположены на характерных высотах рельефа — на равнинных, нагорных и высокогорных частях исследуемой территории. Во время статистической проверки рядов температуры воздуха основное внимание было уделено восстановлению данных и приведению данных с короткими рядами наблюдения к данным с длинными рядами. Для чего при восстановлении рядов гидрометеорологических наблюдений был использован способ, приведенный в работе [8].

**Практическая часть.** В результате проведенных исследований определено, что на северо-восточном склоне Большого Кавказа за период 1991–2009 гг., зимняя температура воздуха по сравнению с 1961–1990 гг. повысилась [9, 10]. Причем зимняя температура воздуха повысилась примерно на 0,8 °C в Кубе, 0,5 °C в Хачмаса, 0,7 °C в Алтыгадже, 0,5 °C в Халтане, 0,2 °C в Хыналыке и 0,1 °C в Кырызе. За последние 20 лет летом температура воздуха повысилась в среднем на 0,7 °C в Кубе, 0,9 °C в Хачмаса, 0,3 °C в Алтыгадже, 0,2 °C в Халтане, 0,3 °C в Хыналыке и 0,8 °C в Кырызе.

В течение 49 лет на северо-восточном склоне Большого Кавказа, за исключением Хыналыка (–0,3 °C) и Кырыза (–0,7 °C), зимняя температура воздуха повысилась на 0,7...1,6 °C. Но все эти изменения были статистически незначительными. Так, для всех станций коэффициент корреляции трендовой линии стал ниже 0,28 (кроме Кубы). Это означает, что такие изменения носят случайный характер. За период 1961–2009 гг. летняя температура по способу трендовой линии повысилась на 0,2...8,1 °C, с наименьшими значениями в Алтыгадже и с наибольшими значениями в Хыналыке. Только в Алтыгадже повышение летней температуры стало статистически незначительным.

Построены графики изменения сезонных значений температуры воздуха в зависимости от времени года, а также графики изменения суммарных значений аномальных температур. Анализ графиков показал, что для всех станций наблюдения характерна тенденция повышения температуры воздуха. Для примера на рис. 1, 2 показана эта тенденция для станции Хачмас.

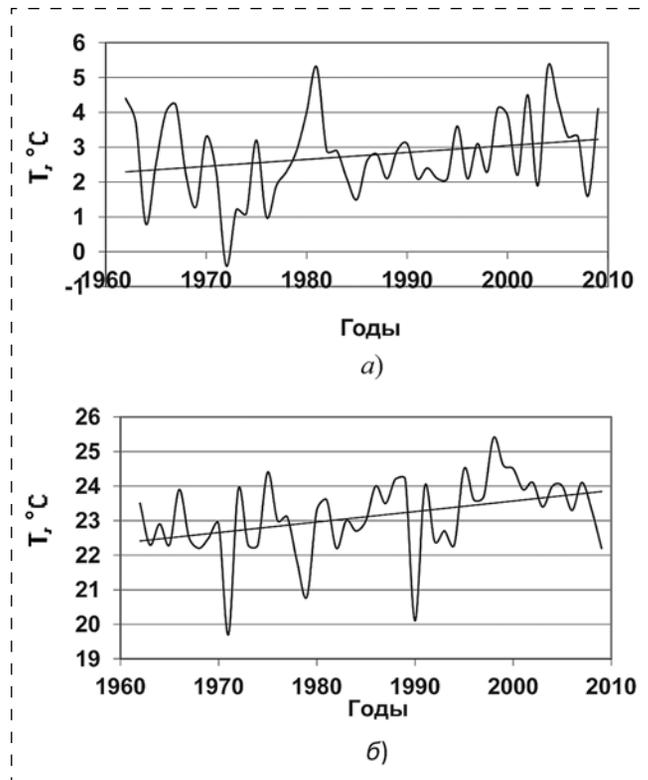


Рис. 1. Годовые изменения температуры воздуха в Хачмаса за период 1961–2009 гг.: а — зима; б — лето

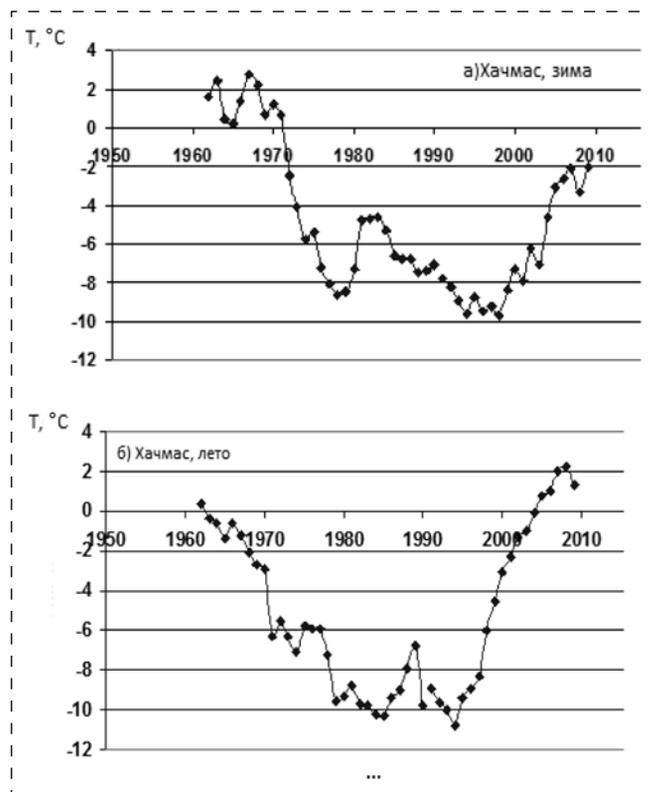


Рис. 2. Изменение интегральных значений аномальных температур воздуха в Хачмаса

Выявлено, что в нагорье многолетняя температура изменяется в пределах 7...8 °С, а на высоте 2300 м — 4...5 °С, что близко к средней температуре месяца апрель. По этой закономерности для теплого периода года (апрель—ноябрь), на каждые 100 м градиент составляет 0,54...0,58 °С, что представляется в виде прямолинейного тренда. В холодный период года распределение температуры носит сложный, инерционный характер. За счет фёна и потока холодного воздуха в нагорье на высоте 1500 м осенью и весной температура с высотой почти не изменяется, а с декабря по февраль каждые 100 м высоты температура воздуха даже повышается на 0,4 °С.

Анализ метеорологических данных во времени и пространстве, а также составление карт изменения температуры воздуха показывают, что период 1979—2019 гг. можно считать самым теплым периодом. В это время на северо-восточном склоне Большого Кавказа повышение температуры воздуха составило 0,7...1,5 °С, а на южном склоне — 0,5...0,8 °С. Во внутригодовом разрезе зимняя температура воздуха на территории республики относительно повысилась (0,4...1,1 °С) (за исключением Ленкорано-Астаринской зоны), а в весенние месяцы такой тенденции не наблюдается (0,1...0,5 °С). За рассматриваемый период летом повышение температуры воздуха на Большом Кавказе составило 0,2...0,6 °С, а осенью 0,1...0,7 °С.

Анализ данных автоматизированных метеостанций (2012—2013 гг.), действующих на высокогорье Большого Кавказа, показывает, что за год на возвышенности Кабаш (3700 м) максимальная температура воздуха наблюдалась в июле (13,8 °С), а минимальная в феврале (–17,9 °С). А по данным 2011 г. на возвышенности Шахдаг максимальная температура имела место в начале августа (24,3 °С), а минимальная — в начале февраля (–20,1 °С).

По данным о температуре воздуха в зависимости от высоты и ее изменения по месяцам для станции Шахдаг построены и проанализированы графики (за 2010 г.). Определено, что в 2010 г. на станции Шахдаг повышение температуры воздуха начинается в середине марта, а снижение в сентябре. За год максимальное значение температуры воздуха наблюдается в конце июля, а минимальное в январе.

Особенность распределения количества годовых осадков в основном зависит от высоты местности. В некоторых случаях такая закономерность не соблюдается, что может быть связано с воздействием орографии местности [11]. Вдоль долины

р. Кусарчай (580...2070 м) на постах наблюдения Куба (550 м) и Кырыз (2006 м) не отмечается повышения осадков в зависимости от высоты, где количество осадков составляет 521...558 мм. В общем количество осадков, выпадающих на бассейне р. Кусарчай, на высоте около 2000 м, по сравнению с центральной частью Дагестана меньше на 150...170 мм. Причина этого — воздействие орографии. На ледниковой части наибольшее количество осадков выпадает с апреля по октябрь и количество годовых осадков составляет 70...85 %. Здесь месячное максимальное количество осадков наблюдается в июне, а минимальное в декабре—январе. На высоте 400...700 м наибольшее количество осадков имеет место в сентябре—октябре, а минимальное — в декабре, январе или феврале. С повышением высоты осадки в основном выпадают в виде снега, и на высоте 950...1050 м составляют 5...6 % годового количества осадков, на высоте 1400...1600 м — 8...12 %, на высоте 2900...2950 м — 33 %, а на ледниковой части — 80 % [11—13].

Максимальное количество осадков 36,8 мм наблюдается в Кубе, а минимальное — 24,6 мм в Сиязане. Относительная влажность воздуха на равнинах, нагорных и среднегорных частях территории составляет 83...85 % и на высокогорьях — 56 %.

Анализ данных показывает, что на северо-восточных склонах Большого Кавказа в период с 1991 по 2009 г. по сравнению с периодом с 1961 по 1990 г. зимние осадки уменьшились. В этот период, зимой увеличение количества осадков отмечалось в Кубе на 5,7 мм, в Хачмаце — 2,2 мм, в Халтане — 5,0 мм, в Кырызе — 1,6 мм, в Кусаре — 13,3 мм, а уменьшение имело место в Алтыгадже на 3,4 мм и в Хыналыке — 0,3 мм. В период 1991—2011 гг. в летние месяцы в Кубе отмечалось увеличение количества средних многолетних осадков на 3,7 мм, в Хачмаце — 1,4 мм, в Халтане — 1,3 мм, в Кусаре — 22,4 мм. А в Алтыгадже, Кырызе и Хыналыке наоборот имело место уменьшение осадков соответственно на 2,8 мм, 5,3 мм и 8,9 мм.

Исследования показывают, что за период с 1961 по 2009 г., с исключением ряда годовых показателей по осадкам, в Кубе количество осадков, выпадающих в январе, изменялось в пределах 0...22 мм, а в Кырызе — 42...128 мм. В Кубе тенденция ряда значений многолетнего изменения осадков почти отсутствует, а в Кырызе в некоторые годы имело место уменьшение в интервале 40...130 мм (рис. 3, 4).

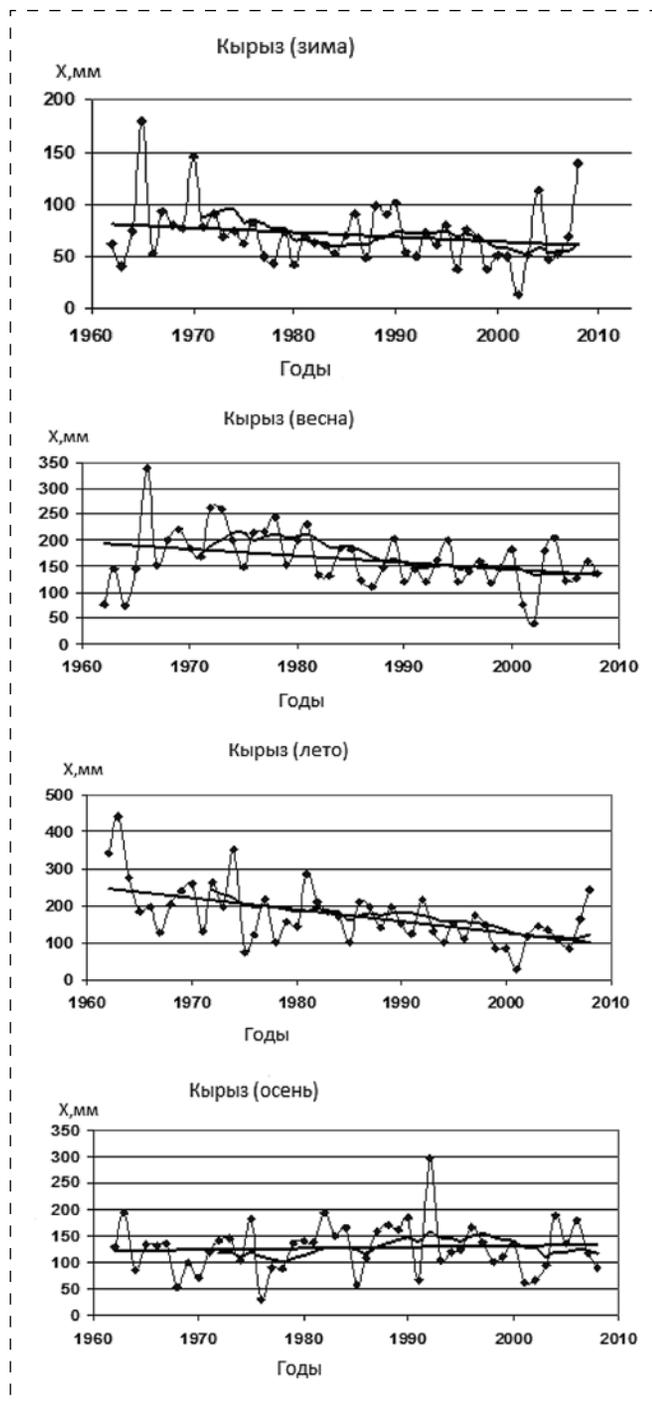


Рис. 3. Изменения количества осадков ( $X$ ) в зависимости от времени года (1961–2009 гг.)

В формировании стока территориальных рек а также в питании подземных вод большая роль принадлежит атмосферным осадкам и снежно-ледниковому покрову. Так, исследуемые территориальные реки начало берут из средних и высоких горных зон, основное их питание — снежные и дождевые воды. Одним из основных физико-географических

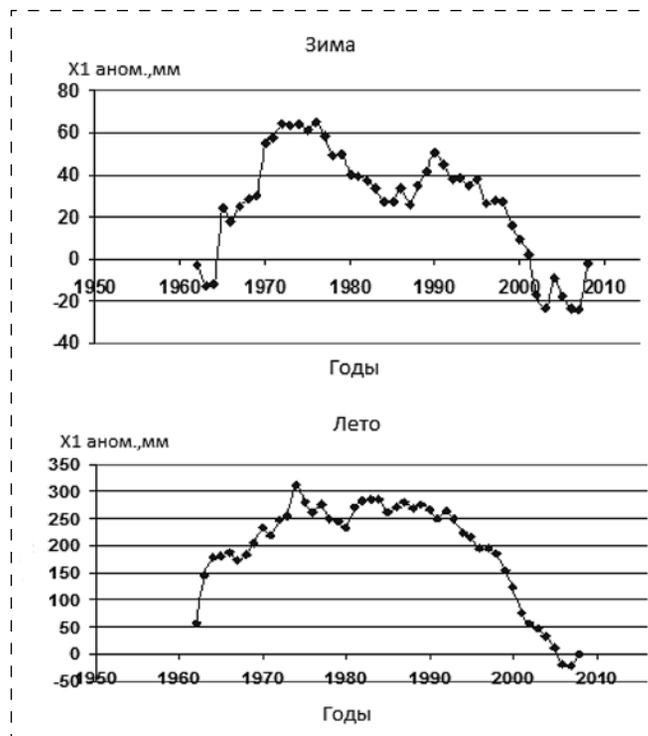


Рис. 4. Изменения аномальных интегральных значений количества осадков ( $X1$  аном.) в Кыргызе

факторов, воздействующих на водный режим рассматриваемых территориальных рек, в первую очередь, являются климатические изменения. В зависимости от того или иного преимущества источников питания здесь формируются режимные фазы половодья или промежуточный (минимальный) сток.

В работе [14] в зависимости от характеристик водного режима, свойств источников питания в различные сезоны года, а также от распределения стока за год реки Азербайджана были разделены на семь групп:

- 1) реки, образующие половодья из снежных вод в летние месяцы;
- 2) реки, образующие половодья из дождевых вод в летние месяцы;
- 3) реки, образующие половодья из дождевых вод за весь год;
- 4) реки, образующие половодья из дождевых вод осенью и зимой;
- 5) реки, образующие половодья из дождевых вод осенью из снежных вод;
- 6) реки, образующие половодья из дождевых вод осенью и летом из снежных вод;
- 7) реки, образующие половодья из снежных вод за летние и весенние месяцы.

В работе [14] показано, что в зависимости от формирования стока источники питания рек Азербайджана различаются. Например,

основными источниками питания некоторых рек северо-восточного склона Большого Кавказа, имеющих высокую площадь водосбора, являются ледниковые воды. Пока снежный покров не тает летом, доля снежных и ледниковых вод преобладает. В это время реки формируют 45...50 % годового стока. Реки северо-восточного склона, высота водосбора которых составляет 1000 м, формируют 45...55 % годового стока за счет осадков в марте—мае.

Многолетние изменения стока рек Азербайджана, в том числе северо-восточного склона Большого Кавказа, исследованы многими учеными-гидрологами [7, 14—18], которые указывают на то, что в колебаниях стока рек точной синхронности не наблюдается. Синхронность отмечается только в годы экстремального половодья во всех реках.

В настоящее время изучение характера продолжительности и оборотности стока рек Азербайджана, в том числе северо-восточного склона Большого Кавказа, является сложной задачей, так как на этих реках, где образуется сток, некоторые посты закрыты, а на некоторых сток образуется за счет вод антропогенного происхождения, что в свою очередь усложняет учет естественного стока. Кроме того, использование воды населением для различных целей (антропогенный фактор) также приводит к изменению режима рек. Поэтому для оценки колебания стока рек этих регионов длинные ряды наблюдения были отобраны в качестве аналога и использованы в расчетах рек с короткими рядами, приведя их к длинным рядам наблюдения.

Установлено, что в период 1961—2017 гг. на водосборных бассейнах рек северо-восточного склона Большого Кавказа имело место уменьшение количества осадков на 10...15 % (в основном, в летние и весенние месяцы). Такие условия приводят к изменению состояния водных ресурсов. Сезонные изменения стока рек были исследованы путем анализа многолетних рядов данных гидрологических наблюдений. В целях оценки длительности колебания оборотности воды в этих реках были построены интегральные кривые. Было выявлено, что в разных гидрологических районах изменение водности рек не одинаково. При этом сравнение многолетних данных колебания стока показывает, что между изменением водности рек имеется постоянное отношение, т. е. колебание — синхронное (Кудиалчай, Кусарчай, Велвеличай и т. д.). В реках Кудиалчай, Кусарчай, Велвеличай, Деркчай-Дерк очень четко проявляется периодичность стока. За промежуток

времени с 1930 до 2017 г. можно выделить следующие периоды: 1930—1969 гг. — маловодные; 1970—1996 гг. — половодья; 1997—2017 гг. — маловодные. Отсюда следует, что до 1930—1955 гг. здесь наблюдалось уменьшение стока рек региона, а в 1956—1970 гг., наоборот увеличение, что может быть связано с атмосферными осадками.

В целях определения многолетних колебаний максимального и среднего стоков рек северо-восточного склона Большого Кавказа проведен линейно-трендовый анализ. С этой целью были отобраны семь характерных постов, имеющих длинные ряды наблюдения. Значимость трендов для рядов расхода воды оценена по коэффициенту корреляции. Полученные результаты показывают, что на постах рассматриваемой территории (Кусарчай—Гузун, Деркчай—Дерк, Велвеличай—Тенгеалты) с максимальными и средними рядами расхода воды отмечается отрицательный тренд (уменьшение). Но такое уменьшение статистически незначительное. В летние месяцы на шести постах рассматриваемой территории не был отмечен положительный тренд, а на трех постах наоборот имело место значительное статистическое уменьшение.

В целях изучения многолетних колебаний максимального стока рек на территории Азербайджана, которые впадают непосредственно в Каспийское море, проведен линейный трендовый анализ [19]. С этой целью было выбрано 19 постов длиннорядовых наблюдений на территориях Ленкорана и северо-восточного склона Большого Кавказа. Линейно-трендовый анализ показал, что группа рек с режимом весеннего половодья на территории Большого Кавказа отличаются от групп рек с режимом весеннего половодья. Было установлено, что на большинстве рек с режимом весеннего половодья (за исключением р. Велвеличай) в рядах годового стока имеет место отрицательный тренд, а в реках с дождевыми паводками положительный тренд. А в ряде среднегодового стока р. Велвеличай, бассейн которой расположен между этими двумя группами рек, не имеется тренда. В ряде с максимальным расходом воды рек Ленкоранской природной области со статистической точки зрения значительных трендов очень мало (на двух из тринадцати рядов).

Проанализирована тенденция изменения коэффициента вариации  $C_v$  (отношение среднеквадратического отклонения случайной величины к ожидаемому среднему значению этой величины) годового стока по высотам и построен график изменения этого коэффициента. Количество точек



для анализа графика было достаточно и тенденция изменения коэффициента вариации в зависимости от высоты представляется в четком и плотном виде. При этом значения коэффициентов  $C_v$  изменялись в пределах 0,2...0,6. На высоте 1500 м значение  $C_v$  составляло 0,6...0,7, 1800...2000 м — 0,4...0,5, около 2400 м — 0,3...0,4, а на высоте 3000 м значение коэффициента  $C_v$  уменьшается до 0,2. Эта тенденция в зависимости от высоты может обуславливаться ослаблением внутрирядовых изменений. Достаточное уплотнение уравнения регрессии позволяет рассчитать  $C_v$  по этой связи для всех высот.

Наряду с глобальными климатическими изменениями воздействие антропогенных факторов также приводит к изменению режима рек. Так, в работе [17] был рассчитан ущерб стока рек северо-восточного склона, впадающих в Каспийское море. В результате выяснено, что ущерб стока рек еще больше увеличился за счет антропогенных факторов [17].

За последнее время также наблюдается загрязнение рек, которые не имеют связи с Кура-Араксинским бассейном и непосредственно впадают в Каспийское море (реки северо-восточной части Большого Кавказа). Протекающие в Куба-Хачмаском регионе реки Кусарчай, Кудиалчай, Велвеличай, Карачай, Атачай, Гилгильчай и другие реки подвергаются загрязнениям населенными пунктами и аграрно-промышленными хозяйствами.

Анализ многолетних наблюдений показывает, что средне-многолетнее количество нефтепродуктов, поступающих в Каспийское море с территории Азербайджана, меняется в пределах 0,02...0,07 мг/л, медных соединений — 0,002...0,006 мг/л, СПАВ (синтетические поверхностно-активные вещества) — 0,005...0,037 мг/л,  $\text{NH}_4^+$  — 0,04...0,22 мг/л,  $\text{NO}_2$  — 0,006...0,021 мг/л,  $\text{PO}_4^{3-}$  — 0,025...0,086 мг/л, а фенола — 0,001...0,010 мг/л. Из рис. 5 (см. 3-ю стр. обложки) видно, что водами рек северо-восточной части Большого Кавказа (Кудиалчай и Гусарчай) в 2003—2007 гг. в Каспийское море поступило очень большое количество нефтепродуктов и соединений железа, которые были связаны с неочищенными канализационными выбросами населенных пунктов и аграрно-промышленных хозяйств.

В результате исследования определено, что посредством стока рек с территории Азербайджана в Каспийское море за средний многолетний период поступило 75 700 т загрязняющих веществ, из которых 72 000 т приходится на долю р. Кура,

3100 т — рек северо-восточного склона Большого Кавказа, а 600 т — рек Ленкоранского природного региона. Согласно проведенной комплексной классификации качества воды рек рассматриваемой территории [11] реки северо-восточного склона Большого Кавказа и Ленкоранского природного региона относятся к категории чистых вод, а р. Кура — к умеренно загрязненным (по данным 2004—2010 гг.)

На рис. 6. (см. 3-ю стр. обложки) представлено соотношение концентраций характерных загрязнителей и предельно допустимых концентраций (ПДК) в реках северо-восточного склона Большого Кавказа. Из чего следует, что в рассматриваемых реках в составе воды количество фенолов и ионов нитрида значительно выше ПДК. Высокие значения ионов нитрида отмечаются в реках Кудиалчай и Кусарчай, такие же значения концентраций фенола характерны для рек Кусарчай и Карачай. В водах р. Велвеличай количество загрязнителей относительно низкое. Установлено, что в последние годы на территории рассматриваемых рек количество тяжелых металлов и солей в донных отложениях увеличилось. Большое число источников загрязнения и высокие значения количества загрязнителей в водах рек рассматриваемой территории могут привести к гибели и сокращению гидробионтов, обитающих в реках.

**Заключение.** В связи с климатическими изменениями за последние годы на всех станциях наблюдения исследуемой территории отмечается тенденция повышения среднегодовых температур. Самым жарким считается последний период инструментальных наблюдений 2000—2010 гг. Для северо-восточного склона Большого Кавказа повышение температуры воздуха за этот период составило 0,7...1,5 °С. Установлено, что вдоль долины р. Кусарчай (высота от 580 до 2070 м), в постах наблюдения Куба (высота 550 м) и Кырыз (высота 2006 м) не отмечается увеличение осадков в зависимости от высоты. На территории рек, непосредственно впадающих в Каспийское море, наблюдается антропогенное загрязнение. За среднемноголетний период посредством стока рек северо-восточного склона Большого Кавказа в Каспийское море поступило более 3000 т загрязнителей. Увеличилось количество тяжелых металлов и солей в донных отложениях исследуемых рек. В целях защиты рек северо-восточного склона Большого Кавказа от загрязнения требуется осуществление природоохранных мер по защите окружающей среды.

### Список литературы

1. Агаев Т. Д. Воздействие глобального изменения климата на жизнедеятельность городского населения Апшеронского полуострова // Безопасность жизнедеятельности. — 2010. — № 6. — С. 53—54.
2. Агаев Т. Д. Условия формирования облачных вихрей над Каспийским морем // Гидрометеорология и экология, Министерство охраны окружающей среды Республики Казахстан, Алматы. 2011. — № 1. — С. 28—36.
3. Агаев Т. Д., Ибрагимова Н. З. Роль ветрового режима в формировании штормовых волн на Каспийском море и безопасность жизнедеятельности // Безопасность жизнедеятельности. — 2017. — № 6. — С. 55—58.
4. Мусаева М. А. Изучение ветрового режима на северо-восточном склоне Большого Кавказа. Казанский (Приволжский) федеральный университет, МСГ СНГ, Росгидромет. Международная научная конференция // Тезисы докладов, 2012. — 174 с.
5. Сафаров С. Г. Особенности изменения климата на территории Азербайджана в зимнем сезоне // Метеорология и гидрология. — 2003. — № 5. — С. 44—54.
6. Сафаров С. Г. Современная тенденция изменения температуры воздуха и атмосферных осадков в Азербайджане. — Баку: Элм, 2000. — 297 с.
7. Mamedov R. M., Agayev T. D., Ibrahimova N. Z. The conditions of formation of cloud vortex on the Caspian Sea // Eurasian GIS-2018 Congress 04—07 September 2018. — Baku/Azerbaijan. — P. 290—293.
8. Рубинштейн Е. С. Однородность метеорологических рядов во времени и пространстве в связи с исследованием изменения климата. — Л.: Гидрометеоздат, 1979. — 80 с.
9. Гадиев Ю. Д. Многолетние изменения температуры воздуха и оценка их ожидаемых значений // Бюллетень Национального Климатического Центра Азербайджана. 1999. — № 3. — С. 23—26.
10. Мусаева М. А. Многолетние изменения температуры воздуха зимой и летом на северо-восточной части Большого Кавказа // Гидрометеорология и Экология. — 2012. — № 3. — С. 80—89.
11. Мамедов А. С., Гасанова Н. И., Мамедова А. Р. Распределение атмосферных осадков на территории Азербайджана. Министерство образования и науки Казахстана. — 2010. — № 3(1). — С. 153—158.
12. Климат Азербайджана / Под ред. А. А. Мадатзаде и Э. М. Шыхлинского. — Баку: Изд-во АН Аз. ССР, 1968. — 340 с.
13. Панин Г. Н., Мамедов Р. М., Митрофанов И. В. Современное состояние Каспийского моря. — М.: Наука, 2005. 355 с.
14. Рустамов С. Г., Кашкай Р. М. Водные ресурсы Азербайджанской ССР. — Баку: Маариф, 1989. — 182 с.
15. Вердиев Р. Водные ресурсы рек восточного Кавказа в условиях изменения климата. — Баку: Элм, 2002. — 224 с.
16. Владимиров Л. А. Водный баланс Большого Кавказа. — Тбилиси: Мецниреба, 1970. — 140 с.
17. Мамедов Р. М. Гидрометеорологическая изменчивость и экогеографические проблемы Каспийского моря. — Баку: Элм, 2007. — 433 с.
18. Махмудов Р. Н. Гидрометеорология, климатические изменения, стихийные бедствия и жизнь. — Баку: Зия-Нурлан, 2006. — 76 с.
19. Иманов Ф. А. Разработка и усовершенствование методов расчета минимального стока горных рек Кавказа. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора географических наук. — Тбилиси, 1997. 44 с.

M. A. Musaeva, Senior Lecturer, e-mail: musaeva.matanat@mail.ru,  
 T. D. Agaev, Professor, S. N. Yusifova, Senior Lecturer,  
 D. G. Suleimanli, Senior Lecturer, N. M. Akhmedova, Lecturer, Sumgait State  
 University, Azerbaijan Republic

## Estimation of the Impact of Climatic Changes and Anthropogenic Factors on Hydrometeorological Indicators of Rivers flowing into the Caspian Sea

*The article presents an assessment of the impact of climate change and anthropogenic factors on the hydrometeorological indicators of the rivers flowing into the Caspian Sea. It has been established that in recent years 40 years there has been a tendency to increase in average annual temperatures. On rivers of the territory directly flowing into the Caspian Sea, anthropogenic pollution is observed. Over the average multiyear period, more than 3000 tons of pollutants entered the Caspian Sea through the flow of rivers of the northeast slope of the Greater Caucasus. In bottom sediments of rivers, the amount of heavy metals and salts increased. In order to protect the rivers of the northeastern slope of the Greater Caucasus from pollution, environmental measures are required to protect the environment.*

**Keywords:** Caspian Sea, river pollution, climatic conditions, air temperature, precipitation, anthropogenic factors

### References

1. Агаев Т. Д. Воздействие глобального изменения климата на жизнедеятельность городского населения Апшеронского полуострова // Безопасность жизнедеятельности. 2010. No. 6. P. 53—54.
2. Агаев Т. Д. Условия формирования облачных вихрей над Каспийским морем. *Gidrometeorologia i ecology, Ministerstvo* oxrani okrujayushey sredi Respubliki Kazaxstan. 2011. No. 1. P. 28—36.
3. Агаев Т. Д., Ибрагимова Н. З. Роль ветрового режима в формировании штормовых волн на Каспийском море и безопасность жизнедеятельности. *Bezopasnost jiznedeyatelnosti*. 2017. No. 6. P. 55—58.
4. Мусаева М. А. Изучение ветрового режима на северо-восточном склоне Большого Кавказа. *Kazanskiy (Privoljskiy)*



- federalniy universitet, MSQ SNQ, Rosgidromet. Mejdunarodnaya nauchnaya konferenciya. *Tezisi dokladov*. 2012. 174 p.
5. **Safarov S. G.** Osobennosti izmeneniya klimata na territorii Azerbaydjana v zimnem sezone. *Meteorologia i gidrologia*. 2003. No. 5. P. 44–54.
  6. **Safarov S. G.** Sovremennaya tendenciya izmeneniya temperaturi vozduxa i atmosfernix osadkov v Azerbaydjane. Baku: Elm, 2000. 297 p.
  7. **Mamedov R. M., Agaev T. D., Ibrahimova N. Z.** The conditions of formation of cloud vortex on the Caspian Sea. *Eurasian GIS-2018 Congress 04–07 September 2018*. Baku/Azerbaijan. P. 290–293.
  8. **Rubinshteyn E. S.** Odnorodnost meteorologicheskix ryadov vo vremeni i prostranstve v svyazi s issledovaniem izmeneniya klimata. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1979. 80 p.
  9. **Gadiev Yu. D.** Mnogoletnie izmeneniya tempraturi vozduxa i ochenka ix ojjidaemix znacheniy. *Byulleten Nacionalnogo Klimaticheskogo Centra Baku*. Azerbaijan, 1999. No. 3. P. 23–26.
  10. **Musaeva M. A.** Mnogoletnie izmeneniya tempraturi vozduxa zimoy i letom na severo-vostochnoy chasti Bolshogo Kavkaza. *Gidrometeorologia i Ecologia*. 2012. No. 3. P. 80–89.
  11. **Mamedov A. S., Gasanova N. I., Mamedova A. R.** Raspreделение atmosfernix osadkov na territorii Azerbaydjana. *Ministerstvo obrazovaniya i nauki Kazakstana*. 2010. No. 3(1). P. 153–158.
  12. **Klimat Azerbaydjana** / Pod. red. A. A. Madatzade, E. M. Shixlinskogo. Baku: izd-vo AN Az. SSR, 1968. 341 p.
  13. **Panin G. N., Mamedov R. M., Mitrofanov I. V.** Sovremennoe sostoyaniye Caspiyskogo morya. Moscow: Nauka, 2005. 355 p.
  14. **Rustamov S. G., Cashcay R. M.** Vodnie resursi Azerbaydjanskoj SSR. Baku: Maarif, 1989. 182 p.
  15. **Verdiev R.** Vodnie resursi rek vostochnogo Kavkaza v usloviyax izmeneniya klimata. Baku: Elm, 2002. 224 p.
  16. **Vladimirov L. A.** Vodniy balans Bolshogo Kavkaza. Tbilisi: Mechnireba, 1970. 140 p.
  17. **Mamedov R. M.** Gidrometeorologicheskaya izmenchivost i ecogeograficheskie problemi Caspiyskogo morya. Baku: Elm, 2007. 433 p.
  18. **Maxmudov R. N.** Gidrometeorologia, klimaticheskie izmeneniya, stixiyinie bedstviya i jizn. Baku: Zia-Nurlan, 2006. 76 p.
  19. **Imanov F. A.** Razrabotka i usovershenstvovanie metodov rascheta minimalnogo stoka gornix rek Kavkaza. Avtoreferat dissertachie posoiskaniye uchenoy stepeni doktora geograficheskix nauk. Tbilisi, 1997. 44 p.

УДК 543.3; 543.31

**Э. Ф. Закиева**, магистрант, e-mail: elmira04.zakieva@yandex.ru,  
**А. Р. Махмутов**, канд. хим. наук, доц., Бирский филиал Башкирского государственного университета

## Мониторинг отдельных показателей воды родников Бураевского района Республики Башкортостан

*В статье представлены результаты мониторинга отдельных показателей воды четырех родников Бураевского района Республики Башкортостан за период с 2019 по 2020 г. В статье приведены результаты исследований органолептических показателей, общей минерализации, общей жесткости, водородного показателя, катионного и анионного состава, содержания тяжелых металлов и объемной активности радона. Отмечено, что согласно органолептической оценке, вода родников прозрачна, бесцветна, без запаха и вкуса. По величине pH исследуемых вод их можно отнести к группе нейтральных и слабокислых. Показатель общей жесткости родниковых вод находится в пределах значений 4,4...6,7 °Ж. Рассмотрена взаимосвязь общей минерализации, жесткости и содержания сульфатов в воде. Показатели химического состава, средние значения объемной активности радона, содержание тяжелых металлов в пробах воды не достигают значений предельно допустимых концентраций. Полученные при мониторинге воды результаты соответствуют требованиям СанПиН 2.1.4.1175–02, и родниковая вода может быть использована для хозяйственных и питьевых целей.*

**Ключевые слова:** вода, родник, физико-химические показатели качества, жесткость, водородный показатель, минерализация, катионный и анионный состав, объемная активность радона

### Введение

На территории Бураевского района Республики Башкортостан родников много, они различаются качеством и составом вод. Многие ошибочно полагают, что родниковая вода безопасна для

питья. Это не всегда так. В тех случаях, когда водоносный слой, от которого происходят родники, залегает на малой глубине, в воду через почву попадают вредные вещества. Если вблизи родников находятся промышленные предприятия, автомобильные дороги, свалки, различные фермы,

сельскохозяйственные угодья, то в воду попадают опасные вещества, например, диоксины, пестициды, нитраты, мышьяк, свинец, ртуть и другие тяжелые металлы. Высокая концентрация данных веществ в воде делает ее непригодной для питья.

Родниковая вода пользуется огромным спросом среди населения, ведь она является главным резервом питьевой воды. В настоящее время возросла антропогенная деятельность, в связи с которой многие источники подземной воды подвергаются загрязнению. Поэтому мониторинг состояния родниковых вод является актуальной задачей [1, 2].

В данной работе представлены результаты мониторинга некоторых показателей четырех родников Бураевского района Республики Башкортостан за период с 2019 по 2020 г.

### Объекты и методы исследований

Бураевский район расположен в северо-западной части Республики Башкортостан, в бассейне рек Агидель и Быстрый Танып. Территория района занимает часть Прибельской увалисто-волнистой равнины и Нижнебельской низменности, относится к северной лесостепной зоне. Площадь района составляет 1820 км<sup>2</sup>.

Климат в Бураевском районе умеренный. Речная сеть представлена рекой Быстрый Танып и ее притоками. Леса занимают около 20 % общей

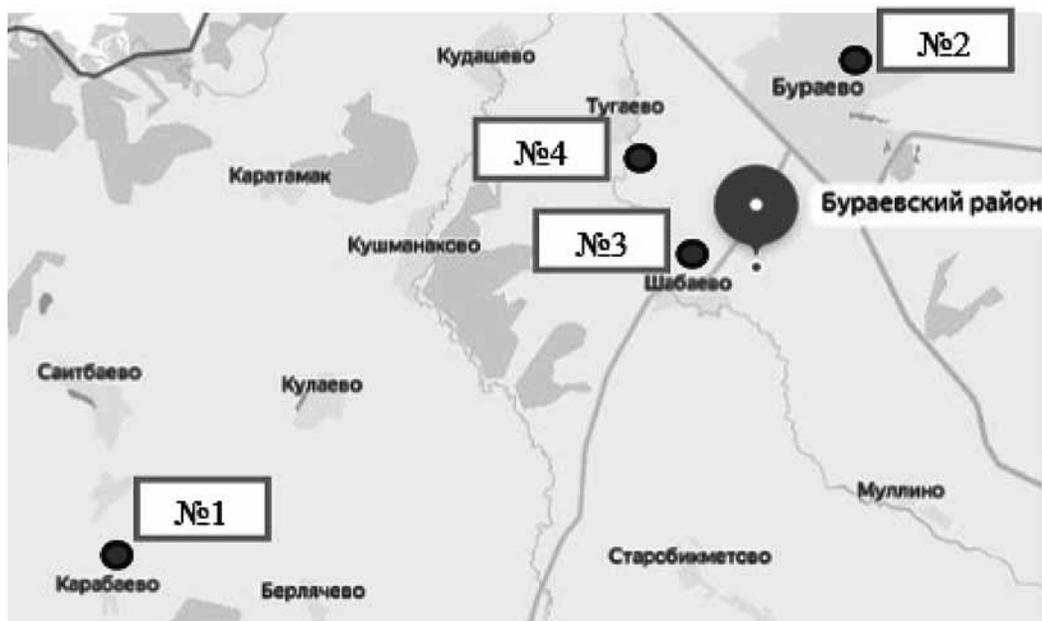
площади района и представлены широколиственными, хвойными породами деревьев. В районе распространены оподзоленные черноземы, пойменные и серые лесные почвы.

Территория района в геотектоническом отношении входит в пределы Бирской седловины и краевой зоны Башкирского свода. Открыты нефтяные месторождения, месторождения глин и песков-отошителей, пригодных для изготовления кирпича [3].

Объектами исследований являются следующие родники Бураевского района Республики Башкортостан (см. рисунок) [4]: объект № 1 - родник "Нурида" вблизи д. Карабаево; объект № 2 — родник "Салкын чишма" в с. Бураево; объект № 3 — родник в д. Шабаево; объект № 4 — родник вблизи д. Тугаево.

Мониторинг воды проводился на базе лаборатории экологического мониторинга физико-химических загрязнений окружающей среды при Бирском филиале Башкирского государственного университета в период с 2019 по 2020 гг. Отбор проб был осуществлен согласно требованиям ГОСТ 31861—2012 "Вода. Общие требования к отбору проб" [4].

В соответствии с СанПиН 2.1.4.1175—02 [5] были определены: органолептические показатели, общая минерализация, общая жесткость, водородный показатель (рН), содержание ионов аммония, калия, натрия, также содержание хлоридов,



Расположение родников на карте Бураевского района Республики Башкортостан



нитритов, фосфатов, сульфатов, тяжелых металлов (железа, марганца, свинца, кадмия), объемная активность радона.

Методы анализа: потенциометрия (водородный показатель), гравиметрия (общая минерализация), титриметрия (общая жесткость), ионная хроматография (катионы и анионы), атомно-абсорбционная спектрометрия (тяжелые металлы). Объемную активность радона в воде измеряли с помощью Радиометра Альфорад.

### Результаты и их обсуждение

Полученные при мониторинге (2019—2020 гг.) показатели родниковых вод Бураевского района РБ сравнивались с гигиеническими требованиями к качеству воды нецентрализованного водоснабжения согласно СанПиН 2.1.4.1175—02 [5].

Результаты органолептических исследований показали, что во всех образцах родниковой воды не наблюдаются гнилостные процессы, "зацветание" и затухание воды. Вода прозрачна, бесцветна, без вкуса и запаха. Температура родниковых вод находится в интервале 6...9 °С.

Значения рН родниковых вод варьируются в интервале от 6,13 до 7,35 (табл. 1). По величине рН, равной 6,13, воду из родника в д. Шабаево следует отнести к группе слабокислых вод, остальные источники — к группе нейтральных вод [5].

Согласно нормативам СанПиН 2.1.4.1074—01 показатель общей жесткости питьевой воды не должен превышать 7,0 °Ж. Значения жесткости родниковых вод (табл. 1) варьируются в пределах 4,4...6,5 °Ж, что позволяет отнести их к водам средней жесткости [6].

Согласно численным значениям общей минерализации вода родника "Нурида" в д. Карабаево № 1 обладает наиболее высокими показателями минерализации по сравнению с родниками № 2,

№ 3 и № 4 (табл. 1). Такие результаты скорее всего связаны с глубиной залегания воды. В данном случае в условиях затрудненного водообмена подземных вод происходит наибольшая концентрация растворенных веществ, тем самым вода становится более минерализованной. Вода исследуемых родников относится к категории пресных вод [6].

Значения ионного состава проб родниковых вод Бураевского района Республики Башкортостан не достигают значений ПДК по нормам СанПиН 2.1.4.1175—02. Однако концентрации ионов натрия, хлорид и сульфат ионов в воде из родника "Салкын чишма" в с. Бураево № 2 ниже (табл. 2, 3), чем у родников № 1, № 3 и № 4, что, вероятно всего связано с глубиной залегания подземных вод, составом водовмещающих пород и другими условиями. Сульфаты вызывают рост минерализации и жесткости. Взаимосвязь общей минерализации, жесткости родниковых вод и содержания сульфатов рассмотрим по полученным результатам. Например, концентрация сульфат-ионов в пробе воды родника "Салкын чишма" (№ 2) составляет всего 1,25 мг/дм<sup>3</sup> (см. табл. 3), вода имеет небольшие показатели жесткости — 4,4 °Ж и минерализации — 274 мг/дм<sup>3</sup> (см. табл. 1).

Содержание массовых концентраций тяжелых металлов в пробах воды за период с 2019 по 2020 г. (табл. 4) не достигает значений предельно допустимых концентраций по нормам СанПиН 2.1.4.1175—02.

Таблица 2

Катионный состав проб воды, мг/дм<sup>3</sup>

Номер объекта	Аммоний-ион	Калий	Натрий
1	< 0,4	< 1,0	14 ± 2,2
2	< 0,4	< 1,0	2,18 ± 0,33
3	< 0,4	< 1,0	23 ± 3
4	< 0,4	< 1,0	9,06 ± 1,21
ПДК, не более	2,0	Не нормируется	200

Таблица 3

Анионный состав проб воды, мг/дм<sup>3</sup>

Номер объекта	Хлорид-ион	Нитрит-ион	Фосфат-ион	Сульфат-ион
1	6,54 ± 0,95	< 0,05	< 0,4	17,8 ± 2,7
2	1,56 ± 0,23	< 0,05	< 0,4	1,25 ± 0,18
3	5,16 ± 0,82	< 0,05	< 0,4	14,3 ± 2,0
4	8,61 ± 1,35	< 0,05	< 0,4	17,3 ± 2,3
ПДК, не более	350	3,0	3,5	500

Таблица 1

Показатели кислотности среды (рН), общей жесткости и общей минерализации

Номер объекта	Водородный показатель (рН), ед. рН	Общая жесткость, °Ж	Общая минерализация (сухой остаток), мг/дм <sup>3</sup>
1	7,12 ± 0,34	5,2 ± 0,34	395 ± 39
2	7,22 ± 0,35	4,4 ± 0,23	274 ± 29
3	6,13 ± 0,31	6,5 ± 0,38	322 ± 32
4	7,35 ± 0,34	6,0 ± 0,37	301 ± 32
ПДК, не более	6...9	7...10	1000...1500

Таблица 4

Содержание тяжелых металлов в пробах воды, мг/дм<sup>3</sup>

Номер объекта	Железо (суммарно)	Марганец (суммарно)	Свинец	Кадмий (суммарно)
1	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,0001
2	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,0001
3	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,0001
4	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,0001
ПДК, не более	0,3	0,1	0,03	0,001

Объемная активность радона в пробах воды менее 20 Бк/дм<sup>3</sup>, что не превышает ПДК (100 Бк/дм<sup>3</sup>) по нормам СанПиН 2.1.4.1175—02.

### Выводы

Мониторинг показателей качества воды четырех родников Бураевского района Республики Башкортостан за 2019—2020 гг. показал, что численные значения определяемых показателей не превышают предельно допустимые концентрации.

По результатам проведенного мониторинга установлено, что вода из родников Бураевского района Республики Башкортостан соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1175—02 и может быть использована для хозяйственных и питьевых целей.

### Список литературы

1. **Абдрахманов Р. Ф.** Гидрогеоэкология Башкортостана. — Уфа: Информреклама, 2005. — 344 с.
2. **Абдрахманов Р. Ф., Чалов Ю. Н., Абдрахманова Е. Р.** Пресные подземные воды Башкортостана. — Уфа: Информреклама, 2007. 184 с.
3. **Бураевский район.** URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%B5%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9\\_%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%B5%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD) (дата обращения 05.02.2020).
4. **ГОСТ 31861-02012** Вода. Общие требования к отбору проб. 36 с.
5. **СанПиН 2.1.4.1175—02** Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников.
6. **Махмутов А. Р., Козлова Г. Г., Онина С. А., Усманов С. М.** Исследование родниковых вод Бирского района Республики Башкортостан // Бюллетень науки и практики. — 2016. — № 4. — С. 62—69.

**E. F. Zakieva**, Master Degree Student, e-mail: [elmira04.zakieva@yandex.ru](mailto:elmira04.zakieva@yandex.ru),  
**A. R. Makhmutov**, Associate Professor, Birk Branch of Bashkir State University

## Monitoring of Individual Indicators of Water Springs Buraevo Region of the Republic of Bashkortostan

*The article presents the results of monitoring individual water indicators of four springs of the Buraevo region of the Republic of Bashkortostan, for the period from 2019 to 2020. The article provides an organoleptic assessment of quality, as well as the results of studies of total salinity, total hardness, the pH value, cationic and anionic composition, content of heavy metals and volume activity of radon. According to the organoleptic assessment, the water of the springs is transparent, colorless, odorless and tasteless. According to the pH value of the studied waters, they can be classified as neutral and slightly acidic. The indicator of the total hardness of spring water is in the range of 4.4—6.7. The article discusses the relationship between total mineralization, hardness, and sulfate content in water. Indicators of chemical composition, average values of radon volume activity, and the content of heavy metals in water samples do not reach the maximum permissible concentrations. The results obtained during water monitoring meet the requirements of SanPiN 2.1.4.1175—02, and spring water can be used for household and drinking purposes.*

**Keywords:** water, water spring, physico-chemical indicators, hardness, hydrogen indicator, mineralization, cationic and anionic composition, volume activity of radon

### References

1. **Abdrakhmanov R. F.** Hidrogeoeologia Bashkortostana. Ufa: Informreklama, 2005. 344 p.
2. **Abdrakhmanov R. F., Chalov Yu. N., Abdrakhmanova E. R.** Presnye podzemnye vody Bashkortostana. Ufa: Informreklama, 2007. 184 p.
3. **Buraevskij rajon.** URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%B5%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9\\_%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%B5%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BD) (date of access 05.02.2020).
4. **ГОСТ 31861—2012** Voda. Obshnie rtebovaniya k otboru prob. 36 p.
5. **СанПиН 2.1.4.1175—02** Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu vody ne-centralizovannogo vodosnabzheniya. Sanitarnaya ohrana istochnikov.
6. **Makhmutov A. R., Kozlova G. G., Onina S. A., Usmanov S. M.** Issledovanie rodnikovyh vod Birskego rajona Respubliki Bashkortostan. *Bjulleten' nauki i praktiki*. 2016. No. 4. P. 62—69.

**Указатель статей, опубликованных в журнале  
"Безопасность жизнедеятельности" в 2020 году**

**Index of Articles Published in the Journal "Life Safety" in 2020**

**ОБЩИЕ ВОПРОСЫ**

- Алборов И. Д., Бабилов Б. В., Ковязин В. Ф.,  
Малаян К. Р., Минько В. М., Русак О. Н.,  
Соловьев В. А.** Будущее, которого мы  
хотим . . . . . № 9
- Русак О. Н.** Деятельность человека и биосфера:  
аспекты безопасности . . . . . № 3

**ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЯ**

- Атрушкевич П. Д., Фомина Е. Е.** Автоматизация  
бизнес-процесса "Управление средствами  
индивидуальной защиты" . . . . . № 6
- Бяловский Ю. Ю., Ракитина И. С.** Влияние вре-  
менных характеристик дыхательного цикла  
на переносимость средств индивидуальной  
защиты органов дыхания . . . . . № 1
- Гаврикова Е. И.** Дезинфекция и очистка воз-  
духа в помещениях для выращивания и со-  
держания молодняка сельскохозяйственных  
животных . . . . . № 7
- Деревянкин А. В., Захаров А. Ф., Мальгин Е. Л.,  
Шеметова Е. Г.** Современные интенсивные  
технологии производства зерна и клас-  
сы опасности применяемых пестицидов  
и средств химизации . . . . . № 7
- Ефремов С. В., Логвинова Ю. В., Полюхо-  
вич М. А.** Метод оценки производственной  
среды нестационарных рабочих мест . . . . . № 6
- Ихлов Б. Л., Вольхин И. Л.** Действие сверхвы-  
сокочастотного электромагнитного поля на  
жесткокрылых (жуков) . . . . . № 3
- Каспрук Л. И.** Историко-медицинские аспекты  
безопасности жизнедеятельности при инфек-  
ционных болезнях . . . . . № 11
- Каспрук Л. И.** Медико-биологические основы  
безопасности жизнедеятельности в аспекте  
профилактической работы медицинского  
персонала с женским населением . . . . . № 4
- Квиткина М. В., Стасева Е. В., Сазонова А. М.**  
Анализ подходов к оценке профессиональ-  
ных рисков . . . . . № 10
- Копытенкова О. И., Новикова Ю. А., Ере-  
мин Г. Б.** Современный подход к выбору

- технологий водоподготовки с учетом мето-  
дологии оценки риска здоровью населения № 5
- Копытенкова О. И., Сорокина Е. А., Леван-  
чук Л. А.** Оценка и анализ условий труда  
слесарей-ремонтников как основа производ-  
ственно-обусловленного риска. . . . . № 10
- Котельников В. С., Денисов А. В., Грозов-  
ский Г. И., Созинова Д. Н., Новальная Н. С.**  
Оценка риска инцидентов на руднике, свя-  
занных с выбросом отработанных газов от  
самоходного дизельного оборудования . . . № 5
- Краснов А. А., Сыромятникова Л. И.** Медико-  
социальные аспекты охраны психического  
здоровья будущих специалистов опасных  
профессий . . . . . № 4
- Кузьмин С. А., Солодовников В. В., Вовк О. И.,  
Григорьева Л. К.** Здоровье призывников —  
основа безопасности жизнедеятельности  
в период прохождения военной службы . . . № 7
- Кушанова Д. С., Бахонина Е. И.** Особенности  
трудового права несовершеннолетних в Рос-  
сии и ряде зарубежных стран. . . . . № 5
- Леванчук Л. А.** Методические подходы к оценке  
условий труда работников локомотивных бри-  
гад на основе изучения риска здоровью . . . № 10
- Малаян К. Р., Фаустов С. А.** К вопросу о ста-  
тистике производственного травматизма . . . № 8
- Мальшев В. П.** Исследование параметров элект-  
ромагнитных полей, создаваемых современ-  
ными персональными компьютерами . . . . № 9
- Минько В. М., Евдокимова Н. А.** О примени-  
мости методов оценки профессиональных  
рисков в управлении охраной труда . . . . № 12
- Минько В. М., Евдокимова Н. А., Басараб А.**  
К разработке программ снижения риска  
травмирования на производстве . . . . . № 1
- Михайлов В. А., Сотникова Е. В., Калпи-  
на Н. Ю.** К вопросу повышения качества воз-  
духа в кондиционируемых производственных  
помещениях . . . . . № 6
- Михайлов В. А., Сотникова Е. В., Калпина Н. Ю.**  
Специфика защиты операторов самоходных  
машин от воздействия вредных факторов  
окружающей воздушной среды в теплый  
период года. . . . . № 2

- Мякишев А. А., Чибышев М. А., Шудегов А. И., Иванов И. И.** Методы оценки профессиональных рисков на сельскохозяйственных предприятиях. . . . . № 6
- Нестеров Н. С., Комкин А. И.** Оценка условий труда локомотивных бригад электровоза нового поколения . . . . . № 7
- Светлакова А. Ю., Каверзнева Т. Т.** Методика выбора оптимальных инструментов оценки состояния условий труда для малых и средних предприятий . . . . . № 11
- Свинцова Н. Ф., Закирова Р. Р.** Анализ травматизма на сельскохозяйственных предприятиях Удмуртской Республики. . . . . № 12
- Свинцова Н. Ф., Закирова Р. Р.** Профилактика негативного воздействия вредных производственных факторов посредством специализированных рационов питания . . . . . № 7
- Сенченко В. А., Каверзнева Т. Т., Скрипник И. Л., Воронин С. В.** Проблемы безопасности при совместном креплении линий связи и линий электропередач на общих опорах. . . . . № 3
- Соленов Ю. А.** Актуальные организационно-правовые аспекты оказания первой помощи в образовательных учреждениях . . . . . № 9
- Сычев В. П., Аксенов В. А., Шабалин Н. Г., Сорокина Е. А., Сычев П. В.** Обеспечение безопасности труда при производстве путевых работ на основе автоматизации процессов выгрузки и укладки балласта в железнодорожный путь . . . . . № 9
- Филипова Н. С., Волохина А. Т., Глебова Е. В.** Анализ влияния различных факторов на статистические показатели производственного травматизма на объектах ТЭК . . . . . № 4
- Харитоненко А. Л.** Априорная оценка профессионально-производственного риска здоровью промывальщиков — пропарщиков цистерн . . . . . № 10
- Чурбакова О. В., Кан Ю. Д., Патрушева Т. Н., Петров С. К.** О концептуальных подходах к вопросам охраны труда . . . . . № 5
- Шайхлисламова Э. Р., Каримова Л. К., Бакиров А. Б., Серебряков П. В., Мулдашева Н. А., Волгарева А. Д.** Системный подход к управлению риском нарушения здоровья работников предприятий по добыче полиметаллических руд. . . . . № 6
- Шеметова Е. Г., Мальгин Е. Л.** Основные аспекты создания безопасной световой среды для студентов вузов . . . . . № 8
- Шилова Е. А., Леванчук Л. А., Рябец В. В.** Внедрение процессного подхода к управлению охраной труда и профессиональными рисками . . . . . № 10

## ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Бардышев О. А.** Безопасность технических устройств на опасных производственных объектах. . . . . № 9
- Бондарь О. Г., Брежнева Е. О.** Повышение точности и надежности контроля окружающей среды для обеспечения безопасности в условиях возможной утечки горючих газов . . . . . № 6
- Быстров Е. Н., Харламова А. В., Терехова В. В.** Анализ воздействия атмосферных перенапряжений на устройства сигнализации, централизации и блокировки . . . . . № 3
- Быстров Е. Н., Харламова А. В., Терехова В. В.** Анализ существующих методов защиты от прямых ударов молнии служебно-технических зданий и сооружений железнодорожной автоматики и телемеханики. . . . . № 5
- Воронов Е. Т., Бондарь И. А.** Автономный комплекс для гидрообеспыливания воздуха при проходке горных выработок в зоне многолетней мерзлоты. . . . . № 9
- Копин С. В.** Местная вентиляционная система для промышленных помещений большого объема . . . . . № 5
- Кубасов И. А.** Оценка влияния элемента запаса на приращение безаварийности функционирования инфокоммуникационной системы . . . . . № 11
- Мурзинов В. Л., Мурзинов П. В., Мурзинов Ю. В., Иванова И. А., Татаринова Ю. В.** Звукоподавляющая вставка в воздуховодах вентиляции . . . . . № 11
- Титова Т. С., Ахтямов Р. Г., Елизарьев А. Н., Ефременко В. В., Чуенко А. С.** Анализ опасности и разработка устройства для повышения безопасности железнодорожного транспорта . . . . . № 4
- Толстых С. А., Старостенко А. В., Шаров В. Д.** Разработка алгоритмического и программного обеспечения расчета и мониторинга нового показателя безопасности полетов. . . . . № 6

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Агаев Т. Д.** Трансграничный перенос загрязняющих веществ в атмосфере при лесных пожарах . . . . . № 3
- Ахтямов Р. Г., Ефременко В. В.** Повышение безопасности перевозки нефти и нефтепродуктов водным транспортом . . . . . № 10
- Бобович Б. Б.** Экологические проблемы автотранспортной отрасли . . . . . № 6
- Бобович Б. Б., Попова Е. В.** Утилизация автокомпонентов из пластмасс . . . . . № 4
- Венцюлис Л. С., Пименов А. Н.** Экологические ущербы системы обращения с твердыми коммунальными отходами в Финляндии за последние 25 лет . . . . . № 11



- Гаврикова Е. И.** Использование цеолитов в биофильтрах для очистки воздуха . . . . . № 8
- Гапонов В. Л., Савускан Т. Н., Гапонов С. В., Гапонова Е. Ю.** К вопросу о восполнении популяции осетровых видов рыб в Ростовской области . . . . . № 11
- Жукалов В. И.** Исследование сорбции дизельного топлива полимерным волокнисто-пористым материалом из полипропилена . . . . . № 8
- Катин В. Д., Ахтямов М. Х., Луценко А. Н., Фалилеев Л. Е.** О влиянии совместного и раздельного сжигания нефтезаводских газов и мазута в трубчатых печах на загрязнение атмосферы и разработка воздухоохран-ных мероприятий . . . . . № 12
- Катин В. Д., Булгаков С. В.** Эксперименталь-ные исследования образования оксидов азота в продуктах сгорания вертикально-цилиндрических трубчатых печей с подовым расположением горелок . . . . . № 2
- Кирсанов В. В.** О безреагентном способе обеззараживания патогенной микрофлоры быто-вых сточных вод избыточным активным илом, реализованном в ПАО "Казаньоргсинтез" . . . № 1
- Котломин Н. Е., Ревазов А. М.** Мероприятия по защите подземных магистральных трубо-проводов, подверженных влиянию активных тектонических разломов . . . . . № 7
- Красногорская Н. Н., Гладких И. Ф.** Утилизация титановых шламов . . . . . № 11
- Красногорская Н. Н., Гладких И. Ф., Сер-геев В. И.** Механизм антикоррозионной защиты металла . . . . . № 5
- Красногорская Н. Н., Гладких И. Ф., Куп-цов А. В., Магид А. Б., Магид М. А.** Отмывка нефтешлама растворами поверхностно-активных веществ . . . . . № 8
- Ксенофонтов Б. С., Козодаев А. С., Таранов Р. А., Виноградов М. С., Сеник Е. В.** Интенсификация очистки сточных вод машинострои-тельных предприятий с использованием ре-агентных композиций . . . . . № 8
- Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Виноградов М. С., Сеник Е. В.** Проблемы подтопления селитебных территорий оста-ются актуальными . . . . . № 12
- Ксенофонтов Б. С., Титов К. В.** Возможности определения безопасных режимов очистки воды флотацией с использованием числен-ных методов . . . . . № 3
- Леванчук А. В., Тихонова Н. А., Новикова Ю. А.** Опыт формирования паспортов точек кон-троля качества питьевой воды систем центра-лизованного водоснабжения . . . . . № 10

- Новикова Ю. А., Копытенкова О. И.** К вопросу использования онлайн-анализаторов при производственном контроле качества питье-вой воды. . . . . № 10
- Петров С. К., Олейников А. Ю., Лубянчен-ко А. А., Ксенофонтова В. К.** Защита от шума реактивных двигателей при их испытаниях № 2
- Семенова Н. В., Ашвиц И. В., Кашева К. А., Похиленко А. Ю.** Оценка сформированности экологической грамотности студентов. . . . № 4
- Сидоров А. А., Глухова О. А.** Эффективность обработки полиэтилена в обеспечение эко-логической безопасности . . . . . № 7
- Ткаченко Ю. Л., Щербакова И. С., Моро-зов С. Д., Горбенко М. Ю., Литвинов Н. Н., Ратуев Е. А.** О реализуемом в Швеции про-екте автономного модуля для обеспечения жизнедеятельности людей . . . . . № 4
- Харламова А. В.** Депонирование углерода ис-кусственными лесными экосистемами тер-риконов угольных шахт . . . . . № 10
- Шугуров П. В., Мищенко О. А., Тищенко В. П.** Обоснование выбора ряски малой в качестве объекта исследования по очистке сточных вод от ионов тяжелых металлов шламо-накопителя. . . . . № 9
- Яценко Л. А., Чешко И. Д., Принцева М. Ю.** О возможности обнаружения остатков горю-чих жидкостей в грунте . . . . . № 7

## ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Антонченко В. В.** Проблемы уголовной ответ-ственности за нарушение правил пожарной безопасности . . . . . № 12
- Ахтямов Р. Г., Аксенов С. Г., Насырова Э. С., Леонтьева М. А., Камаева Э. Д.** Сравнитель-ный анализ знаков пожарной безопасности в России и Италии. . . . . № 10
- Гармышев В. В., Тимофеева С. С., Ващало-ва Т. В., Дубровин Д. В.** Сравнительный анализ и оценка фактических и норматив-ных значений числа людей, погибших при пожарах на территории Прибайкалья . . . . № 3
- Глухов С. В., Глухов А. В.** Сравнение расчетов интенсивности теплового излучения от по-жара пролива по утвержденным методикам и расчет плотности и давления насыщенных паров углеводородов. . . . . № 1
- Графкина М. В., Казикян Т.** Управление по-жарными рисками на основе современных программных продуктов . . . . . № 5
- Иванов А. В., Дали Ф. А., Шидловский Г. Л.** Электрофизический метод улучшения огне-тушащих и теплозащитных характеристик веществ на основе воды для целей тепловой защиты резервуаров нефтепродуктов. . . . № 3

- Ильницкий С. В., Кузьмина Т. А.** Проект "Чистая пожарно-спасательная часть" в Российской Федерации . . . . . № 1
- Коваль Ю. Н.** Оценка токсичного действия огнетушащих пенообразователей . . . . . № 10
- Лепихова В. А., Ляшенко Н. В., Чибинев Н. Н.** К вопросу отнесения объектов защиты к соответствующему классу (категории) опасности для применения риск-ориентированного подхода в надзорной деятельности . . . . . № 7
- Микушов А. В., Клинг И. В.** Управление результативностью и эффективностью Федерального Государственного пожарного надзора . . . . . № 11
- Мустафин В. М., Пузач С. В.** Влияние начальной освещенности и дымообразующей способности на расчетное время блокирования путей эвакуации по потере видимости . . . № 2
- Тимофеев В. Д.** Методы гуманизации управления пожарной безопасностью . . . . . № 1
- Фомин А. И., Бесперстов Д. А., Рудюк О. В., Лопарев Р. В.** Обеспечение пожарной безопасности по антитеррористической защищенности объектов с массовым пребыванием людей. . . . . № 2
- Фомин А. И., Бесперстов Д. А., Сарафанников В. Н.** Порядок применения требований пожарной безопасности на объектах защиты, введенных в эксплуатацию до вступления в законную силу Технического регламента о требованиях пожарной безопасности . . . № 1
- Харин В. В., Кондашов А. А., Бобринев Е. В., Удавцова Е. Ю.** Пожарная безопасность жилых домов в зависимости от их этажности № 4
- Харисов Г. Х., Мирзаянц А. В.** Самоспасание людей с высоты при пожаре. . . . . № 12

### ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

- Гегиев К. А., Шерхов А. Х., Гергокова З. Ж.** Методы расчета основных параметров селевого и наносоводного потоков. . . . . № 12
- Захарова М. И.** Анализ риска аварий резервуаров при аномальных метеоусловиях Севера № 1
- Котломин Н. Е., Ревазов А. М.** Оценка влияния активных тектонических разломов на подземные трубопроводы . . . . . № 4
- Кузьмин С. Б.** Социально-психологические аспекты стихийных бедствий. . . . . № 5
- Мартынюк В. Ф., Бугаев П. Н.** Анализ аварийных взрывов при использовании природного газа в быту . . . . . № 2
- Монашков В. В., Малаян К. Р.** Повышение уровня безопасности газового хозяйства жилищно-коммунального сектора . . . . . № 4
- Мякишев А. А., Анисимова Я. А., Кирпичиков В. В.** Тренажер для отработки действий спасательных формирований при техногенных авариях. . . . . № 5

- Парамонов И. Ю., Квасов М. Н., Шайтор С. А.** Методика планирования поисково-спасательных работ с использованием средств радиомониторинга воздушного базирования № 8
- Рухлинский В. М., Молотовник А. С.** Разработка модели процесса проведения аварийно-спасательных работ в районе аэродрома . . . . . № 12
- Харисов Г. Х., Заворотный А. Г.** Сравнение температурного вреда с радиационным вредом для живых существ на земле . . . . . № 3
- Щербаков Г. Н., Русин П. В., Рычков А. В., Ужицин М. В., Ефремов И. А.** Актуальность защиты объектов от микро-БПЛА, летящих на предельно малых высотах . . . . . № 5

### МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- Газетдинов Р. Р., Курбанова В. В.** Оценка отдельных показателей воды источника Кургазак Салаватского района Республики Башкортостан . . . . № 5
- Козлова Г. Г., Онина С. А., Карасева Е. Д., Усманов С. М.** Оценка отдельных показателей воды скважин города Бирск Республики Башкортостан . . . . . № 7

### РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- Алтаев А. А., Багинова О. Д.** Оценка пожарной опасности в лесном фонде, расположенном на территории Республики Бурятия. . . . . № 9
- Астафьева О. В., Дерягина С. Е.** Совершенствование сферы благоустройства — вектор улучшения экологической обстановки на территории муниципального образования "город Екатеринбург" . . . . . № 2
- Гринюк О. Н., Алексашина О. В., Архипов А. В., Михед А. Д.** Предпосылки и особенности модернизации системы экомониторинга атмосферы города Новомосковска . . . . . № 11
- Двуреченский В. Г., Середина В. П.** Трансформация природных эколого-почвенных систем таежного пояса юга Западной Сибири под воздействием техногенеза. . . . . № 6
- Заводнова О. С., Калоев А. Д., Лобозова О. В., Иванина А. П.** Медико-санитарное обеспечение дорожно-транспортных происшествий в Изобильненском городском округе Ставропольского края. . . . . № 3
- Закиева Э. Ф., Махмутов А. Р.** Мониторинг отдельных показателей воды родников Бураевского района Республики Башкортостан . . № 12
- Мусаева М. А., Агаев Т. Д., Юсифова С. Н., Сулейманлы Д. Г., Ахмедова Н. М.** Оценка воздействия климатических изменений и антропогенных факторов на гидрометеорологические показатели рек, впадающих в Каспийское море . . № 12



**Томаков М. В., Томаков В. И.** Профилактика лесных пожаров на территории Курской области. . . . . № 4

### ОБРАЗОВАНИЕ

**Будыкина Т. А.** Научно-исследовательская работа обучающихся по специальности 20.05.01 "Пожарная безопасность" в рамках производственной практики . . . . . № 9

**Кашицына Л. В., Медведева Н. А.** Формирование знаний у обучающихся по предупреждению их вовлечения в деструктивные религиозные организации. . . . . № 1

**Ковалева-Кривоносова Т. Л.** Анализ подготовки управленцев, отвечающей требованиям международного стандарта ISO 45001:2018. № 4

**Майорова Л. П., Волосникова Г. А.** Виртуальная лабораторная работа как средство формирования профессиональных компетенций бакалавров экологического направления. . № 8

**Сенченко В. А., Каверзнева Т. Т., Салкуцан В. И., Скрипник И. Л., Воронин С. В.** Оптимизация обучения и проверки знаний требований охраны труда с помощью интернет-технологий. . . . . № 8

**Томаков В. И., Томаков М. В., Ларина О. Г.** Дисциплина "Профессиональная деятельность в условиях чрезвычайных ситуаций" в образовательной программе специальности "Правовое обеспечение национальной безопасности". . . . . № 7

**Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Основы дидактики темы "Реанимация" учебного модуля "Первая помощь при травмах, несчастных случаях, катастрофах и стихийных бедствиях" предмета "Безопасность жизнедеятельности" для гуманитарных и технических университетов . . . . . № 2

### РЕЦЕНЗИИ

**Рецензия** на монографию: Волго-Ахтубинская пойма. Экологическая ситуация: проблемы и решения по ее улучшению: монография. Издание 2-е, дополненное / В. Ф. Каблов, В. Е. Костин, Н. А. Соколова, С. И. Благинин, С. В. Яковлев, Л. В. Курылева; ВПИ (филиал) ВолгГТУ. Волгоград, 2016. 457 с. . № 1

### ИНФОРМАЦИЯ

**К 75-летию ООН**. . . . . № 5

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

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

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

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

Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Е. В. Комиссарова*

Сдано в набор 04.10.20. Подписано в печать 23.11.20. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ1220.

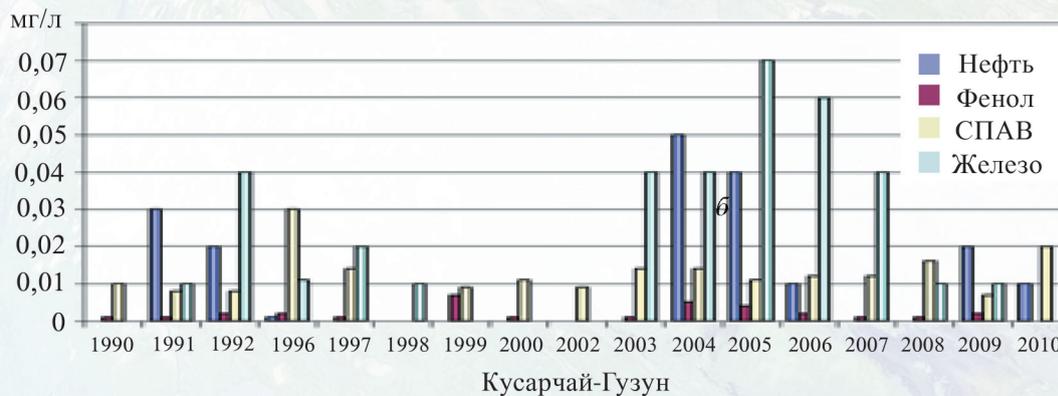
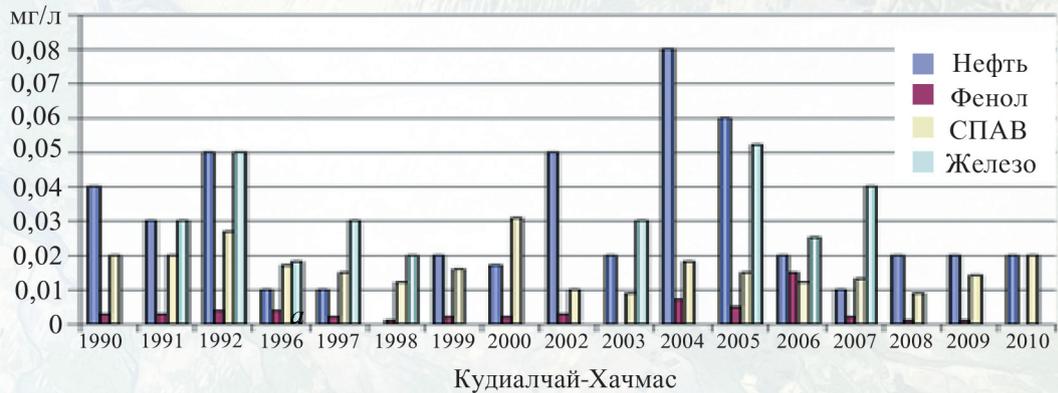
Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

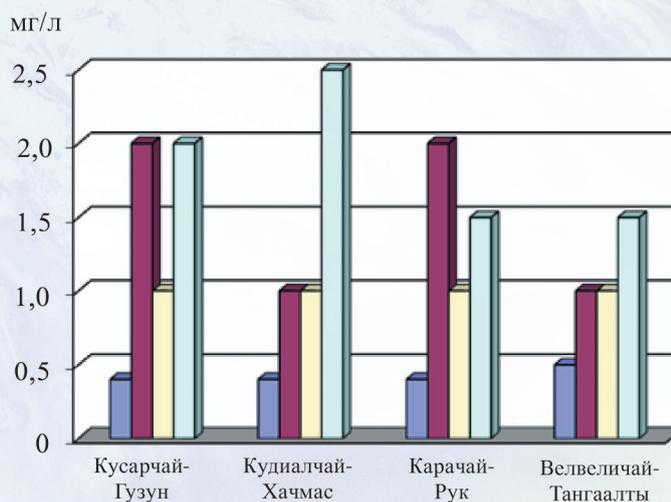
Оригинал-макет ООО "Адвансед солюшнз".

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

К статье М. А. Мусаевой, Т. Д. Агаева, С. Н. Юсифовой, Д. Г. Сулейманлы, Н. М. Ахмедовой  
**«ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЕК, ВПАДАЮЩИХ В КАСПИЙСКОЕ МОРЕ»**



**Рис. 5. Динамика изменения основных загрязняющих ингредиентов рек, впадающих в Каспийское море (1990 – 2010 гг.)**



**Рис. 6. Соотношение концентраций характерных загрязнителей и ПДК в реках северо-восточного склона Большого Кавказа (по данным 2016 г.). ПДК:**

■ нефть – 0,3 мг/л; ■ фенол – 0,001 мг/л; ■ медь – 1,0 мг/л; ■ нитридные ионы – 3,3 мг/л

# 2021

## Январь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

## Февраль

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28

## Март

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

## Апрель

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

## Май

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

## Июнь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

## Июль

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

## Август

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

## Сентябрь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

## Октябрь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

## Ноябрь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

## Декабрь

ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	ВС
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	