

# БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

4(148)  
2013

## СОДЕРЖАНИЕ

### Редакционный совет:

АКИМОВ В. А.  
БАЛЫХИН Г. А.  
БЕЛОВ С. В.  
ГРИГОРЬЕВ С. Н.  
ЗАЛИХАНОВ М. Ч.  
(председатель)  
КЛИМКИН В. И.  
КОТЕЛЬНИКОВ В. С.  
ПАВЛИХИН Г. П.  
СОКОЛОВ Э. М.  
ТЕТЕРИН И. М.  
ТИШКОВ К. Н.  
УШАКОВ И. Б.  
ФЕДОРОВ М. П.  
ЧЕРЕШНЕВ В. А.  
АНТОНОВ Б. И.  
(директор издательства)

Главный редактор  
РУСАК О. Н.

Зам. главного редактора  
ПОЧТАРЕВА А. В.

### Ответственный секретарь

ПРОНИН И. С.

### Редакционная коллегия:

БЕЛИНСКИЙ С. О.  
ИВАНОВ Н. И.  
КАЛЕДИНА Н. О.  
КАЧАНОВ С. А.  
КАЧУРИН Н. М.  
КЛЕЙМЕНОВ А. В.  
КРАСНОГОРСКАЯ Н. Н.  
КСЕНОФОНТОВ Б. С.  
КУКУШКИН Ю. А.  
МАЛАЯН К. Р.  
МАСТРЮКОВ Б. С.  
МАТЮШИН А. В.  
МИНЬКО В. М.  
МИРМОВИЧ Э. Г.  
ПАНАРИН В. М.  
ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г.  
ФРИДЛАНД С. В.  
ХАБАРОВА Е. И.  
ШВАРЦБУРГ Л. Э.

### ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

**Ретнев В. М., Гребеньков С. В.** Улучшение репродуктивного здоровья работников как одна из важных задач воспроизводства населения . . . . . 2

### ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

**Вазаева Н. В., Ефремов М. А., Пирогов Е. Н., Степанов С. И.** Эффективность защиты от теплового излучения с помощью плоского экрана . . . . . 5  
**Власов Е. Н., Мамаев В. К., Алексеев И. Н.** Влияние пульсаций газа на вибрацию и шум трубопроводов обвязки нагнетателей на компрессорных станциях . . . . . 9  
**Кокорин В. В., Контобойцев Е. А., Контобойцева М. Г., Хафизов Ф. Ш.** Актуальные вопросы обеспечения безопасности процессов транспортировки и хранения нефти и нефтепродуктов . . . . . 13

### ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

**Лубянченко А. А., Петров С. К., Толоконников И. С., Яковчук М. С.** Оптимизация конструкции глушителя шума выпуска ДВС с минимальным противодавлением . . . . . 17

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

**Красногорская Н. Н., Елизарьев А. Н., Кияшко И. Ю., Фашевская Т. Б.** Оценка влияния свалочного фильтрата на водные объекты. Качественный аспект . . . . . 22  
**Холодняков Г. А., Русак О. Е.** Обеспечение безопасного хранения отходов горного производства при ведении открытых горных работ . . . . . 28

### ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

**Димова Е. В.** Природа, география волн цунами и опасность их проявления для населения Дальнего Востока . . . . . 31  
**Новиков В. В.** О совершенствовании системы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера . . . . . 35

### ОБРАЗОВАНИЕ

**Ткаченко Ю. Л.** О дисциплине "Экология техносферы" . . . . . 42  
**Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Основы дидактики учебной темы "Раны" учебного модуля "Оказание первой помощи при травмах, несчастных случаях, катастрофах и стихийных бедствиях" предмета "Безопасность жизнедеятельности" для гуманитарных и технических университетов . . . . . 47

### ИНФОРМАЦИЯ

**К вопросу "Об экологически устойчивом развитии России".** . . . . . 53  
**2013 год — Год охраны окружающей среды в России.** . . . . . 55

**Приложение. Проблемы безопасности детей и пути их решения**

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

УДК 613-6:340.613

**В. М. Ретнев**, д-р мед. наук, проф., **С. В. Гребеньков**, д-р мед. наук, проф.,  
зав. кафедрой, Санкт-Петербургская медицинская академия последипломного образования  
E-mail: medtrud@mail.ru

## Улучшение репродуктивного здоровья работников как одна из важных задач воспроизводства населения

*Представлены данные о значении репродуктивного здоровья в воспроизводстве населения, последствия недостаточного внимания к данной проблеме и меры улучшения.*

**Ключевые слова:** репродуктивное здоровье, работница, работник, дети, условия труда, заболевания, меры оздоровления

**Retnev V. M., Grebenkov S. V. Improvement of Genesial Health of Workers as One of the Major Problems of Reproduction of the Population**

*Data about value of genesial health in reproduction of the working population is presented, the attention to the given problem and the improvement world doesn't suffice.*

**Keywords:** genesial health, the working woman, worker, children, working conditions, sicknesses, improvement measures

Основополагающим нормативным актом по воспроизводству населения в стране является ст. 38.1 Конституции РФ, в которой сказано, что материнство, детство и семья находятся под защитой государства. Семейный кодекс РФ, подписанный Президентом РФ 29 октября 1995 г. (№ 223-ФЗ), в ст. 1 уточнил понятие о семье, указав, что семья, материнство, отцовство и детство в РФ находятся под защитой государства.

Подробно описаны требования к охране труда и здоровью работниц в Трудовом кодексе РФ (№ 197-ФЗ), подписанным Президентом РФ 30 декабря 2001 г. В нем есть отдельная гл. 41 "Особенности регулирования труда женщин, лиц с семейными обязанностями". Две ст. 253 и 254 излагают требования по ограничению труда женщин на работах с вредными и (или) опасными условиями труда и по переводу беременных на работу, где исключается влияние вредных (опасных) производственных факторов.

Конкретные меры приняты государством в последние годы по стимуляции рождаемости в виде ряда постановлений Правительства РФ под общепринятым названием "материнский капитал" (а лучше бы семейный капитал).

Указом Президента РФ от 9 октября 2007 г. № 1351 утверждена Концепция демографической политики Российской Федерации на период до 2025 г.<sup>1</sup>. В ней, в частности, поставлена задача по сокращению материнской и детской смертности, улучшению репродуктивного (по-русски — детородного) здоровья населения путем снижения доли рабочих мест с вредными и опасными условиями труда.

Появление последнего документа имеет под собою серьезное основание, так как ухудшение демографической ситуации в стране связано со снижением репродуктивного здоровья, в том числе и у работающего населения. В Концепции сказано, что с 2000 г. стал очевиден рост рождаемости, но, к сожалению, он недостаточен для обеспечения воспроизводства населения. Из социально-экономических причин недостаточного роста рождаемости указаны тяжелый физический труд и условия труда работниц, не отвечающие гигиеническим нормам.

Имеющий место национальный ущерб от пренебрежительного отношения населения к укреплению своего здоровья уже привел к крайне неблагоприятным последствиям. На одном из последних всероссийских съездов акушеров-гинекологов было отмечено, что в стране в 2006 г. было 5 млн бесплодных женщин и 3,5 млн бесплодных мужчин. В 2009 г. было сделано 1,7 млн аборт, которые в 45 % случаев являются причиной бесплодия.

Репродуктивным здоровьем считают способность женщин и мужчин к зачатию: женщин в течение детородного (фертильного) возраста от 14—15 до 49 лет, у мужчин возраст не установлен. К этому следует добавить наличие возможности женщин без осложнений для своего здоровья к вынашиванию здорового плода в течение девяти месяцев и благополучного рождения полноценного ребенка. Демографами установлено, что для увеличения численности населения в одной семье в среднем должно быть не менее 2,2...2,3 детей.

Известно, что все без исключения вредные производственные факторы (химические, физические, психофизиологические, биологические), если их па-

<sup>1</sup> <http://demoscope.ru/weekly/knigi/koncepciya/koncepciya25.html>

раметры превышают нормативные величины, неблагоприятно воздействуют как на женский организм, так и на ее плод [4—6, 10—13, 17, 18]. Беременные более чувствительны к указанным факторам. Так, у женщин, работающих в цехах, в которых шум был в пределах 94...106 дБ, угроза прерывания беременности превышала величины в группах контроля в 3 раза, гексозы (токсикозы) — в 2, осложненные роды — в 8 раз. У половины детей, рожденных ими, отмечена асфиксия, у 40 % новорожденных — физиологическая отсталость организма.

Общими критериями оценки нарушения репродуктивного здоровья женщин и мужчин считаются такие, как уровень материнской и детской смертности, частота рождения детей с врожденными уродствами, уровни заболеваемости детей до трех лет и заболеваемости половых органов у женщин и мужчин (включая и нарушения репродуктивной функции) и их общую заболеваемость [3].

Признаками нарушения репродуктивного здоровья у женщин являются следующие:

нарушения менструальной функции — наиболее ранний признак (например их отсутствие, скудные и редкие, обильные, частые, не регулярные менструации и др.), но, к сожалению, не адекватные влиянию конкретного вредного производственного фактора [15, 19];

- бесплодие;
- аборты самопроизвольные;
- внематочная беременность;
- мертворождаемость;
- осложнения беременности, родов и послеродового периода;
- врожденные уродства новорожденных;
- понижение здоровья новорожденных;
- развитие онкологических заболеваний у детей;
- нарушение лактации.

Исследований данного вопроса очень много. Например, исследование здоровья электросварщиц, занятых в строительстве, условия труда у которых были неблагоприятными, после десяти лет работы показало, что частота самопроизвольных абортов у них по сравнению с контрольной группой была много выше, как и нарушения менструальной функции, число осложненных родов в 10 раз чаще, а гинекологических заболеваний почти в 2 раза больше [14].

Крайне неблагоприятное влияние оказывают на женщин физические перегрузки. Работа по переноске кирпичей массой в несколько десятков тонн одной женщиной вручную за смену привела к тому, что количество случаев внематочной беременности у них возросло в несколько раз, а выкидышей — в 7 раз. У 34 % женщин было диагностировано такое профессиональное заболевание как опущение стенок влагалища и матки [1].

Следует отметить принципиально важное обстоятельство, что женский организм более податлив, чем мужской к неблагоприятному воздействию всех без исключения вредных производственных факторов. Примеры сказанному многочисленны. Исследованиями условий труда и состояния здоровья работников на крупнейшем в стране производстве газоразрядных ламп, в котором наблюдалось интенсивное загрязнение ртутью как внутри, так и вне предприятия, были выявлены профессиональные отравления ртутью, которые составили среди женщин 25 %, а среди мужчин 4 %. Число больных другими заболеваниями было 78 и 22 % соответственно [16].

Репродуктивная функция мужчин считается неполноценной, если у них обнаружены: бесплодие, импотенция, гормональные нарушения половой сферы, онкологические заболевания половых органов [19].

Из вредных производственных факторов, повреждающих репродуктивную функцию у мужчин, на первое место следует поставить ионизирующие и неионизирующие излучения. Вспомним как грозное напоминание чернобыльскую катастрофу, в результате которой многие мужчины — ликвидаторы ее последствий стали бесплодными.

В результате воздействия вибрации у мужчин наблюдается угнетение половой активности в среднем в 5—6 раз [7, 15].

Нагревающий и охлаждающий микроклимат также изменяет половую функцию у мужчин. Так, у металлургов, постоянно занятых трудом при воздействии высокой температуры воздуха, сперматогенез снижался на 24 %, а в контрольной группе в 4 раза меньше [8, 17].

Особо следует остановиться на повреждении здоровья детей, рожденных в семьях, в которых родители работают в неблагоприятных условиях труда. Из-за загрязнения ртутными парами производственной среды на упомянутом выше производстве по изготовлению газоразрядных ламп в крови у женщин ртуть обнаруживалась в количестве 0,002 мкг %, плаценте — 10...15 мкг %, грудном молоке — 0,004 мкг %, плодном яйце после искусственного аборта — 0,01 мкг %. Рожденные ими дети имели пониженную массу тела, отставание в физическом развитии [16]. В тканях органов мертворожденных плодов (печени, сердце, надпочечниках, почках, вилочковой железе) ртуть была найдена в количестве от 10 до 50 мкг %.

Если муж занят трудовой деятельностью в условиях воздействия вредных производственных факторов, то научно доказано нарушение детородной функции его жены и повреждение здоровья их детей. Например, у жен маляров и облицовщиков,



имевших контакт с химическими веществами (толуол, уайт-спирит, винилхлорид), беременностей было вполнину меньше, чем в контрольной группе, а самопроизвольных аборт — в 3 раза больше. Их дети имели в 6 раз больше хронических заболеваний [2].

На формирование не вполне здоровых детей большее влияние оказывают "материнские" факторы (контакт с вредными производственными факторами, собственные заболевания, вредные привычки, стаж работы), чем "отцовские" в соотношении 3:1.

Из приведенных данных видно, что репродуктивная функция работников может быть поражена, если они работают в неблагоприятных условиях труда. Естественно возникает вопрос — что надо делать для снижения и ликвидации воздействия вредных производственных факторов на репродуктивную функцию работников. Эта задача является комплексной и трудно решаемой, поскольку в первую очередь нужны меры по улучшению условий труда, что возложено на работодателей (см. статью 212) и в известной мере на работника (см. статью 213 Трудового кодекса РФ). Необходимо строго соблюдать законодательство по охране труда.

Помимо требований ТК РФ должны выполняться требования, изложенные в Санитарных правилах и нормах — СанПиН 2.2.0.555—96. Гигиенические требования к условиям труда беременных и беременных женщин, в которых изложены требования к технологическим операциям, оборудованию, производственной среде, трудовому процессу, организации рабочих мест, помещениям. Указаны также гигиенические требования по ограничению воздействия на женщин всех вредных производственных факторов и более подробно в отношении физических перегрузок, общей вибрации, нагревающего микроклимата, аэрозолей (пыли) и даны их нормативные величины для рабочего места. Кроме того, в СанПиНе даны перечни потенциально опасных химических веществ по действию на репродуктивную функцию и рекомендации по витаминизации питания.

Невозможно перечислить все требования, изложенные в этом нормативном акте. Ограничимся лишь фрагментом о физических перегрузках. Так, для беременных женщин предельная масса подъема и перемещения (разового) тяжестей при чередовании с другой работой (до двух раз в час) установлено до 10 кг, а при постоянном перемещении в течение рабочей смены — до 7 кг. То же для беременных соответственно: до 2,5 кг и 1,25 кг. За рабочую смену в 8 ч суммарная масса груза с рабочей поверхности не должна превышать для беременных женщин 350 кг, а для беременных — 60 кг. Там, где работают одновременно более 2300

работниц, крайне важно оборудовать комнату личной гигиены и организовать ее ежедневное посещение.

Женщину со дня установления беременности работодатель в соответствии с указанной выше статьей 254 Трудового кодекса РФ должен перевести на работу вне контакта с вредными производственными факторами. Для работодателей полезные советы по оздоровлению труда работниц изложены в сборнике методических материалов [9].

Полагаем, что назревает проблема подготовки отдельно для работающих мужчин нормативного акта для защиты их репродуктивной функции от повреждения вредными производственными факторами. Работодатели, прежде всего, должны внимательно относиться к работающим и в особенности женщинам и с величайшим уважением — к важнейшей функции на Земле, природой данной, — деторождению. Это фундаментальная и принципиальная основа всех мероприятий по охране труда работников и рожденных ими детей, а в конечном итоге, благополучия нашей страны.

#### Список литературы

1. **Бастина П. И., Грацианская Л. Н., Красинская Г. Ф.** К вопросу о влиянии на здоровье женщин работ, связанных с частой переноской небольших тяжестей // Гигиена и санитария. — 1961. — № 6. — С. 33—39.
2. **Бокор А. Н., Комарова Р. Ф., Рябко Т. П.** Влияние полимерных материалов на репродуктивную функцию мужчин // Гигиена и санитария. — 1988. — № 10. — С. 22—24.
3. **Войтов А. В.** Репродуктивное здоровье в условиях Кольского Заполярья // Труд и репродуктивное здоровье работающего населения Северо-Запада России. — Апатиты, ФГУ "Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья", 2007. — С. 34—36.
4. **Гигиена труда женщин** / Под ред. Н. Ф. Измерова и Х. Г. Хойблайна. — М.: Медицина, 1985. — 240 с.
5. **Догле Н. В.** Условия жизни и здоровье текстильщиц. — М.: Медицина, 1977. — 186 с.
6. **Кириченко А. П.** Влияние вредных факторов на плод. — М.: Медицина, 1978. — 115 с.
7. **Косарева О. В., Кирилина Е. В., Козляткин А. Ю.** Репродуктивная функция мужчин виброопасных профессий // Медицина труда. Здоровье работающего населения: достижения и перспективы. — СПб.: СПб МАПО, 2009. — С. 76—77.
8. **Латышевская Н. И., Бессарабов А. В.** Показатели заболеваемости и репродуктивного здоровья мужчин-металлургов // Медицина труда и промышленная экология. — 2007. — № 10. — С. 36—39.
9. **Охрана труда женщин.** Сборник нормативно-методических материалов / Под ред. В. П. Чашина. — СПб.: Северо-Западный центр гигиены и общественного здоровья, 2002. — 137 с.
10. **Петров-Маслаков М. А., Климец И. И.** Производственная вибрация и специфические функции женского организма. — Л.: Медгиз, 1961. — 152 с.
11. **Петров-Маслаков М. А., Матяск В. Г.** Вопросы профпатологии и гигиены женского труда. — Л.: Медицина, 1973. — 184 с.
12. **Ретнев В. М., Гребеньков С. В.** Трудовая деятельность женщин с позиции медицины труда // Баренц. — 2010. — Т. 3, № 1. — С. 39—40.

13. Ретнев В. М., Дедкова Л. Е. Влияние вредных производственных факторов на репродуктивную функцию работников и профилактические мероприятия: Учебное пособие. — СПб: СПб МАПО, 2009. — 28 с.
14. Рябкова В. А. Оценка условий труда и состояние здоровья женщин-электросварщиц в строительном производстве // Медицина труда на пороге XXI века. Материалы юбилейной научной конференции 22—23 декабря 1999 г. / Под ред. В. М. Ретнева и Н. С. Шляхецкого. — СПб: СПб МАПО, 2000. — С. 142—143.
14. Сивочалова О. В., Фесенко М. А. Состояние репродуктивного здоровья работников в Российской Федерации // Труд и репродуктивное здоровье работающего населения Северо-Запада России. — Ангарск: Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья, 2007. — С. 5—8.
15. Степанов Н. А., Аршинова Т. П. Здоровье населения г. Саранска, среда его обитания, пути их улучшения / Под ред. В. М. Ретнева. — Саранск: Изд-во Мордовского университета, 2005. — 140 с.
16. Фридлянд И. Г. Вопросы гигиены труда женщин и подростков // Руководство по гигиене труда / Под ред З. И. Израэльсона и З. Б. Смелянского. Т. 11. — М.: Медгиз, 1963. — С. 608—635.
17. Фридлянд И. Г. Гигиена женского труда. — Л.: Медицина, 1975. — 208 с.
18. Фролова Н. М. Социально-гигиенический мониторинг в производствах, опасных для репродуктивного здоровья работающих // Вестник Санкт-Петербургской государственной медицинской академии им. И. И. Мечникова. — 2001. — № 2—3. — С. 142.

## ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 536.331

Н. В. Вазаева<sup>1</sup>, студентка, М. А. Ефремов<sup>2</sup>, мл. науч. сотр.,  
Е. Н. Пирогов<sup>3</sup>, канд. техн. наук, доц., С. И. Степанов<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц.

<sup>1</sup> МГТУ им. Н. Э. Баумана

<sup>2</sup> ВНИИ охраны и экономики труда Минздравсоцразвития РФ

<sup>3</sup> РОАТ МИИТ

E-mail: ssi@mail.ru

### Эффективность защиты от теплового излучения с помощью плоского экрана

*Представлены результаты исследования эффективности защиты от теплового излучения с помощью плоского параллельного непрозрачного экрана. Предложена методика расчета эффективности экрана с учетом степени его черноты, теплоотдачи на поверхности и теплового сопротивления. Методика может быть использована в инженерных расчетах средств защиты от теплового излучения.*

**Ключевые слова:** теплообмен излучением, экран, степень черноты, конвективный теплообмен, тепловое сопротивление, эффективность защиты

**Vazaeva N. V., Efimov M. A., Pirogov E. N., Stepanov S. I. The Efficiency of Heat Emission Protection by a Flat Screen**

*This paper presents the research finding of heat emission protection efficiency by flat parallel opaque screen. The technique of calculating screen efficiency with a glance to its emissivity, surface heat transfer and heat-transfer resistance is offered. The technique may be used in engineer calculations of heat emission protection facilities.*

**Keywords:** radiative heat transfer, screen, emissivity, convective heat transfer, heat-transfer resistance, protection efficiency

Человеческий организм обладает высокой чувствительностью к тепловому излучению. Согласно действующим нормативным документам интенсивность лучистых тепловых потоков свыше 140 Вт/м<sup>2</sup> считается вредной для человека при любой величине облучаемой поверхности тела [1].

В то же время интенсивность направленного к Земле потока солнечной радиации превышает допустимую почти на порядок, а интенсивность теплового излучения в производственных условиях — на несколько порядков. Для сохранения здоровья и обеспечения безопасности человека в таких условиях необходимо применение средств защиты.

Одним из основных технических средств защиты от теплового излучения являются экраны. При выборе экрана необходима предварительная оценка его ожидаемой эффективности.



Для количественной оценки эффективности экранов используются в основном два параметра — степень снижения плотности теплового потока  $m$  и коэффициент эффективности  $\eta$ , определяемые как:

$$m = \frac{q_0}{q_2} \text{ и } \eta = \frac{q_0 - q_2}{q_0},$$

где  $q_0$  — плотность теплового потока излучением без экрана, Вт/м<sup>2</sup>;  $q_2$  — плотность теплового потока за экраном, Вт/м<sup>2</sup>.

Для двух плоских поверхностей, расположенных параллельно друг другу, плотность теплового потока излучением без экрана может быть вычислена по формуле:

$$q_0 = \sigma \varepsilon_{\text{пр}0} (T_1^4 - T_2^4); \quad \varepsilon_{\text{пр}0} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1};$$

где  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$  — постоянная Больцмана, Вт/(м<sup>2</sup> · К<sup>4</sup>);  $\varepsilon_{\text{пр}0}$  — приведенная степень черноты без экрана;  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$  — степень черноты источника и приемника излучения;  $T_1$  и  $T_2$  — температура источника и приемника излучения, К.

Эффективности можно рассчитать, используя аналитическое решение, приведенное в работах [2–4], согласно которому при равной степени черноты источника излучения  $\varepsilon_1$ , приемника излучения  $\varepsilon_2$  и обеих сторон экрана  $\varepsilon_{\text{э}1}$  и  $\varepsilon_{\text{э}2}$ : ( $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_{\text{э}1} = \varepsilon_{\text{э}2}$ ) степень снижения плотности теплового потока

$$m = \frac{q_0}{q_2} = n + 1,$$

где  $n$  — количество экранов [2, 3].

В частности, один экран снижает плотность теплового потока излучением в 2 раза, при этом коэффициент эффективности  $\eta = 0,5$ .

Кроме того, из аналитического решения следует, что эффективность экрана может быть повышена путем снижения степени черноты экрана. Так, например, при степени черноты источника и приемника излучения  $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,8$  и степени черноты экрана  $\varepsilon_{\text{э}1} = \varepsilon_{\text{э}2} = 0,1$  отношение плотностей тепловых потоков увеличивается до  $m = \frac{q_0}{q_2} = 13,6$ ,

а коэффициент эффективности — до  $\eta = 0,926$  [3].

Недостатком этих оценок является то, что они не учитывают конвективный теплообмен экрана с окружающей средой и тепловое сопротивление экрана.

Облучаемый экран, как правило, имеет температуру значительно выше температуры окружающего воздуха. При этом теплота, отдаваемая экраном конвекцией в окружающую среду, может быть соизмерима с лучистыми тепловыми потоками и должна учитываться в расчетах.

Тепловое сопротивление экранов, выполненных из металлов и других тонких листовых материалов с высоким коэффициентом теплопроводности, как правило, мало и им можно пренебречь. Но, если в экранах используются теплоизоляционные материалы, то вклад теплового сопротивления может быть существенным.

Предлагается методика расчета эффективности плоского непрозрачного экрана, расположенного параллельно источнику и приемнику излучения, учитывающая влияние конвективного теплообмена на поверхности экрана и его тепловое сопротивление. В основе методики — численное решение системы уравнений, описывающих тепловой баланс на экране. Расчетная схема представлена на рис. 1.

Тепловой баланс на экране в стационарных условиях описывается системой уравнений (1)–(9):

$$q_1 - q_{\text{к}1} = q_{\text{э}}, \quad (1)$$

$$q_2 + q_{\text{к}2} = q_{\text{э}}, \quad (2)$$

$$q_{\text{э}} = \frac{T_{\text{э}1} - T_{\text{э}2}}{R}, \quad (3)$$

$$q_1 = \sigma \varepsilon_{\text{пр}1} (T_1^4 - T_{\text{э}1}^4), \quad (4)$$

$$q_2 = \sigma \varepsilon_{\text{пр}2} (T_2^4 - T_{\text{э}2}^4), \quad (5)$$

$$q_{\text{к}1} = \alpha_1 (T_{\text{э}1} - T_0), \quad (6)$$

$$q_{\text{к}2} = \alpha_2 (T_{\text{э}2} - T_0), \quad (7)$$

$$\varepsilon_{\text{пр}1} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_{\text{э}1}} - 1}, \quad (8)$$

$$\varepsilon_{\text{пр}2} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_{\text{э}2}} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}, \quad (9)$$

где  $q_1$  — плотность теплового потока излучением от источника излучения к экрану, Вт/м<sup>2</sup>;  $q_2$  —

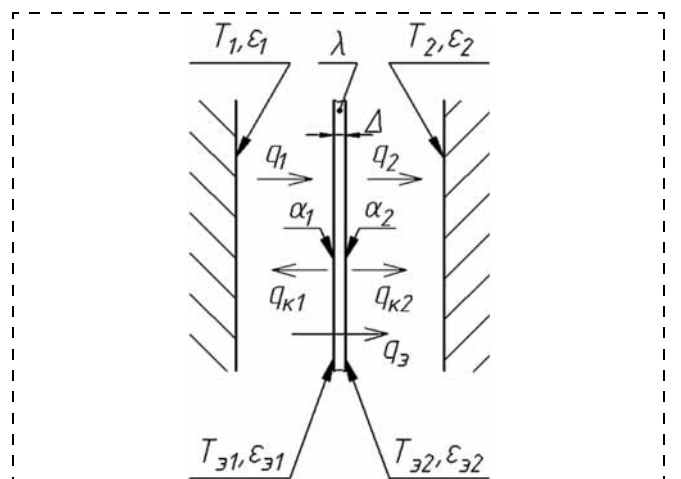


Рис. 1. Расчетная схема

плотность теплового потока излучением от экрана к приемнику излучения, Вт/м<sup>2</sup>;  $q_{к1}$  и  $q_{к2}$  — плотность конвективного теплового потока на экране со стороны источника и приемника излучения, Вт/м<sup>2</sup>;  $q_э$  — плотность теплового потока, проходящего через экран, Вт/м<sup>2</sup>;  $T_{э1}$  и  $T_{э2}$  — температура экрана со стороны источника и приемника излучения, К;  $T_0$  — температура окружающей среды, К;  $R = \Delta/\lambda$  — тепловое сопротивление экрана, (м<sup>2</sup> · К)/Вт;  $\Delta$  — толщина экрана, м;  $\lambda$  — коэффициент теплопроводности материала экрана, Вт/мК;  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  — коэффициент теплоотдачи на экране со стороны источника и приемника излучения, Вт/(м<sup>2</sup>К);  $\varepsilon_{пр1}$  и  $\varepsilon_{пр2}$  — приведенные степени черноты со стороны источника и приемника излучения.

Рассмотрим частный случай, когда степени черноты и коэффициенты теплоотдачи удовлетворяют условиям:

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= \varepsilon_2; \\ \varepsilon_{э1} &= \varepsilon_{э2} = \varepsilon_э; \\ \varepsilon_{пр2} &= \varepsilon_{пр1} = \varepsilon_{пр}; \\ \alpha_1 &= \alpha_2 = \alpha. \end{aligned}$$

При этих допущениях система уравнений теплового баланса на экране (1)—(9) сводится к уравнению:

$$\sigma\varepsilon_{пр}(T_1^4 + T_2^4) - \sigma\varepsilon_{пр}(T_{э1}^4 + T_{э2}^4) - (T_{э1} + T_{э2}) + 2\alpha T_0 = 0. \quad (10)$$

Введя величины средних температур:

$$\begin{aligned} T_{ср1} &= \frac{(T_{э1} + T_{э2})}{2}, \\ T_{ср*} &= \sqrt[4]{\frac{(T_{э1}^4 + T_{э2}^4)}{2}}, \end{aligned}$$

уравнение (10) можно представить в виде:

$$\sigma\varepsilon_{пр} T_p^4 - \sigma\varepsilon_{пр} T_{ср*}^4 - \alpha T_{ср1} + \alpha T_0 = 0. \quad (11)$$

где  $T_p = \sqrt[4]{\frac{(T_1^4 + T_2^4)}{2}}$  — температура экрана  $T_{ср}$  при условии  $\alpha = 0$  (без теплообмена).

Теплотой поток через экран с плотностью  $q_э$  всегда имеет конечную величину. В случае относительно малой величины теплового сопротивления экрана  $R$  произведение  $q_э R$  будет мало и тем-

пературы горячей и холодной сторон экрана и средние температуры приблизительно будут равны

$$\begin{aligned} T_{э1} &= T_{э2}, \\ T_{ср1} &= T_{ср*}. \end{aligned}$$

Произведя замену  $T_{ср1} = T_{ср*} = T_{ср}$ , получим трансцендентное уравнение относительно средней температуры экрана

$$T_{ср}^4 + \frac{\alpha}{\sigma\varepsilon_{пр}} T_{ср} = T_p^4 + \frac{\alpha}{\sigma\varepsilon_{пр}} T_0. \quad (12)$$

Уравнение (12) решается численно с помощью стандартного математического обеспечения.

Подстановка  $T_{ср}$  в систему уравнений (1)—(2), (4)—(9) позволяет полностью рассчитать теплообмен в экране с относительно малым тепловым сопротивлением. Решение в рамках принятых допущений будет практически точным, так как численное решение уравнения (12) может быть получено с любой заранее заданной точностью.

Если тепловое сопротивление экрана  $R$  не является бесконечно малым, температуры  $T_{э1}$  и  $T_{э2}$  не равны. Увеличение теплового сопротивления экрана приводит к увеличению разности температур  $T_{э1}$  и  $T_{э2}$ ; но при этом, как показали проведенные расчеты, изменение температур сторон экрана происходит так, что средние температуры  $T_{ср1}$  и  $T_{ср*}$  приблизительно остаются равными в достаточно большой окрестности точки  $T_{э1} \approx T_{э2}$  (рис. 2).

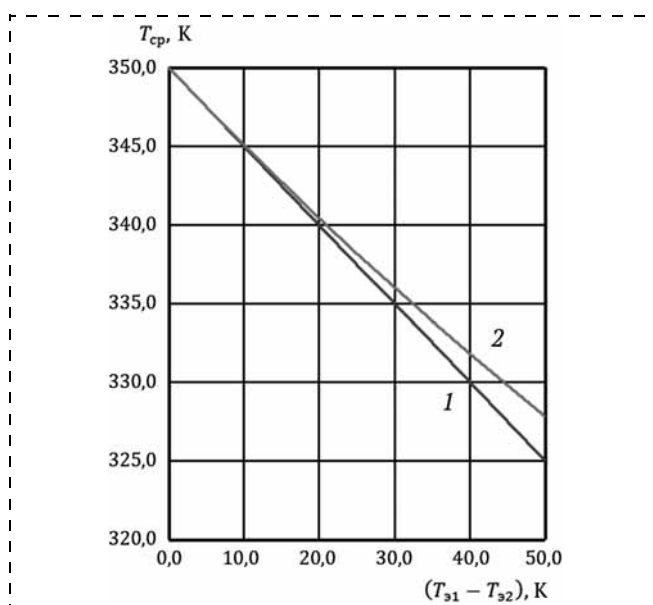


Рис. 2. Изменение средних температур в экране с конечной величиной теплового сопротивления:

1 —  $T_{ср1}$ ; 2 —  $T_{ср*}$

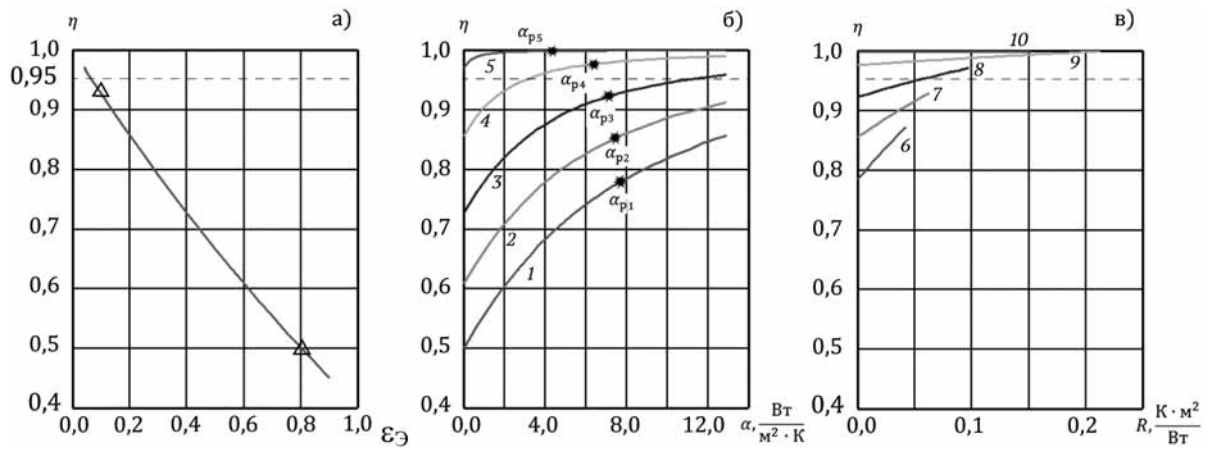


Рис. 3. Зависимость коэффициента эффективности плоского параллельного непрозрачного экрана  $\eta$  от степени черноты экрана  $\varepsilon_3$  (а), коэффициента теплоотдачи на поверхности экрана  $\alpha_p$  (б); теплового сопротивления экрана  $R$  (в):

$\Delta$  — расчетные данные [2, 3]; \* — значения  $\alpha_p$ , рассчитанные по формуле (15) для свободной конвекции; ---- — нормативная величина  $\eta$  при  $q_2 = 140 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ ; 1 — при  $\varepsilon_3 = 0,8$ ; 2 —  $\varepsilon_3 = 0,6$ ; 3 —  $\varepsilon_3 = 0,4$ ; 4 —  $\varepsilon_3 = 0,2$ ; 5 —  $\varepsilon_3 = 0,04$ ; 6 —  $\varepsilon_3 = 0,8$  и  $\alpha = \alpha_{p1}$ ; 7 —  $\varepsilon_3 = 0,6$  и  $\alpha = \alpha_{p2}$ ; 8 —  $\varepsilon_3 = 0,4$  и  $\alpha = \alpha_{p3}$ ; 9 —  $\varepsilon_3 = 0,2$  и  $\alpha = \alpha_{p4}$ ; 10 —  $\varepsilon_3 = 0,04$  и  $\alpha = \alpha_{p5}$

Это свойство можно использовать для приближенного вычисления температур  $T_{э1}$  и  $T_{э2}$  через среднюю температуру  $T_{ср}$

$$T_{э1} = T_{ср} + 0,5(q_1 - q_{к1})R, \quad (13)$$

$$T_{э2} = T_{ср} - 0,5(q_1 - q_{к1})R. \quad (14)$$

При этом решение системы уравнений (1)–(2), (4)–(9), (13)–(14) будет приближенным. Точность решения можно контролировать по сходимости теплового баланса в экране

$$q_1 - q_{к1} = q_2 + q_{к2}.$$

По изложенной выше методике проведены расчеты эффективности экрана при температуре источника излучения  $T_1 = 536 \text{ К}$ , температуре приемника излучения  $T_2 = 306 \text{ К}$ , температуре окружающего воздуха  $T_0 = 296 \text{ К}$ , степенях черноты источника излучения и приемника излучения  $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,8$  и плотности теплового потока излучением без экрана  $q_0 = 2800 \text{ Вт/м}^2$ .

Результаты представлены на рис. 3 в виде зависимостей коэффициентов эффективности экрана  $\eta$  от степени черноты экрана  $\varepsilon_3$  (рис. 3, а), коэффициента теплоотдачи на поверхности экрана  $\alpha$  (рис. 3, б) и теплового сопротивления экрана  $R$  (рис. 3, в).

Полученная в расчетах зависимость эффективности экрана от степени его черноты, приведенная на рис. 3, а, хорошо совпадает с известными данными, опубликованными в работах [2, 3].

Зависимости коэффициента эффективности от коэффициента теплоотдачи (см. рис. 3, б) связаны со степенью черноты экрана, определяющей при заданной величине коэффициента теплоотдачи

равновесную температуру экрана. При уменьшении степени черноты равновесная температура экрана снижается, а эффективность экрана растет.

При наиболее вероятном режиме охлаждения экрана, свободной турбулентной конвекции теплообмен на плоском экране (вертикально расположенной пластине) описывается следующей зависимостью [4]:

$$Nu = 0,15(GrPr_{ж})^{0,33} \left( \frac{Pr_{ж}}{Pr_{ст}} \right)^{0,25},$$

в которой коэффициент теплоотдачи  $\alpha$ , входящий в число Нуссельта  $Nu = \frac{\alpha X}{\lambda}$ , не зависит от характерного размера  $X$ , входящего в числа Нуссельта в первой

степени, а в число Грасгофа  $Gr = \frac{g\beta(T_{ср} - T_0)X^3}{\nu^2}$

в третьей. В результате формула для равновесного в условиях свободной конвекции коэффициента теплоотдачи принимает вид

$$\alpha_p = \lambda 0,15 \left( \frac{g\beta(T_{ср} - T_0)}{\nu^2} \right)^{0,33} (Pr_{ж})^{0,33} \left( \frac{Pr_{ж}}{Pr_{ст}} \right)^{0,25}, \quad (15)$$

где  $\lambda$  — коэффициент теплопроводности,  $\text{Вт/м} \cdot \text{К}$ ;  $Pr$  — число Прандтля, индекс "ж" означает, что физические параметры выбираются по температуре потока, а индекс "ст" — по температуре стенки;  $g$  — ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ ;  $\beta$  — коэффициент объемного расширения;  $\nu$  — коэффициент кинематической вязкости,  $\text{м}^2/\text{с}$ .



В расчетах теплообмена все параметры определены по воздуху.

В результате расчетов для степеней черноты экрана, равных 0,8, 0,6, 0,4, 0,2, 0,04, получены следующие значения равновесных коэффициентов теплоотдачи  $\alpha_{p1} = 7,88$  Вт/м<sup>2</sup>К;  $\alpha_{p2} = 7,61$ ;  $\alpha_{p3} = 7,18$ ;  $\alpha_{p4} = 6,36$ ;  $\alpha_{p5} = 4,47$  Вт/м<sup>2</sup>К соответственно перечисленным выше значениям степени черноты.

Вклад теплообмена при свободной конвекции в эффективность экрана достаточно высок. При степени черноты экрана порядка 0,8 этот вклад достигает 50 % (кривая 1 на рис. 3, б). Влияние теплообмена необходимо учитывать в практических расчетах эффективности экранов.

Влияние теплового сопротивления экрана на его коэффициент эффективности оценивалось приближенно. Расчетные данные, приведенные на рис. 3, в, обеспечивают выполнение теплового баланса на экране (уравнение (10)) с точностью 5 %. При расширении диапазона по величине теплового сопротивления точность снижается.

В то же время полученные данные хорошо отражают тенденцию изменения коэффициента эффективности экрана с увеличением теплового со-

противления экрана  $R = \frac{\Delta}{\lambda}$  и позволяют при необходимости обоснованно выбрать теплозащитный материал ( $\lambda$ ) и определить требуемую толщину теплозащитного покрытия ( $\Delta$ ), обеспечивающую выполнение норматива по интенсивности теплового излучения (пунктир на рис. 3, в).

В целом, предлагаемая методика позволяет, варьируя параметры: степень черноты, коэффициент теплоотдачи на поверхности и тепловое сопротивление экрана, определяющие тепловое равновесие на экране в заданных условиях эксплуатации, выбрать экран, снижающий плотность теплового потока излучением до нормативной величины.

Методика может быть использована для практических расчетов экранов, предназначенных для защиты от теплового излучения.

#### Список литературы

1. Р 2.2.2006—05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
2. Архаров А. М., Афанасьев В. Н. Теплотехника. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. — 711 с.
3. Кошкин В. К. Теплопередача в авиационной и ракетно-космической технике. — М.: Машиностроение, 1975. — 624 с.
4. Исаченко В. П., Осипова В. А., Сукомел А. С. Теплопередача. — М.: Энергоатомиздат, 1987. — 376 с.

УДК 534.322.3:62

Е. Н. Власов, проф., В. К. Мамаев, ст. препод., И. Н. Алексеев, магистр, Российский университет дружбы народов, Москва

## Влияние пульсаций газа на вибрацию и шум трубопроводов обвязки нагнетателей на компрессорных станциях

*Отмечено, что возникновение вибрации и шума трубопроводов обвязки нагнетателей на компрессорных станциях вызвано пульсацией газового потока. Проведен анализ источников шума и вибрации нагнетателей и трубопроводов обвязки. Показано, что снижение тонального шума нагнетателей приводит к предупреждению аварийных ситуаций.*

**Ключевые слова:** вибрация, тональный шум, нагнетатель природного газа, технологическая обвязка трубопроводов, акустическая усталость

*Vlasov E. N., Mamaev V. K., Alekseev I. N. Influence of Pulsations of Gas on Vibration and Noise System of Pipelines Superchargers at Compressor Stations*

*Occurrence of vibration and noise system of pipelines superchargers at compressor stations is caused by a pulsation of a gas stream. The analysis of sources of noise and vibration of superchargers and system of pipelines is carried. Reduction of voice-frequency noise of superchargers results in the prevention of emergencies.*

**Keywords:** vibration, voice-frequency noise, supercharger of natural gas, technological system of pipelines, acoustic weariness



Одним из наиболее опасных элементов на компрессорных станциях (КС) является технологическая обвязка трубопроводов газоперекачивающих агрегатов, которая представляет собой сложную пространственно-стержневую конструкцию с многочисленными изгибами и большим числом жестких и скользящих опор, испытывающих переменные нагрузки, возникающие со стороны нагнетателя. Пространственные изгибы труб на территории компрессорной станции имеются также на многочисленных переходах надземных участков в подземные.

Основной причиной возникновения вибрации трубопроводов обвязки нагнетателя является пульсация газа, приходящая от нагнетателя вместе с газовым потоком [1].

Анализ показывает, что повышенная вибрация трубопроводов и опор негативно проявляет себя в основном на обвязке высоконапорных центробежных нагнетателей мощностью 16 и 25 МВт (64 % от общего числа отказов и аварий), составляющих около 25 % всего парка газоперекачивающих агрегатов ОАО "Газпром" [2].

На рис. 1 показана схема обвязки нагнетателя ГТН-25.

Известно, что существует прямая зависимость между уровнями звукового давления  $L_p$  и скорости вибрации:

$$L_p = 20 \lg \frac{P}{P_0} = 20 \lg \frac{v}{v_0},$$

где  $P$  — звуковое давление, Па;  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па — пороговая величина звукового давления;  $v$  — среднеквадратическое значение скорости вибрации, м/с;  $v_0 = 5 \cdot 10^{-8}$  м/с — опорное значение скорости вибрации.

Экспериментальные исследования [1], выполненные на натурном участке газопровода обвязки нагнетателя на КС, позволяют сопоставить характер частотных зависимостей уровней скорости вибрации и звукового давления. На рис. 2 приведен результат сопоставления частотных характеристик вибрации в одной из точек подводящего трубопровода в двух взаимно перпендикулярных направлениях и звукового давления, измеренного на расстоянии 1 м от этой точки. Видно, что в диапазоне частот основных возмущающих усилий (200...2500 Гц) характеры спектров вибрации и шума близки по форме.

В табл. 1 и 2 показаны уровни звуковой мощности типовых нагнетателей и суммарные уровни звуковой мощности их технологической обвязки на компрессорных станциях магистральных газопроводов [3]. Как видно из таблиц, шум нагнетателей и шум технологической обвязки нагнетателей имеет высокое значение, генерируется нагнетателями и распространяется по трубопроводам.

Изменение направления потока газа в трубопроводе вызывает реактивные силы, величина которых определяется не только скоростью распространения волн пульсаций давления и массой движущегося газа, но и углом поворота трубопровода. Наиболее неблагоприятные условия в этом отношении создаются на участках трубопроводов с прямыми углами поворотов, которые резко повышают турбулентность движения газового потока, нарушается равномерность, что приводит к колебаниям трубопровода.

Другим источником вибраций являются колебания, обусловленные неуравновешенностью сил инерции движущихся частей компрессорных машин. Эти колебания распространяются через жесткое соединение трубопровода с компрессором или

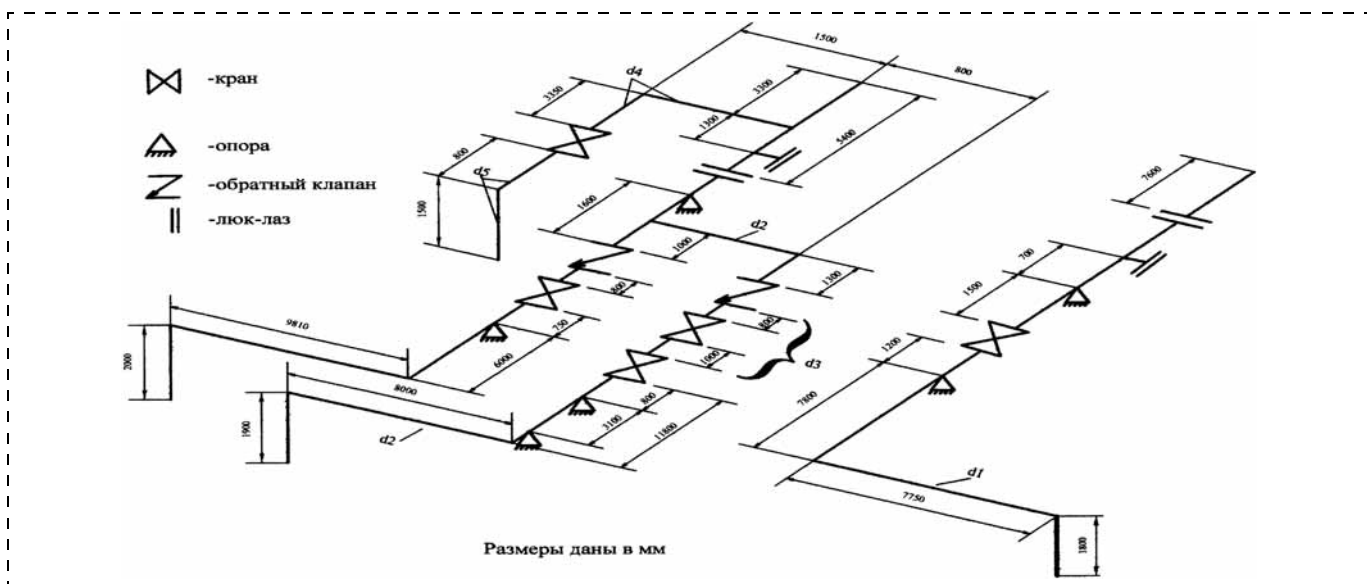


Рис. 1. Схема обвязки нагнетателя ГТН-25:

$d_1 = 1020$  мм;  $d_2 = 506$  мм;  $d_3 = 320$  мм;  $d_4 = 219$  мм;  $d_5 = 114$  мм

через фундамент и грунт к опорам трубопровода, при этом они вызывают сильную вибрацию, особенно в условиях резонанса. Установка дополнительных опор повышает частоту собственных колебаний трубопроводов.

Чтобы избежать возникновения опасных вибраций необходимо трубопроводную систему подвергнуть акустическому расчету, при котором определяется собственная частота колебаний газа в системе и наличие резонансных условий. Общий метод приближенного определения частоты собственных колебаний в трубной обвязке сложной конфигурации заключается в том, что вся трубопроводная система расчленяется на ряд простых, каждая из которых обладает одной степенью свободы. Таким путем можно

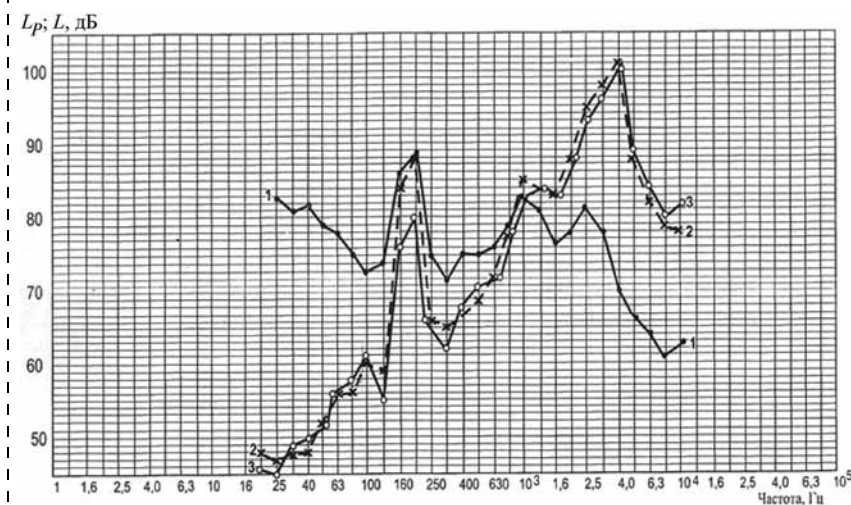


Рис 2. Сравнительные характеристики:

1 — уровня звукового давления  $L_p$ ; 2 — уровень скорости вибрации  $L$  в горизонтальном направлении; 3 — уровень скорости вибрации  $L$  в вертикальном направлении

Таблица 1

**Акустическая характеристика нагнетателей на КС**

Тип нагнетателя	Уровень звуковой мощности, дБ, в октавных полосах частот, Гц									Суммарный уровень звуковой мощности, дБ
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ГПА-Ц-6,3	114	112	113	116	113	112	106	107	112	117
ГПА-Ц-16	105	103	98	97	107	104	106	102	94	111
H280-111-1	96	92	111	106	103	108	104	100	87	111
H370-18-2	100	108	107	109	108	115	112	104	92	120
H280-11-1	91	97	101	99	98	106	105	103	92	112
H520-12-1	105	104	107	110	115	116	114	103	98	121
H650-22-1	116	114	110	109	128	128	118	109	99	133
H370-12-1	97	94	103	108	113	116	111	105	98	121
H280-12-4	95	97	93	110	112	115	111	106	97	120
H280-12-2	102	100	107	90	88	114	113	101	93	119
H235-21-1	110	109	109	108	105	113	110	99	88	119
H260-12-1	101	99	95	93	98	115	116	102	88	121
H280-11-6	94	91	92	91	92	107	104	93	82	108
H300-1,23	103	101	102	104	105	110	101	87	82	115

Таблица 2

**Акустическая характеристика технологической обвязки нагнетателей на КС**

Тип агрегата	Уровень звуковой мощности, дБ, в октавных полосах частот, Гц									Суммарный уровень звуковой мощности, дБ
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ГПА-Ц-6,3	124	125	129	128	124	130	129	123	116	135
ГПА-Ц-16	123	122	121	118	115	120	118	113	107	125
Центавр	124	123	120	114	110	107	100	98	91	112
ГТН-16	117	116	114	111	114	117	119	114	100	123
ГТН-26 (НЗЛ)	124	122	117	116	124	126	123	112	103	131
ГТН-25И	112	111	108	110	109	115	116	109	98	121
ГТК-10	107	117	118	124	129	128	123	114	104	133
ГТК-10И	118	116	123	123	114	121	120	112	101	124
ГТК-5	110	109	110	113	121	129	119	104	84	135
ГТ-6-750	109	111	113	116	117	125	115	111	100	130
ГТ-750-6	103	102	97	109	110	112	107	98	84	118
ГПУ-10	115	113	119	126	122	120	117	114	109	126
СТД-4000	110	115	119	110	114	126	124	111	98	131
СТД-12500	112	121	117	120	124	131	131	115	108	134
A3-4500-1500	113	109	123	109	116	126	125	111	100	130
10 ГКМ	102	101	89	99	108	113	119	85	105	118
10 ГКН	98	98	96	97	99	101	100	98	100	105

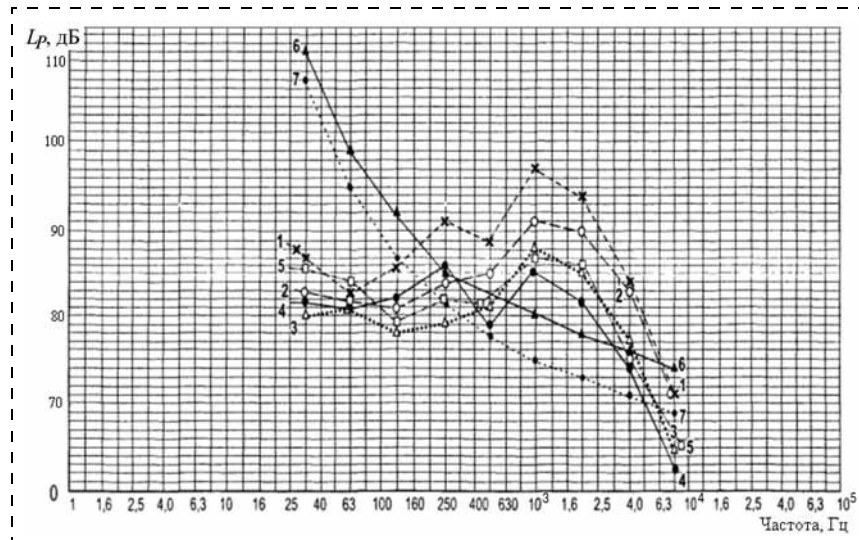


Рис. 3. Сопоставление уровней звукового давления с нормами:

1 — точка у контейнера; 2 — точка между подводящим и отводящим трубопроводами; 3 и 4 — точки у подводящего трубопровода; 5 — точка у отводящего трубопровода; 6 и 7 — нормы ПС-80 и ПС-75

установить граничные частоты для всего спектра собственных колебаний газа системы трубопроводов [4].

Анализ показывает, что высокие амплитуды колебаний имеют место при образовании в трубопроводных системах стоячих волн, которые создаются при отражении периодических импульсов давления в рабочей среде от неоднородностей трубопроводов. Возникновение колебаний давления обусловлено, как показывают исследования, акустическими явлениями. Особенно опасны условия акустического резонанса, когда частота импульсов давления от источника возмущения такова, что на каком-либо участке

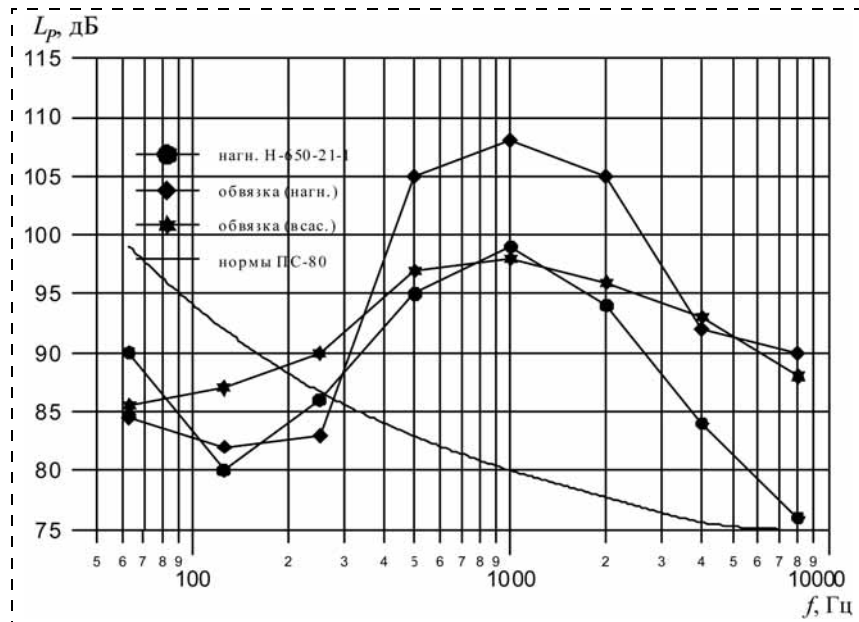


Рис. 4. Октавные уровни звукового давления нагнетателя Н-650-21-1 и трубопроводов обвязки, измеренные на компрессорной станции

трубопровода укладывается целое число четвертей длин волн давления [5].

На рис. 3 приведены уровни звукового давления в октавных полосах частот в местах возможного нахождения обслуживающего персонала компрессорных станций в сопоставлении с нормами. Как видно, наблюдается превышение уровней шума над нормативными значениями (ПС-80) в диапазоне частот от 250 до 4000 Гц.

Из анализа статистических данных [2] по отказам и авариям трубопроводов обвязки нагнетателя на КС следует, что основными причинами и факторами, способствовавшими их возникновению, являлись перечисленные ниже.

1. Повышенная вибрация трубопроводов, а также просадка трубопроводов и опор — 49 %.

2. Дефекты изготовления оборудования (в первую очередь фасонных частей и арматуры) — 23 %.

3. Погрешность монтажа — 17 %.

4. Коррозия и износ — 11 %.

Необходимо заметить, что одной из причин усталостных разрушений труб в системе обвязки трубопроводов на КС является акустическая усталость конструкции обвязки трубопроводов при нестационарных воздействиях.

На рис. 4 показаны результаты (данные завода-изготовителя) измерений уровней шума у обвязки трубопроводов нагнетателя на всасывании и нагнетании и шумовой спектр нагнетателя Н-650-21-1 для газоперекачивающего агрегата ГТН-25 мощностью 25 МВт.

Методы борьбы с шумом и вибрацией технологической обвязки предполагают использование мероприятий, предложенных специалистами ВНИИгаза [6]. В них рекомендуется снижать тональный шум нагнетателей, который генерирует шум технологической обвязки, а также производить установку специальных звукоизолирующих конструкций на ведущие к компрессору трубопроводы, заполненных стекловолокном, и наносить на поверхность трубопровода армированное вибропоглощающее покрытие из мастики определенного сорта.

Сравнивая шумовые спектры обвязки и нагнетателя можно отметить сходство — наличие максимума в зоне частот от 500 до 2000 Гц (см. рис. 4). Можно предположить, что вклад нагнетателя в шум обвязки является основным. Это еще раз подтверждает тот факт, что нагнетатель является одним из основных

источников шума на КС. Если учесть, что шум технологической обвязки генерируется нагнетателем и распространяется вдоль трубопроводов, то можно считать, что снижение шума центробежных нагнетателей является весьма важным. Также необходимо заметить, что одной из причин участвовавших усталостных разрушений труб в системе обвязки трубопроводов на компрессорных станциях является акустическая усталость конструкции обвязки трубопроводов при нестационарных воздействиях. Если учесть, что шум технологической обвязки генерируется нагнетателем и распространяется вдоль трубопроводов, то снижение тонального шума центробежных нагнетателей в диапазоне частот 500...2000 Гц, при изменении геометрических параметров в проточной части нагнетателя, одновременно приведет к снижению вибрации трубопроводов обвязки нагнетателя.

Таким образом, снижение тонального шума нагнетателей является мерой, предупреждающей аварии трубопроводов обвязки нагнетателей в связи с

акустической усталостью конструкции обвязки трубопроводов при нестационарных воздействиях.

#### Список литературы

1. Терехов А. Л., Мамаев В. К., Власов Е. Н., Применко В. Н. О предупреждении аварий в трубопроводах технологической обвязки нагнетателей на компрессорных станциях. Научно-технический сборник // Транспорт и подземное хранение газа. — М.: ООО "ИРЦ Газпром". — 2005. — № 3.
2. Сафонов В. Г., Швырев В. В. Методические основы анализа риска при эксплуатации компрессорных станций // Сборник трудов: Экология и промышленная безопасность. — М.: ООО "ВНИИГаз", 2003.
3. Терехов А. Л. Исследование и снижение шума на компрессорных станциях магистральных газопроводов. — М.: ООО "ИРЦ Газпром", 2002.
4. Гриценко А. И., Хачатурян С. А. Газодинамические процессы в трубопроводах и борьба с шумом на компрессорных станциях. — М.: Недра, 2002.
5. Ганиев Р. Ф., Низамов Х. Н., Дербуков Е. И. Волновая стабилизация и предупреждение аварий в трубопроводах. — М.: Издательство МГТУ им. Баумана, 1996.
6. Власов Е. Н. Шум лопаточных машин на компрессорных станциях магистральных газопроводов и способы его снижения. — М.: РУДН, 2001.

УДК 614.841

**В. В. Кокорин**, асп. УГНТУ, ст. преподаватель, **Е. А. Контобойцев**, канд. пед. наук, доц., нач. кафедры, **М. Г. Контобойцева**, канд. пед. наук, доц., Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург, **Ф. Ш. Хафизов**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, Уфимский государственный нефтяной технический университет (УГНТУ) E-mail: v.k.ekb@yandex.ru

## Актуальные вопросы обеспечения безопасности процессов транспортировки и хранения нефти и нефтепродуктов

*На основе статистических данных приведены наиболее характерные причины пожаров и аварий, а также их последствия при транспортировке и хранении нефти и нефтепродуктов. Подробно описана взаимосвязь между последствиями нарушений пожарной и промышленной безопасности с окружающей природой. Приведены формулы определения высоты разлива нефтепродуктов при разрушении резервуара, истечении жидкости и переливе. Выведена вероятность воспламенения паров нефтепродукта в смеси с кислородом воздуха, используя методику расчета энергии искр статического электричества. Приведенные в статье примеры пожаров в резервуарах и резервуарных парках за последние годы в России и в других странах наглядно показывают необходимость в обеспечении пожарной и промышленной безопасности на нефтеперерабатывающих объектах.*

**Ключевые слова:** резервуар, нефть, тушение пожаров, горючая жидкость, природа, экология, молниезащита

**Kokorin V. V., Kontoboytsev E. A., Kontoboytseva M. G., Khafizov F. Sh. Actual Issues of Security Processes in Oil Products Transportation and Storage**

*The authors of the article provide the statistical data characterizing the most typical causes of fires and accidents and also their consequences of the oil transport and storage. It is described the details of the relationship between the effects of fire and industrial safety violations with the environment. The article presents the formulas for determining the pouring oil height in the tank destruction, and after a liquid overflow. It is derived the probability of oil vapour ignition mixed with oxygen in the air, using the method of calculating the sparks energy of static electricity. It is given in the article the examples of fires in storage tanks and reservoir parks in recent years in Russia and abroad show the necessity for fire and industrial safety at oil refining facilities.*

**Keywords:** tank, oil, fire fighting, flammable liquid, nature, ecology, lightning



Согласно статистическим данным Россия занимает одно из лидирующих мест по добыче, транспортировке и хранению нефти и нефтепродуктов в мире. Запасы нефти за последние годы составляют около 10 млрд т, что соответствует 6...10 % общемировых запасов. Экспорт нефти и нефтепродуктов — основная составляющая поставок из России на международные рынки. На протяжении всей современной истории наша страна выступает крупным экспортером, контролируя почти 15 % мирового рынка [1].

Несмотря на определенный прогресс, достигнутый в обеспечении пожарной безопасности, нефтеперерабатывающие объекты остаются одними из наиболее пожароопасных объектов [2]. Это связано с целым рядом причин, которые приводят к серьезным авариям, сопровождающимся взрывами и пожарами. Приведем ряд примеров [3].

Так в январе 2009 г. в г. Славянск-на-Кубани вспыхнул крупный пожар в резервуарном парке на Славянском битумном заводе. Площадь возгорания составила 1000 м<sup>2</sup>. В результате пожара и взрыва в резервуарном парке было повреждено оборудование, 10 человек получили ожоги, два погибли. Материальный ущерб от аварии превысил 4 млн руб. Расследование показало, что одна из основных причин аварии — перегрев жидкости в резервуаре с последующим выделением легких углеводородов и образование взрывоопасной газозвушной среды резервуарного парка.

В августе 2009 г. в Ханты-Мансийском автономном округе на нефтебазе "Конда", принадлежащей предприятию ОАО "Сибнефтепровод", произошел крупный пожар: сгорели несколько резервуаров с нефтью площадью около 23 га. В резервуарном парке станции находятся восемь резервуаров типа РВС-20000. На момент возникновения пожара общий объем находящейся на базе нефти равнялся 160 000 м<sup>3</sup>. Причина пожара — удар молнией.

В сентябре 2010 г. на территории ОАО "Ново-Уфимский нефтеперерабатывающий завод" в г. Уфе, одного из крупнейших заводов в России по мощности первичной переработки нефти, произошел взрыв и возник пожар. Причиной стала разгерметизация резервуара с бензином объемом 5000 м<sup>3</sup>.

В декабре 2010 г. на территории нефтеперерабатывающего завода в забайкальском селе Даурия, произошел взрыв. Взрыв произошел в помещении насосной станции, в результате чего загорелся пункт горюче-смазочных материалов и вспыхнула емкость, в которой находилось около 2000 т горючей жидкости. Причиной взрыва предположительно стало использование открытого огня в здании, где хранилась жидкость для подачи в печи.

В феврале 2011 г. на нефтеперерабатывающем заводе в городе Байджи в 200 км от Багдада прогремел взрыв, который привел к прекращению работы крупнейшего иракского нефтеперерабатывающе-

го завода. На заводе начался сильнейший пожар, причиной которого считается диверсия террористов.

Как видим, описанные аварии очень серьезные, а ущерб окружающей среде, который они принесли — значительный. Таким образом, учитывая изложенное выше, есть основания считать, что вопрос обеспечения пожарной безопасности на нефтеперерабатывающих объектах до сих пор остается нерешенным.

Помимо взрывов и пожаров на нефтеперерабатывающих объектах могут возникать локальные повреждения аппаратов, влекущие за собой разливы жидкостей. Такие аварии наносят не менее ощутимый вред экосистемам, приводят к негативным экономическим и социальным последствиям [4]. Нефть и нефтепродукты являются наиболее распространенными загрязняющими веществами окружающей среды. Основными источниками загрязнения нефтью являются: регламентные работы при обычных транспортных перевозках нефти, аварии при транспортировке и добыче нефти, промышленные и бытовые стоки.

Нефть и ее производные являются высокотоксичными, взрыво- и огнеопасными веществами, потому их упаковка, перевозка и хранение регулируются специальными стандартами. В России ГОСТ 1510—84 [5] определяет все нормы для каждого вида нефтепродуктов — допустимую для применения тару и способ ее заполнения, необходимые меры предосторожности и условия содержания.

Транспортировка нефти и нефтепродуктов осуществляется следующими видами транспорта: железнодорожным, автомобильным, трубопроводным, водным (морским, речным), воздушным.

Несмотря на постоянное ужесточение норм безопасности, перевозка нефтепродуктов остается очень опасной для окружающей среды. Представители международных экологоохранных организаций считают, что мер, принятых на сегодняшний день для охраны природы от нефтяных загрязнений, недостаточно. Увеличение объема транспортировки нефти увеличивает риск загрязнения окружающей среды, особенно с ростом объема поставок нефти при ее транспортировке танкерами [6]. Потому необходимы такие меры как вывод из эксплуатации устаревших и однокорпусных судов, выработка четкого плана по ликвидации нефтяных загрязнений. Интенсивно загрязняет моря и океаны нефть, поступающая в акватории после промывки цистерн танкеров и сброса этой воды; отбросы нефтехимических заводов; разливы нефти в результате аварий на морских буровых установках.

В связи с увеличением количества чрезвычайных ситуаций, которое обусловлено большим объемом добычи нефти, износом основных производственных фондов, а также диверсионными актами на объектах нефтяной отрасли, негативное воздействие разливов нефти на окружающую среду стано-

вится все более существенным. Экологические последствия при этом носят трудно учитываемый характер, поскольку нефтяное загрязнение нарушает многие естественные процессы и взаимосвязи, существенно изменяет условия обитания всех видов живых организмов и накапливается в биомассе [7].

Это хорошо просматривается на примере аварии в Мексиканском заливе, которая стала первой подобной катастрофой в истории человечества. Здесь после взрыва и затопления буровой платформы на воде образовалось огромное нефтяное пятно. Последствия этой ЧС могут заставить пересмотреть планы развития нефтедобычи на морском шельфе. Управляемая компанией "BP" нефтяная платформа в Мексиканском заливе затонула после 36-часового пожара, последовавшего вслед за мощным взрывом. Нефть на этой платформе добывалась с рекордной глубины в 1,5 тыс м. Нефтяное пятно достигло побережья штата Луизиана и двух других штатов США — Флориды и Алабамы. Причиной аварии стал внезапный выброс нефти из-за подвижки платформ земной коры [3].

Еще одной причиной загрязнения окружающей среды является нарушение требований при хранении нефти и нефтепродуктов в резервуарах. Несмотря на определенный прогресс, достигнутый в последние годы в резервуаростроении, резервуары для нефти и нефтепродуктов остаются одними из наиболее опасных объектов. Это связано с целым рядом причин. Наиболее характерными из них являются: высокая пожаровзрывоопасность хранимых продуктов; множество сварных швов; большие размеры конструкций; высокая скорость повреждений от коррозии и др. [2].

Информация о возникновении и последствиях аварий вертикальных стальных резервуаров противоречива и немногочисленна, так как предприятия, на которых происходят подобные аварии, не заинтересованы в распространении информации об инциденте и тщательно скрывают данную статистику.

При определении условий разлива нефтепродуктов за пределы обвалования резервуара или резервуарного парка при моделировании пожаров технологических объектов, к которым относятся резервуары [8], можно применять формулу:

$$h \geq H - \frac{L}{\mu}$$

где  $h$  — высота разлива нефти, м;  $H$  — высота обвалования, м;  $L$  — расстояние от стенки резервуара до обвалования, м;  $\mu$  — коэффициент истечения жидкости.

Исходя из требований СНиП 2.11.03—93 (п. 3.6) [9], можно вывести математическую формулу для определения высоты разлива нефтепродуктов при разрушении резервуара, истечении

жидкости из резервуара и переливе. В данном случае для резервуара в группе:

$$h \geq \frac{w_{\max}}{S_{\text{обв}} - \sum S_{\text{ц.р}}},$$

где  $w_{\max}$  — объем резервуара с максимальным количеством нефтепродукта в группе, м<sup>3</sup>;  $S_{\text{обв}}$  — фактическая или расчетная площадь обвалования, м<sup>2</sup>;  $S_{\text{ц.р}}$  — суммарная площадь целых резервуаров в группе, м<sup>2</sup>.

Если проводить подобные расчеты для одиночного резервуара, то величиной  $\sum S_{\text{ц.р}}$  можно пренебречь, приняв ее значение за ноль.

Одной из возможных причин возникновения пожара при разливах нефтепродуктов, в частности легковоспламеняющихся жидкостей, может послужить разряд статического электричества, что обусловлено свойствами нефтепродуктов при турбулентности накапливать статический заряд.

Электризация нефтепродуктов часто препятствует нормальному ходу технологических процессов производства, а также создает дополнительную пожарную опасность вследствие искрообразования при разрядах при наличии в помещениях, резервуарах и ангарах горючих паро- и газоздушных смесей.

При статической электризации во время технологических процессов и авариях, сопровождающихся переливанием диэлектрических жидкостей (нефтепродуктов и т. п.), на изолированных от земли металлических частях оборудования возникают, относительно земли, напряжения порядка десятков киловольт. При относительной влажности воздуха 85 % и более разрядов статического электричества практически не возникает.

Электрические заряды, образующиеся на частях производственного оборудования, могут взаимно нейтрализоваться вследствие некоторой электропроводности влажного воздуха, а также стекать в землю по поверхности оборудования, но в некоторых случаях, когда заряды велики и разность потенциалов также велика, то (при малой влажности воздуха) может произойти быстрый искровой разряд между наэлектризованными частями оборудования или на землю. Энергия такой искры может оказаться достаточной для воспламенения горючей или взрывоопасной смеси.

Исследования показали, что процесс заполнения резервуара является безопасным, если потенциал на поверхности жидкости не больше 25 кВ для "—" заряженного топлива и не больше 54 кВ — для "+" заряженного топлива.

Исходя из режимов работы перекачивающих нефтепродукты систем и условий их безопасной работы, определяется допустимая производительность при накоплении определенного заряда в нефтепродуктах при их транспортировке [4].



Эффективным способом подавления электризации нефтепродуктов является введение в основной продукт специальных присадок, например, элеата хрома, элеата кобальта и др. Кроме того, с целью уменьшения статической электризации при сливе нефтепродуктов при нормальном режиме работы, необходимо избегать падения и разбрызгивания струи с высоты; сливной шланг (рукав) следует опускать до самого дна емкости. Неметаллические наконечники этих сливных шлангов во избежание протекания на землю или незаземленные части оборудования необходимо заземлять гибким медным проводником.

В результате движения воздушных потоков, насыщенных водяными парами, образуются грозовые облака, являющиеся носителями статического электричества. Электрические разряды образуются между разноименными заряженными облаками или, чаще, между заряженным облаком и землей.

Так молнии производят тепловые, электрические, а также механические воздействия на те объекты, над которыми они проходят. Помимо прямого удара молнии в здание, сооружение, проявление молнии может быть в виде электростатической и электромагнитной индукции.

Электростатическая индукция проявляется тем, что на изолированные металлические предметы наводятся опасные электрические потенциалы, вследствие чего возможно искрение между отдельными металлическими элементами конструкций и оборудования резервуара.

При грозе, во время ударов молнии в различные промышленные, транспортные и другие объекты, находящиеся вдали от производственных зданий и сооружений, возможно проникновение (занос) электростатических потенциалов в здание по внешним металлическим сооружениям и коммуникациям — эстакадам, монорельсам и канатам подвесных дорог, по трубопроводам, оболочкам кабелей и т. д.

Для приема электрического разряда молнии и отвода ее в землю применяют устройства, называемые молниеотводами. Молниеотвод состоит из несущей части — опоры (которой может служить само здание или сооружение), молниеприемника, токоотвода и заземления. Наиболее распространенные стержневые и тросовые молниеотводы.

Пожары в резервуарных парках носят длительный характер, и время их тушения может составлять от нескольких часов до нескольких дней. В большинстве случаев для ликвидации аварий применяется большое количество пожарной техники и личного состава, а также определенное множество тонн огнетушащего вещества. Из всех пожаров 70...80 % приводят к полной непригодности резервуаров для дальнейшей их эксплуатации. Нефтепродукты, подверженные тушению, теряют свои качества и требуют впоследствии дополнительной глубокой очистки, что несоизмеримо по затратам

с их стоимостью. Зачастую подобные пожары приобретают затяжной характер с целью выжигания горящих веществ, что оказывает на окружающую среду катастрофические воздействия.

Расследования пожаров в резервуарных парках показывают, что существующие на сегодняшний день стационарные системы противопожарной защиты вертикальных стальных резервуаров не обеспечивают достаточной защиты. Около четверти общих затрат тратятся на работоспособность таких систем, но в России не зарегистрировано ни одного успешного случая тушения пожара резервуара только при помощи этих установок за последние годы [8].

Большое количество аварий при добыче, транспортировке и хранении нефти привели к следующим проблемам: проседание грунта; землетрясения; в атмосферу выделяются в больших количествах углекислый газ, различные сернистые соединения, оксид азота и т. д.; уменьшение количества кислорода; "парниковый эффект"; экологические загрязнения при авариях на производстве и технологическом оборудовании.

Не нужно забывать, что причинами загрязнения окружающей среды могут быть не только человеческие и технологические факторы, но и природные процессы, которые приводят к внезапному выбросу нефти под высоким давлением. Только такого рода аварии составляют малый процент от общего числа аварий [5].

В заключение необходимо отметить, что каждая чрезвычайная ситуация, обусловленная аварийным разливом нефти и нефтепродуктов, отличается определенной спецификой. Многофакторность системы "нефть — окружающая среда" зачастую затрудняет принятие оптимального решения по ликвидации аварийного разлива. Тем не менее, анализируя способы борьбы с последствиями разливов и их результативность применительно к конкретным условиям, можно создать эффективную систему мероприятий, позволяющую в кратчайшие сроки ликвидировать последствия аварийных разливов нефти и нефтепродуктов и свести к минимуму экологический ущерб.

#### Список литературы

1. Коржубаев А. Г. Россия на мировых рынках нефти и нефтепродуктов // Бурение и нефть. — 2011. — № 5. — С. 16—20.
2. Кондрашова О. Г., Назарова М. Н. Причинно-следственный анализ аварий вертикальных стальных резервуаров // Нефтегазовое дело. — 2004. — № 2.
3. Информационный сайт: "Мир химии". — [www.chemistry.narod.ru](http://www.chemistry.narod.ru)
4. ГОСТ 12.1.004—91 Пожарная безопасность.
5. ГОСТ 1510—84 Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.
6. Забела К. А., Краснов В. А., Москвич В. М., Сощенко А. Е. Безопасность пересечений трубопроводами водных преград. — М.: Недра-Бизнесцентр, 2001.
7. Информационный сайт: "Закон времени". — [www.zakonvremeni.ru](http://www.zakonvremeni.ru)
8. Информационный сайт: "МЧС России". — [www.mchs.gov.ru](http://www.mchs.gov.ru)
9. СНиП 2.11.03—93 Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы.



УДК 534

**А. А. Лубянченко**<sup>1</sup>, асп., **С. К. Петров**<sup>1</sup>, проф., **И. С. Толоконников**<sup>2</sup>, инж.-акустик,  
**М. С. Яковчук**<sup>1</sup>, асс.

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

им. Д. Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург

<sup>2</sup> ООО "Арктос", г. Санкт-Петербург

E-mail: anverly.hipp@gmail.com

## Оптимизация конструкции глушителя шума выпуска ДВС с минимальным противодавлением

*Освещены проблемы, возникающие при практической разработке конструкций глушителей шума выхлопа ДВС, и описаны возможные пути их решения. Методика проектирования глушителя представлена на примере разработки глушителя шума выхлопа дизельного двигателя Caterpillar, использующегося в составе передвижной модульной дизель-электрической станции мощностью 1 МВт.*

**Ключевые слова:** глушитель шума выхлопа, акустическая эффективность, противодавление, газодинамическое моделирование

**Lubyanchenko A. A., Petrov S. K., Tolokonnikov I. S., Yakovchuk M. S. Optimizing the Design of a Special Silencer to Reduce the Back Pressure with in Advance Achieved Acoustic Efficiency**

*This article highlights the problems arising in designing structures exhaust silencers, and describes possible solutions. Muffler design procedure is presented on the example of engineering exhaust silencer of the diesel engine Caterpillar, which is used in the diesel-electric power station 1 MW.*

**Keywords:** exhaust silencer, acoustic efficiency, back pressure, gas dynamic modeling

### Введение

При создании и эксплуатации новых глушителей важно обеспечить высокую эффективность их работы совместно с двигательной (энергетической) установкой. Эффективность работы глушителя оценивается такими параметрами, как снижение шума и газодинамическое сопротивление. Последнее приводит к росту величины противодействия, которое, в свою очередь, влияет на работу всей двигательной установки. С превышением значений, определенных для каждого двигателя (в данной работе была задана предельно возможная величина противодействия 6,7 кПа),

эффективность работы двигательной установки резко снижается. Исходя из этого, конструкция глушителя должна быть эффективной не только с точки зрения акустики (шумоподавления), но и газодинамики (обеспечивать противодавление, не превышающее предельно допустимых значений). Задача — исследование акустических и газодинамических параметров опытного глушителя и оптимизация соотношения этих взаимосвязанных параметров.

Исследования выполнялись на дизельном двигателе фирмы Caterpillar, входящим в состав дизель-электрической станции (ДЭС) мощностью 1,0 МВт, в два этапа. На первом этапе проведено экспериментальное параметрическое исследование по поиску исходной модельной конструкции глушителя, удовлетворяющей заданным акустическим характеристикам. На втором этапе в рамках вычислительного эксперимента исследовано течение выхлопных газов в камере глушителя, определена исходная величина создаваемого противодействия и последовательно доработана конструкция исходной модели, противодавление которой ниже предельно возможной величины на всех режимах работы двигательной установки.

### Разработка и усовершенствование модели глушителя шума выхлопа

Основными характеристиками глушителя шума являются его акустическая эффективность, создаваемое им противодавление (потери давления при прохождении через глушитель), его габаритные размеры, эксплуатационные характеристики (срок службы, необходимость обслуживания и др.). При этом, конструкция должна быть экономически обоснована. Следует учесть, что величина акустической эффективности, чаще всего, обратно пропорциональна создаваемому противодействию и зависит от внешних габаритов изделия. Уменьшение габаритов приводит к усложнению конструкции и соответственно ее удорожанию. Проектирование эффективного глушителя шума является сложной



инженерной задачей. Определение как акустических, так и аэродинамических характеристик глушителей осложнено отсутствием общепринятой методики и необходимостью проведения натурных испытаний на специально оборудованных стендах.

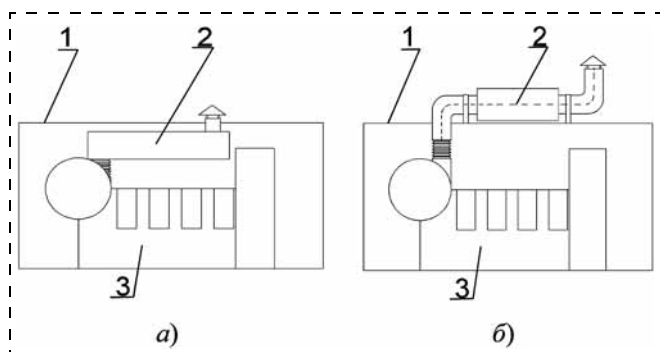
На кафедре "Экология и БЖД" Балтийского государственного технического университета "ВОЕНМЕХ" много лет ведутся работы по исследованию акустических характеристик глушителей различного назначения, включая глушители шума выхлопа ДВС [1–4].

В настоящей статье рассмотрен пример практического применения полученных результатов. Специфика поставленной задачи заключалась в необходимости обеспечить размещение специального глушителя внутри очень ограниченного объема контейнера ДЭС (рис. 1, *а*). Ранее разработанные глушители размещались "снаружи" станции, существенно выходя за габариты контейнера, транспортировались отдельно от него и устанавливались на контейнер станции после размещения его в месте временной эксплуатации, что было неудобно (рис. 1, *б*).

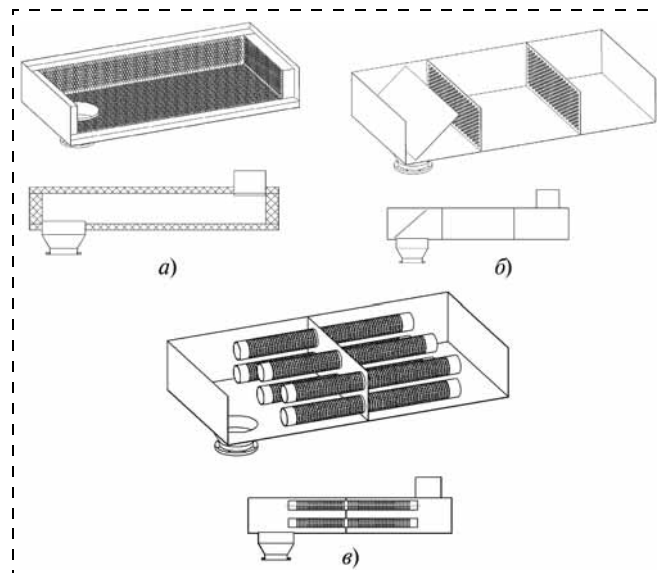
Исходные данные для проектирования нового глушителя в основном определены местом установки глушителя.

Геометрические размеры разрабатываемой модели не только ограничены местом, отведенным под глушитель, но определены также и конфигурацией подводящего и отводящего патрубков. Требования заказчика разработки было обеспечить величину противодействия 6,7 кПа. Требуемая акустическая эффективность глушителя должна быть не менее 10 дБА в нормируемом диапазоне частот. Параметры газового потока на входе в глушитель: объем (расход) выхлопных газов — 240 м<sup>3</sup>/мин, температура выхлопных газов — 450 °С.

Выбор конструкции производился с учетом методических рекомендаций, разработанных ранее авторами, как результат анализа экспериментальных данных о влиянии различных конструктивных



**Рис. 1. Компонировочные схемы контейнер ДЭС — глушитель:**  
*а* — разрабатываемая; *б* — исходная; 1 — контейнер станции; 2 — глушитель выпуска; 3 — дизельный двигатель



**Рис. 2. Исходные модели глушителей**

элементов глушителей шума выпуска ДВС на их акустическую эффективность [1–4].

Исходя из требований минимума противодействия и относительно невысокой акустической эффективности, в качестве исходной модели конструкции можно, как первый вариант, предложить канальный либо пластинчатый абсорбционный глушитель, использующий двукратный поворот потока (рис. 2, *а*). Применение звукопоглощающего материала по периметру всей камеры дает высокую эффективность в средне- и высокочастотном диапазонах. По интегральной оценке ожидаемая эффективность составит 3...7 дБА. Поворот газового потока в глушителе на 180° дает дополнительную эффективность практически во всем рассматриваемом диапазоне частот (эффективность по интегральному показателю составляет 1...2 дБА) [4].

В то же время, наличие поворотов потока на входе и выходе в сочетании с большой скоростью и высокой температурой отводимых газов повышают риск разрушения и выдувания звукопоглощающего материала. Выделенный под размещение глушителя объем внутри контейнера станции представляет собой отсек, облицованный теплоизолирующим материалом. Это позволяет отказаться от использования в конструкции самого глушителя звукопоглощающего материала без опасения существенного снижения акустической эффективности глушителя. Заметим, что акустическая эффективность конструкции невелика.

Второй рассматриваемый вариант исходной модели глушителя шума выпуска ДВС (рис. 2, *б*) представляет собой многокамерный реактивный глушитель, содержащий несколько типовых конст-

руктивных элементов для обеспечения требуемой акустической эффективности: расширительную камеру, перфорированные перегородки, поворот потока. Данный глушитель эффективен в широком диапазоне частот за счет отражения звука и изменения параметров газового потока. Наклонная пластина, служащая защитой верхней стенки камеры глушителя от прогара, одновременно способствует более плавному повороту потока. Две перфорированные перегородки выравнивают давление по поперечному сечению глушителя, снижают скорость потока и таким образом выравнивают поток, повышая как акустическую эффективность глушителя, так и увеличивая его эксплуатационный ресурс. Теплоизоляционная конструкция отсека для размещения глушителя, которую в данном случае можно рассматривать как капот, установленный на глушитель, будет обеспечивать дополнительное шумоглушение. Ожидаемая эффективность второго варианта исходной модели глушителя составит 15...20 дБА.

Третий вариант исходной модели глушителя (рис. 2, в) представляет собой двухкамерный реактивный глушитель, дополненный большим числом трубок с мелкой перфорацией. Данная конструкция обладает высокой эффективностью в широком диапазоне частот и также оказывает существенное влияние на параметры газового потока. Ожидаемая эффективность этой модели высока и может составлять 20...25 дБА. Это объясняется тем, что трубки равномерно перераспределяют поток в объеме глушителя. Но необходимо учитывать, что противодавление глушителя при введении любой арматуры в глушитель существенно возрастает.

Исходя из изложенного выше, можно сделать вывод, что наиболее целесообразно использовать в составе модульной дизель-электрической установки глушитель, близкий в конструктивном исполнении ко второму варианту модели (см. рис. 2, б), расчетная эффективность которого составляет 12 дБА.

### Исследование газодинамической модели течения газов в выбранной конструкции глушителя

Газодинамические характеристики глушителя определялись методом математического моделирования, что позволяет значительно упростить процесс разработки, поскольку не требует натурных испытаний на специальном испытательном стенде.

Газодинамические процессы, протекающие в камере глушителя, характеризуются нестационарностью потока, сжимаемостью выхлопных газов. Кроме этого в потоке существуют зоны, где проявляются вязкие эффекты — отрывные зоны, трехмерные пограничные слои и слои смешения. Все эти процессы были учтены при построении модели установки.

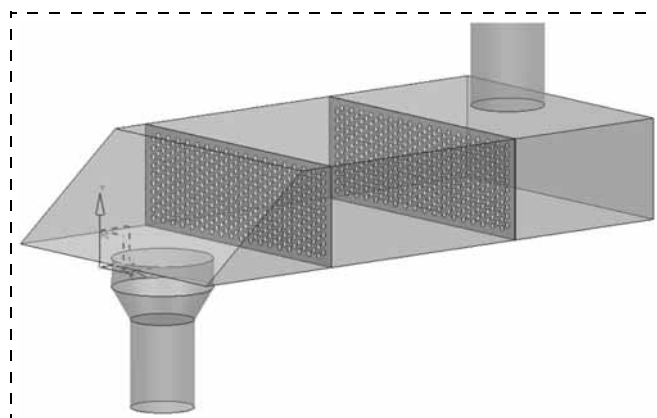
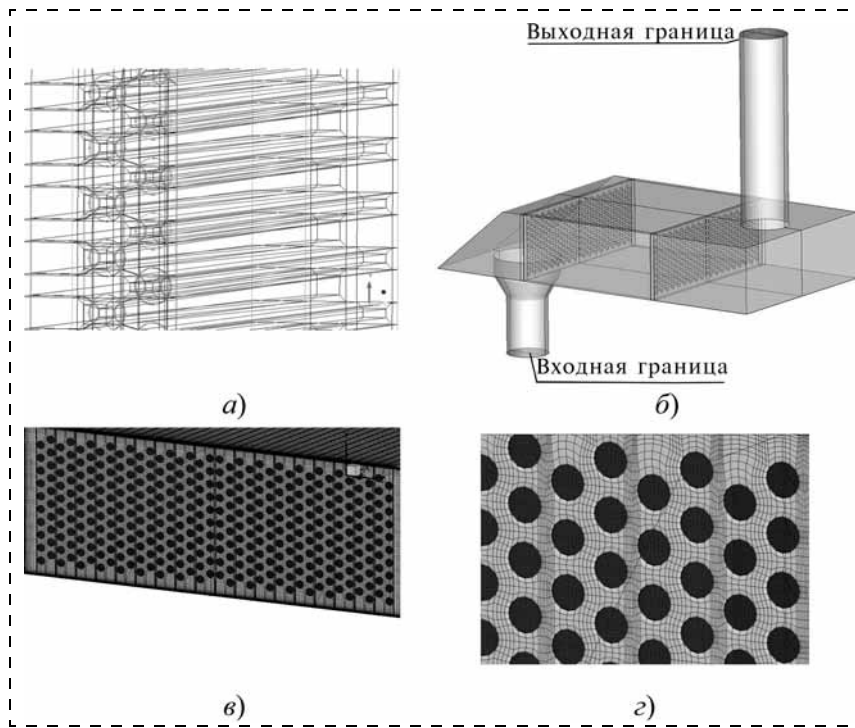


Рис. 3. Трехмерная твердотельная расчетная геометрическая модель камеры глушителя

Трехмерная расчетная модель камеры глушителя представлена на рис. 3. Выхлопные газы поступают в камеру глушителя снизу через патрубок диаметром 222 мм и далее, проходя через систему перфорированных пластин, попадают в атмосферу через верхний выхлопной патрубок диаметром 254 мм. Диаметры входного и выходного патрубков являются стандартными в линейке производителя двигателя, сами патрубки входят в комплект поставки новой станции. Диаметр выходного патрубка может быть при необходимости увеличен (путем выбора из той же стандартной линейки), так как не связан с конструкцией станции, а обеспечивает истечение газов в атмосферу.

Особенность геометрической модели состоит в том, что она инвертирована, т. е. твердым телом служит та область, которая занята газом, а твердые стенки конструкции представляют собой "пустоту". Такое представление требуется при построении блочно-структурированной вычислительной сетки для задач вычислительной газодинамики (рис. 4), как наиболее оптимальной для получения решения высокой точности при минимальном времени счета. Вычислительная сетка содержит 3 282 304 ячеек. Для корректного вычисления газодинамических параметров в пограничном слое выполнено сгущение сетки к стенкам конструкции.

Вычислительное моделирование проведено в среде CFD пакета "тяжелого" класса методом контрольного объема и представляет собой решение системы трехмерных уравнений Навье—Стокса, осредненных по Рейнольдсу. Замыкание системы уравнений осуществляется подключением двухпараметрической модели сдвиговых напряжений Ментера  $k-\omega$  SST. Решение выполнялось в стационарной постановке принципом установления.



**Рис. 4. Блочнo-структурированная вычислительная сетка:**

*a* — блочная структура возле первого ряда отверстий; *б* — общий вид расчетной области; *в* — фрагмент вычислительной сетки; *г* — увеличенное изображение вычислительной сетки вблизи отверстий перфорации

В качестве рабочего газа выбран вязкий совершенный газ, близкий по своим свойствам к выхлопному газу:

$$U = C_V T, P = \rho R T, C_V, R = \text{const};$$

$$C_P = 1085 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}, \lambda = 0,0242 \text{ Вт/м} \cdot \text{К};$$

$$\mu = 28,966 \text{ г/моль}, R = 287 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К},$$

где  $U$  — внутренняя энергия, Дж;  $C_P, C_V$  — теплоемкость при постоянном давлении и объеме, Дж/кг · К;  $P$  — давление, Па;  $\rho$  — плотность, кг/м<sup>3</sup>;  $R$  — газовая постоянная, Дж/моль · К;  $T$  — температура, К;  $\lambda$  — коэффициент теплопроводности,

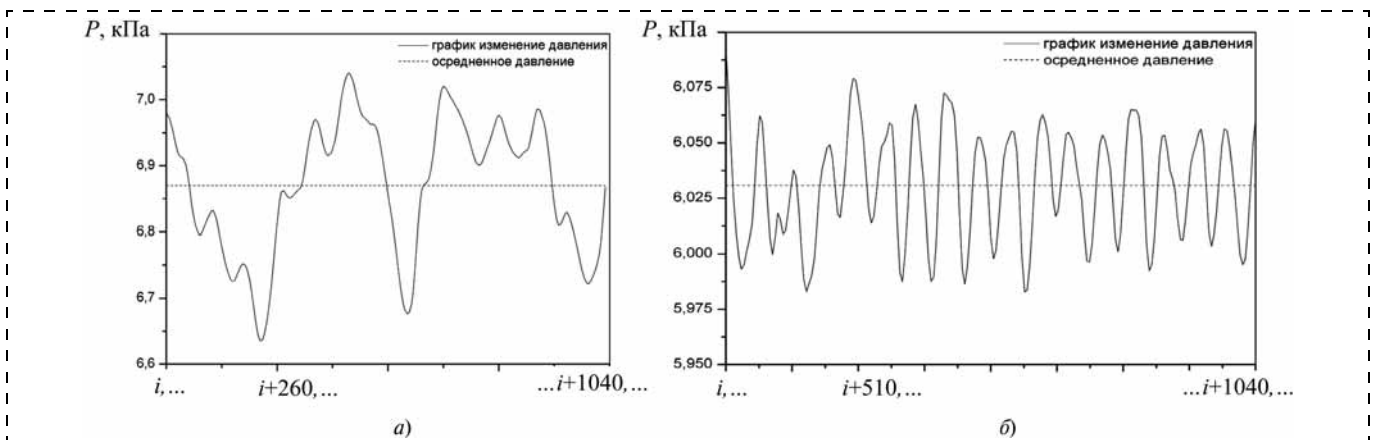
Вт/м · К;  $\mu$  — молярная масса, г/моль.

Граничные условия заданы следующим образом: на входной границе (рис. 4, б) задано условие на втекание газа с массовым расходом 2,1 кг/с (что соответствует объемному расходу 240 м<sup>3</sup>/мин) и температурой 723 К; на выходной границе задано условие на статическое давление, соответствующее атмосферному.

Необходимые для задачи начальные условия могут быть заданы довольно свободно, так как с развитием процесса во времени их влияние ослабевает и процессом управляют граничные условия. Таким образом, принцип установления заключается в том, что стационарное решение задач газовой динамики находится как предел при  $t \rightarrow \infty$  нестационарного решения при стационарных граничных условиях [7, с. 19, 20]. Принцип установления отражает реальность, так как все физические процессы, которые в данный момент представляются стационарными, имели свое начало, этап разви-

тия и, следовательно, нестационарны по своей природе, а их стационарность есть не что иное, как математическая идеализация.

В ходе расчета выполнялся мониторинг величины полного давления на входной границе (в нашем случае величины противодавления, создаваемого глушителем). На рис. 5 показана динамика изменения величины противодавления в процессе счета ( $i$  — номер текущей итерации) для исходной и оптимизированной модели глушителя.



**Рис. 5. График изменения противодавления в процессе счета:**

*a* — исходной модели; *б* — оптимизированной модели

Как видно из графика, течение имеет нестационарный характер, газодинамические параметры потока выхлопных газов изменяются во времени. Это происходит в силу сложной физики процесса выхлопа: наблюдаемой нестационарности турбулентных потоков, отрывов пограничных слоев, изменения формы и положения циркуляционных зон и др. Пунктирной линией показана осредненная во времени величина противодавления, которая составляет 6,87 кПа для исходной модели (см. рис. 5, а) и 6,03 кПа для оптимизированной (см. рис. 5, б).

Визуализация течения выхлопных газов в виде линии показана на рис. 6 (см. 2-ю стр. обложки). Из рисунка видно, что в месте расширения канала подводного патрубка происходит отрыв пограничного слоя с образованием зон циркуляционного течения. Струя газа из патрубка натекает на верхнюю стенку конструкции, растекается, и основной своей частью проходит через верхние ряды отверстий перфорированной пластины. Основная часть пространства камеры глушителя до первой перфорированной пластины занята мощными циркуляционными течениями.

В области между перфорированными пластинами поток выравнивается вблизи нижней стенки, выше наблюдаются вихревые потоки. От второй перфорированной пластины до выхлопного патрубка также видна область циркуляционного течения.

В ходе расчета были получены картины распределения модуля скорости в секущих плоскостях геометрической модели (рис. 7 — см. 2-ю стр. обложки). На представленных рисунках ось  $z$  берет свое начало в плоскости симметрии.

В таблице приведены основные газодинамические параметры на входной и выходной границах расчетной области. Осреднение параметров выполнено по площади входной и выходной границ.

По полученным в результате моделирования данным были предложены меры, направленные на снижение противодавления, не оказывающие при этом значительного негативного эффекта на прочие характеристики.

Источником противодавления в большей мере служит первая перфорированная пластина. Снижение противодавления может быть достигнуто за счет увеличения проходной площади через перфорированные пластины, путем добавления отверстий.

**Основные газодинамические параметры на входной и выходной границах**

Место определения параметра	Статическое избыточное давление	Полное избыточное давление	Скорость, м/с	Объемный расход, м <sup>3</sup> /мин
Входная граница	3737	6868,79	110,4	246
Выходная граница	0	1901,93	86,8	253,2

Добавление четырех вертикальных и одного горизонтального рядов отверстий приводит к увеличению проходной площади со значения  $F_1 = 36 \cdot 10 \cdot \pi(0,02/2)^2 = 0,113 \text{ м}^2$  до значения  $F_2 = 44 \cdot 11 \cdot \pi(0,02/2)^2 = 0,152 \text{ м}^2$ , т. е. на 25,6 %. Это приводит к снижению противодавления до среднего значения 6,03 кПа (см. рис. 5, б).

Оптимизация конструкции за счет изменения перфорации пластин существенно не меняет структуру течения, о чем можно судить по картинкам распределения модуля скорости (см. рис. 7, а и 8, а — см. 2-ю стр. обложки).

Из рис. 8, б (см. 2-ю стр. обложки) видно, что наибольшие потери давления происходят в области перед первой перфорированной пластиной (область отрыва струи и образования вихревых структур) и после прохождения газом через нее — примерно с 6 кПа до 3,5 кПа. Прохождение же газом через вторую пластину сопровождается меньшими потерями полного давления.

В ходе последующей оптимизации конструкции был также увеличен объем первой камеры глушителя путем увеличения расстояния от оси входного патрубка до первой перфорированной пластины.

### Заключение

Недостатками выбранной исходной модели конструкции глушителя, выявленными моделированием в ней газового потока, являются: высокая скорость на входе газового потока в камеру (составляет примерно 110 м/с), высокая скорость при истечении газа в атмосферу (составляет примерно 87 м/с), превышение заданного предельного уровня противодавления (примерно на 2,5 %).

В ходе оптимизации конструкции выполнены меры, перечисленные ниже.

— Снижение скорости на входе позволяет снизить потери полного давления выхлопных газов и соответственно величину противодавления. Для снижения скорости произведено плавное увеличение площади проходного сечения подводящего патрубка.

— Высокая средняя скорость газа при истечении в атмосферу приводит к образованию довольно интенсивной турбулентной струи, обладающей нежелательными собственными акустическими характеристиками. С целью снижения ее скорости был увеличен диаметр выхлопного патрубка. Область входа газа в выхлопной патрубок была выполнена плавной за счет скругления кромок.

— Снижение скорости на входе и выходе приводит к снижению уровня противодавления, поэтому дополнительно была изменена площадь перфорации и расположение перфорированных пластин для гарантированного обеспечения заданного уровня противодавления при самых напряженных режимах работы двигательной установки.



— Выполненная оптимизация проверена методом математического моделирования, результаты которого показали значительные улучшения газодинамических характеристик потока в оптимизированной конструкции глушителя.

Таким образом, выбрав предварительно по разработанной ранее методике обоснованную исходную модель конструкции глушителя, обеспечивающую акустическую эффективность не менее 15 дБА, и проведя оптимизацию конструкции исходной модели методом математического моделирования, была получена конструкция глушителя, имеющего противодавление не более 6 кПа и удовлетворяющего всем требованиям разработчика станции. Описанный подход и использованные методики могут применяться для решения очень широкого круга конкретных инженерных задач, стоящих перед конструкторами и проектировщиками новых образцов техники, в составе которой используются двигательные и энергетические установки с глушителями выпуска.

#### Список литературы

1. Иванов Н. И., Петров С. К., Толоконников И. С. Исследования глушителей шума выпуска двигателей внутренне-

го сгорания // Сборник трудов II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием "Защита населения от повышенного шумового воздействия", 17–19 марта 2009 г. — Санкт-Петербург, 2009. — С. 516–522.

2. Дробаха М. Н. Снижение шума транспортных машин глушителями (на примере трактора МТЗ 82). — Санкт-Петербург, 2004.

3. Иванов Н. И. Инженерная акустика: Теория и практика борьбы с шумом: учебник. — М.: Университетская книга, Логос, 2008. — 424 с.

4. Лубяченко А. А., Петров С. К. Некоторые результаты исследования глушителей шума выпуска ДВС путем натурных испытаний // Сборник трудов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием "Защита населения от повышенного шумового воздействия", 22–24 марта 2011 г. — Санкт-Петербург, 2011. — С. 637–643.

5. Белов И. А., Исаев С. А. Моделирование турбулентных течений. Учебное пособие. — СПб: Изд-во БГТУ, 2001. — 108 с.

6. Волков К. Н., Емельянов В. Н. Моделирование крупных вихрей в расчетах турбулентных течений. — М.: Физматлит, 2008. — 368 с.

7. Емельянов В. Н. Введение в теорию разностных схем. Учебное пособие. — СПб: Изд-во БГТУ, 2006. — 192 с.

8. Снегирев А. Ю. Высокопроизводительные вычисления в технической физике. Численное моделирование турбулентных течений. Учебное пособие. — СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. — 143 с.

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 628.4:504.06

Н. Н. Красногорская, д-р техн. наук, проф., А. Н. Елизарьев, канд. геогр. наук, доц.,  
И. Ю. Кияшко, ст. препод., Т. Б. Фашчевская, канд. геогр. наук, доц.,  
Уфимский государственный авиационный технический университет  
E-mail: elizariev@mail.ru

### Оценка влияния свалочного фильтрата на водные объекты. Качественный аспект

*Приведен перечень приоритетных показателей состава свалочного фильтрата для объектов складирования твердых бытовых отходов различных стран мира. На основе корреляционного и регрессионного анализа установлены одно- и многофакторные зависимости, характеризующие взаимосвязь между показателями состава фильтрата.*

**Ключевые слова:** твердые бытовые отходы, складирование отходов, полигон, городская застройка, фильтрат, качественный состав, загрязнение, водные объекты

**Krasnogorskaya N. N., Elizariev A. N., Kiyashko I. Yu., Fashchevskaya T. B. Estimation of Landfill Leachate Impact on Water Objects. Qualitative Aspect**

*The list of priority indexes of landfill leachate composition for municipal solid waste landfills in different countries was revealed. On the base of correlative and regressive analysis uni- and multifactorial dependences which are characterizing the interrelation of leachate composition indexes was determined.*

**Keywords:** municipal solid waste, landfills of waste, landfill, urban land, leachate, qualitative composition, pollution, water objects

## Введение

В настоящее время устойчивое развитие государства невозможно без обеспечения населения и территории водными ресурсами. Тем не менее, по данным ООН [1] около 700 млн человек в 43 странах мира постоянно находятся в условиях водного дефицита (по состоянию на 2010 г.). Согласно прогнозу [1] к 2045 г. мировой объем потребления воды сравняется с объемом доступных водных ресурсов.

Несмотря на то, что Российская Федерация находится на втором месте в мире по запасам пресных вод, в Стратегии национальной безопасности РФ до 2020 года [2] отмечается проблема рационального использования водных ресурсов. По словам секретаря Совета Безопасности России Н. Патрушева [3], в 2009 г. питьевой водой, отвечающей санитарно-гигиеническим требованиям, было обеспечено только 38 % российских населенных пунктов, а 9 % получают недоброкачественную питьевую воду из поверхностных и подземных водных объектов.

Ухудшение качества водных ресурсов в населенных пунктах связано с высокой плотностью населения, а также с наличием объектов промышленности и сельского хозяйства в пределах городской застройки. Данные объекты являются как прямым источником загрязнения гидросферы, осуществляющим сброс сточных вод, так и косвенным, способствующим образованию отходов, их накоплению и формированию фильтрата.

Фильтрат, образующийся на объектах складирования твердых бытовых отходов (ТБО), поступает в поверхностные водные объекты двумя путями: с подземным стоком (за счет наличия гидравлической связи с поверхностными водными объектами) и с поверхностным стоком с территории складирования отходов [4]. Несмотря на то, что объем свалочного фильтрата, как правило, составляет незначительную долю в объеме стока водотока-реципиента, поступление этого фильтрата в водные объекты приводит к деградации водных экосистем и снижению качества воды за счет высокой загрязненности. Поэтому для обеспечения безопасности населения необходима организация мероприятий по сбору, локализации и очистке свалочного фильтрата, что предполагает предварительную оценку влияния фильтрата на качественный состав водных объектов.

Для оценки качественного влияния свалочного фильтрата на водные объекты исследователями проводится анализ его состава. Опубликованные в работах [5–7] результаты химического анализа состава фильтрата конкретных объектов складирования ТБО не позволяют оценить общие закономерности формирования свалочного фильтрата, так как данный процесс происходит в различных кли-

матических и социально-экономических условиях. Вследствие этого результаты анализа фильтрата одних объектов складирования ТБО нельзя использовать для оценки влияния других объектов складирования на водоток-реципиент. Перечень показателей химического состава фильтрата, характерный для всех объектов складирования ТБО (приоритетные показатели), не выявлен.

В данной статье приведены результаты исследования, посвященные качественному аспекту влияния свалочного фильтрата на водные объекты:

— выявлены приоритетные загрязняющие вещества в составе свалочного фильтрата с учетом географического расположения объектов складирования ТБО;

— определены взаимосвязи между содержанием различных загрязняющих веществ в свалочном фильтрате.

## Определение приоритетных загрязняющих веществ в составе свалочного фильтрата

Для выявления приоритетных загрязняющих веществ в составе свалочного фильтрата использована информация о химическом составе фильтрата 138 крупных объектов складирования отходов, для территории расположения которых характерно различные климатические условия и уровня социально-экономического развития [7–11]. В качестве исследуемых компонентов выбраны следующие 22 показателя: ХПК, БПК<sub>5</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Р<sub>общ</sub>, Na<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Cr<sub>общ</sub>, Mn<sup>2+</sup>, Fe<sub>общ</sub>, Ni<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, As<sup>3+</sup>, Hg<sup>2+</sup> [7–11].

Определение приоритетных показателей состава фильтрата проведено на основе вероятностной оценки с одновременным учетом как *вероятности присутствия* показателя в фильтрате, так и *вероятности превышения* уровня экологического критерия. В качестве экологического критерия предложено использовать ПДК для водных объектов рыбохозяйственного значения (ПДК<sub>рх</sub>).

Для оценки повторяемости (встречаемости) загрязнителя в свалочном фильтрате использован вероятностно-статистический метод [12]: построены теоретические кривые обеспеченности величины кратности превышения ПДК<sub>рх</sub> показателей состава фильтрата исследуемых 138 объектов складирования отходов ( $C_i/\text{ПДК}_{рхi}$ ).

В связи с широким диапазоном кратности превышения ПДК<sub>рх</sub> проведено логарифмирование полученных значений по основанию 10. Десятичный логарифм превышения ПДК<sub>рх</sub> 50%-ной обеспеченности характеризует наиболее вероятное присутствие показателя в свалочном фильтрате



(у каждого второго объекта), а его величина — максимальное превышение ПДК<sub>рх</sub>.

По значению кратности превышения ПДК<sub>рх</sub> 50 %-ной обеспеченности проведено ранжирование ряда показателей (при ранжировании не использованы показатели  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{As}^{3+}$ , так как их концентрация в фильтрате не превышает ПДК<sub>рх</sub>). Результаты ранжирования графически интерпретированы на рис. 1, а, по которому можно установить, что максимальные значения превышения ПДК<sub>рх</sub> в перечне приоритетных показателей наблюдаются у показателя  $\text{NH}_4^+$  (превышение ПДК<sub>рх</sub> в 2884 раза). Три показателя (БПК<sub>5</sub>, ХПК,  $\text{P}_{\text{общ}}$ ) характеризуют загрязнение выше 100 ПДК<sub>рх</sub>, одиннадцать ( $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cr}_{\text{общ}}$ ) — свыше 10 ПДК<sub>рх</sub>, три ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) — ниже 10 ПДК<sub>рх</sub>.

Полученные результаты характеризуют типичный состав фильтрата объектов складирования отходов без учета их географического расположения.

### Определение приоритетных загрязнителей в составе фильтрата с учетом географического расположения объектов складирования отходов

Природно-климатические и социально-экономические условия территории объектов складирования ТБО, как правило, определяются географическим расположением объектов. В связи с этим для определения приоритетных показателей состава фильтрата объектов складирования отходов с различным географическим расположением рассматриваемые объекты условно разделены на три группы: объекты, расположенные в странах Европы (Великобритания, Испания, Италия, Германия, Швейцария), 35 объектов; Азии (Таиланд, Китай, Республика Корея, Индонезия, Малайзия), 37 объектов; СНГ (Российская Федерация, Молдова, Казахстан), 25 объектов.

На основе вероятностно-статистического метода построены теоретические кривые обеспеченности величины кратности превышения ПДК<sub>рх</sub> показателей состава фильтрата ( $C_i/\text{ПДК}_{рхi}$ ) для объектов складирования каждой из трех групп. Проведено ранжирование показателей по значению десятичного

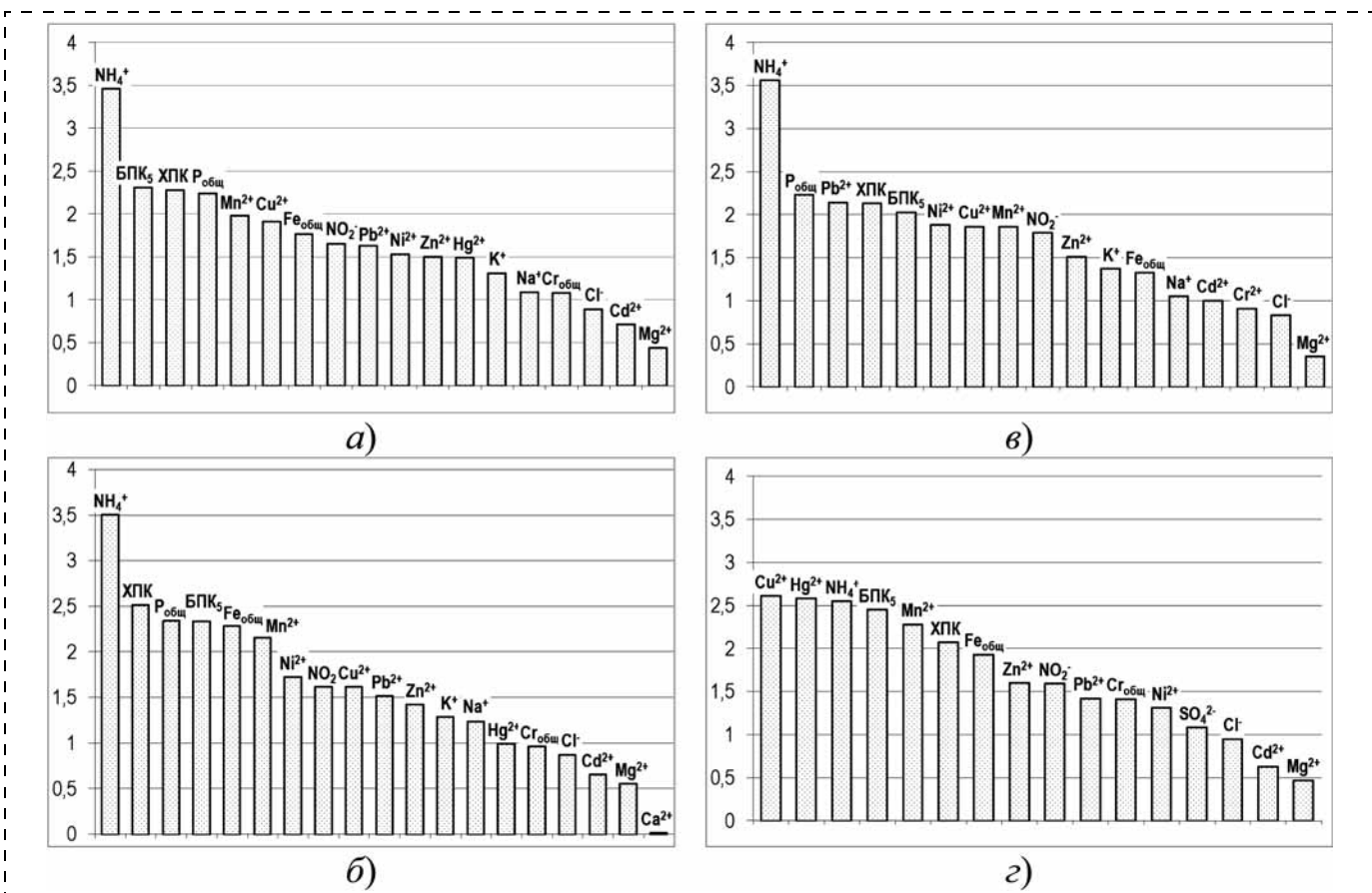


Рис. 1. Кратность превышения ПДК<sub>рх</sub> величиной показателей состава свалочного фильтрата  $\lg(C_i/\text{ПДК}_{рхi})$ :

а — все страны; б — страны Европы; в — страны Азии; г — страны СНГ



логарифма кратности превышения ПДК<sub>рх</sub> 50 %-ной обеспеченности (аналогично рис. 1, а). Полученные результаты интерпретированы на рис. 1, б—г.

Согласно полученным результатам (см. рис. 1, б), максимальное превышение ПДК<sub>рх</sub> среди приоритетных показателей состава фильтрата объектов складирования ТБО стран Европы наблюдаются у иона аммония NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, органических веществ, характеризующихся ХПК и БПК<sub>5</sub>, фосфора общего P<sub>общ</sub> и ионов тяжелых металлов. Анализ рис. 1, а—г показывает, что значения десятичного логарифма кратности превышения ПДК<sub>рх</sub> 50 %-ной обеспеченности значениями таких показателей, как Mn<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup> для объектов складирования стран Европы выше, чем у объектов складирования всех стран (см. рис. 1, а).

Анализ рис. 1, в показал, что приоритетные показатели состава фильтрата объектов складирования ТБО стран Азии в целом аналогичны показателям объектов складирования стран Европы. Значение десятичного логарифма кратности превышения ПДК<sub>рх</sub> 50 %-ной обеспеченности такого тяжелого металла как Pb<sup>4+</sup> в составе фильтрата объектов стран Азии составляет 2,14 (рис. 1, в), тогда как для объектов складирования стран Европы — 1,51 (рис. 1, б). Значение десятичного логарифма превышения ПДК<sub>рх</sub> 50 %-ной обеспеченности Fe<sub>общ</sub> объектов стран Азии ниже (1,33), чем объектов стран Европы (2,28).

Из рис. 1, г видно, что наиболее высоких концентраций в фильтрате объектов складирования, расположенных в странах СНГ, достигают Cu<sup>2+</sup> и Hg<sup>2+</sup> (значения десятичного логарифма кратности превышения ПДК<sub>рх</sub> 50 %-ной обеспеченности равны 2,61 и 2,58 соответственно). По-видимому, это может быть объяснено характерным для стран СНГ несанкционированным вывозом опасных отходов, содержащих медь и ртуть, на объекты складирования [5].

Результаты проведенного исследования согласуются с результатами аналогичных исследований, приведенных в работе [7], в которой отмечено, что показателями состава свалочного фильтрата с максимальной концентрацией являются ионы NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, а с минимальной — Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>.

Интерпретируя данные рис. 1, г применительно к обычной (а не логарифмической) шкале, установлено, что кратность превышения ПДК<sub>рх</sub> (50 %-ной обеспеченности) показателей состава фильтрата объектов складирования стран СНГ ниже (12—407 раз), чем объектов складирования стран Европы (1—3162 раза). Аналогичные результаты приведены в работе [6], где отмечается, что кон-

центрация показателей состава фильтрата объектов складирования РФ ниже, чем у зарубежных. Данный факт, по-видимому, обусловлен разбавлением фильтрата объектов складирования отходов в РФ грунтовыми водами за счет отсутствия гидроизоляционных экранов.

Из рис. 1, а—г также видно, что набор приоритетных показателей для объектов с различными природно-климатическими и социально-экономическими условиями размещения является сходным (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, БПК<sub>5</sub>, ХПК, P<sub>общ</sub>, Mn<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Fe<sub>общ</sub>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Cr<sub>общ</sub>), что свидетельствует о наличии единых закономерностей формирования химического состава фильтрата.

### Определение закономерностей формирования состава фильтрата объектов складирования отходов

Для определения закономерностей формирования фильтрата объектов складирования отходов проведен корреляционно-регрессионный анализ взаимосвязи величин 22 показателей состава свалочного фильтрата. При анализе использовались сведения о составе фильтрата 96 объектов складирования отходов из 138 [7—9]. Получены зависимости, описывающие взаимосвязь между содержанием различных показателей состава свалочного фильтрата, которые были проверены на оставшихся 42 объектах из 138 [10, 11]. На рис. 2 (см. 3-ю стр. обложки) приведены полученные коэффициенты детерминации (R<sup>2</sup>).

Как видно из рис. 2, полученные коэффициенты детерминации варьируются в диапазоне 0,01...0,85. Наиболее высокая взаимосвязь (согласно классификации тесноты связи [13]) наблюдается между значениями концентрации показателей ХПК и БПК<sub>5</sub> (R<sup>2</sup> = 0,82), а также Zn<sup>2+</sup> и Fe<sub>общ</sub> (R<sup>2</sup> = 0,85). По-видимому, это связано с тем, что показатели ХПК и БПК<sub>5</sub> характеризуют наличие в воде органических веществ [14], а поступление в фильтрат ионов Zn<sup>2+</sup> и Fe<sub>общ</sub> зависит от разложения единого типа отходов.

Следует отметить, что концентрация органических веществ, оцениваемых по показателям ХПК и БПК<sub>5</sub>, находится в умеренной и заметной взаимосвязи с концентрацией ионов тяжелых металлов (Mg<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Fe<sub>общ</sub>, Zn<sup>2+</sup>). Это объясняется тем, что при разложении отходов на объектах складирования органические вещества образуют с ионами тяжелых металлов устойчивые комплексные соединения, что подтверждается аналогичными исследованиями [14]. По-видимому, ионы тяжелых металлов в свалочном фильтрате находятся как в связанном в комплексы состоянии, характе-



ризуемом высокой степенью связи с ХПК и БПК<sub>5</sub>, так и в свободном, характеризуемом умеренной степенью связи состоянии. Данный факт также согласуется с результатами исследований авторов публикаций [6, 7].

Между концентрацией ионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  и  $\text{Cl}^-$  наблюдается заметная взаимосвязь ( $R^2 = 0,59...0,63$ ). По-видимому, это объясняется тем, что данные компоненты поступают в свалочный фильтрат при растворении калиевой и натриевой солей, содержащихся в складываемых пищевых отходах. Загрязнителями, взаимосвязь с которыми отсутствует, являются ионы  $\text{NO}_2^-$  ( $R^2 = 0,01...0,08$ ),  $\text{NO}_3^-$  ( $R^2 = 0,01...0,06$ ) и  $\text{Hg}^{2+}$  ( $R^2 = 0,01...0,08$ ).

Низкие коэффициенты детерминации, характеризующие взаимосвязь значений концентрации  $\text{Hg}^{2+}$  с другими показателями ( $R^2 = 0,01...0,08$ ), могут быть объяснены тем, что складирование отходов, разложение которых определяет поступление ионов  $\text{Hg}^{2+}$  в фильтрат, является случайным или нерегулярным. Например, согласно данным работы [6], содержание в фильтрате ионов  $\text{Hg}^{2+}$  обусловлено несанкционированным складированием ртути содержащих отходов.

Низкие коэффициенты детерминации, характеризующие взаимосвязь содержания нитрат- и нитрит-ионов с другими показателями ( $R^2 = 0,01...0,08$ ), согласуются с аналогичными результатами исследований. Например, в соответствии с работой [5], наличие нитрат- и нитрит-ионов в воде связано с процессами нитрификации аммонийных ионов под действием нитрифицирующих бактерий, наличие которых характерно для природных вод, а не для фильтрата. Нитрат-ионы могут поступать на объекты складирования отходов только в составе осадков, поглощающих образующиеся при электрических разрядах в атмосфере оксиды азота, что не может быть связано с поступлением на объект складирования других загрязнителей. Нитрит-ионы являются промежуточной ступенью процессов нитрификации и денитрификации, которые также характерны для природных систем [5].

Из 231 пары связанных показателей значение  $R^2 > 0,5$  (достаточная для достоверного прогноза взаимосвязь [13]) наблюдается лишь у 15 пар. Авторами проведена оценка применимости полученных 15 зависимостей для 42 контрольных объектов складирования отходов. Уравнения аппроксимации полученных зависимостей, а также погрешность расчета величины неизвестных показателей ( $y$ ) по величине известных ( $x$ ) приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что в среднем погрешность расчета концентрации ионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  с по-

Таблица 1

Результаты расчета значений неизвестных показателей состава свалочного фильтрата ( $y$ ) по значениям известных ( $x$ ) для 42 контрольных объектов с помощью полученных зависимостей и нормы погрешностей их измерения

Показатели состава фильтрата		Уравнение аппроксимации	Средняя погрешность расчета, $\pm\%$	Нормы погрешности измерения, $\pm\%$ [15]
$y$	$x$			
$\text{Mn}^{2+}$	ХПК	$y = 0,0008x + 0,246$	1045	50
$\text{Fe}_{\text{общ}}$	ХПК	$y = 0,008x - 11,586$	604	40
$\text{Zn}^{2+}$	ХПК	$y = 0,0002x + 0,0051$	118	50
$\text{Na}^+$	$\text{Cl}^-$	$y = 0,5564x + 190,71$	13	25
$\text{K}^+$	$\text{Cl}^-$	$y = 0,328x + 121,76$	24	30
$\text{K}^+$	$\text{Na}^+$	$y = 0,4771x + 182,03$	24	30
$\text{Ni}^{2+}$	$\text{Na}^+$	$y = 0,0006x - 0,3665$	144	50
$\text{Mn}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$y = 0,0257x - 1,0002$	202	50
$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Mn}^{2+}$	$y = 0,1913x - 0,4542$	143	50
$\text{Cd}^{2+}$	$\text{Mn}^{2+}$	$y = 0,0022x + 0,0164$	53	50
$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Fe}_{\text{общ}}$	$y = 0,0235x + 0,46$	106	50
$\text{Cd}^{2+}$	$\text{Fe}_{\text{общ}}$	$y = 0,0002x + 0,0177$	43	50

мощью полученных зависимостей не превышает нормы погрешности измерения показателей состава сточных вод, составляющей 30...50 % согласно ГОСТ 27384—2002 [15]. Также видно, что средняя погрешность расчета показателей состава свалочного фильтрата с использованием полученных зависимостей варьируется в диапазоне 13...1045 %. Высокая погрешность, по-видимому, объясняется тем, что в природных и близких к ним процессах на содержание загрязнителей в воде влияет не один, а множество факторов [5, 6].

Для учета совокупности факторов, влияющих на формирование состава свалочного фильтрата, и выявления многофакторной взаимосвязи проведен множественный корреляционно-регрессионный анализ исследуемых показателей состава фильтрата 96 объектов складирования ТБО.

Поскольку точность результатов многофакторного анализа зависимости функции  $y$  от переменных  $x_n$  снижается при наличии корреляционной взаимосвязи между рассматриваемыми переменными (мультиколлинеарность) [13], для множественного корреляционно-регрессионного анализа отбирались лишь те зависимости вида  $y = f(x_n)$ , между переменными которых ( $x_n$ ) отсутствовала корреляционная взаимосвязь, т. е.  $R^2 < 0,1$  (см. рис. 2). Была проведена оценка применимости полученных зависимостей для 42 контрольных объектов складирования отходов. Уравнения аппроксимации полученных зависимостей, а также погрешность расчета концентрации неизвестного показателя ( $y$ ) по величине концентрации известных ( $x_n$ ) приведены в табл. 2.

Результаты расчета значений неизвестных показателей состава свалочного фильтрата ( $y$ ) по значению известного ( $x_n$ ) для 42 контрольных объектов с помощью полученных зависимостей и нормы погрешностей их измерения

Показатели состава фильтрата				Уравнение аппроксимации	Средняя погрешность расчета, $\pm\%$	Нормы погрешности измерения, $\pm\%$ [15]
$y$	$x_1$	$x_2$	$x_3$			
ХПК	$Mg^{2+}$	$Fe_{общ}$	—	$y = 152,3x_1^{0,48} x_2^{0,28}$	35	40
$NH_4^+$	$K^+$	$Cr_{общ}$	—	$y = 767,1 + 0,5x_1 + 406,9x_2$	519	35
$P_{общ}$	$Cr_{общ}$	$Cu^{2+}$	—	$y = -49,5 - 3,3x_1 + 1611,2x_2$	1303	40
$Fe_{общ}$	$Zn^{2+}$	$Cd^{2+}$	—	$y = -10,6 + 35,7x_1 + 172,0x_2$	207	40
$Mg^{2+}$	$Cr_{общ}$	ХПК	—	$y = 1,83x_1^{0,17} x_2^{0,59}$	58	40
$Mg^{2+}$	ХПК	$Cu^{2+}$	—	$y = 17,89x_1^{0,41} x_2^{0,41}$	42	40
$Mg^{2+}$	$Cr_{общ}$	$Mn^{2+}$	—	$y = 266,93x_1^{0,31} x_2^{0,33}$	98	40
$Mg^{2+}$	$Cr_{общ}$	$Cu^{2+}$	—	$y = 638,68x_1^{0,26} x_2^{0,35}$	155	40
$Mg^{2+}$	ХПК	$Cr_{общ}$	$Cu^{2+}$	$y = 12,20x_1^{0,45} x_2^{0,04}$	37	40
$Mg^{2+}$	$Cr_{общ}$	$Cu^{2+}$	$Mn^{2+}$	$y = 291,69x_1^{0,19} x_2^{0,30}$	67	40
$Mn^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Fe_{общ}$	—	$y = 0,01x_1^{0,73} x_2^{0,37}$	87	50
$Mn^{2+}$	$Zn^{2+}$	$Cd^{2+}$	—	$y = 8,56x_1^{0,44} x_2^{0,38}$	218	50
$K^+$	$NH_4^+$	$Cl^-$	—	$y = 47,8 + 0,1x_1 + 0,3x_2$	29	30
$K^+$	$NH_4^+$	$Ni^{2+}$	—	$y = 243,4 + 0,3x_1 + 389,1x_2$	46	30
$K^+$	$Cl^-$	$Ni^{2+}$	—	$y = 116,3 + 0,3x_1 + 192,7x_2$	24	30
$K^+$	$NH_4^+$	$Cl^-$	$Ni^{2+}$	$y = 49,7 + 0,05x_1 + 0,3x_2 + 188,8x_3$	28	30
$Na^+$	$Ni^{2+}$	$Cl^-$	—	$y = 282,4 + 668,9x_1 + 0,4x_2$	25	25
$Cl^-$	ХПК	$Na^+$	—	$y = 1290,1 + 0,01x_1 + 0,7x_2$	25	25
$Cr_{общ}$	$P_{общ}$	$Mg^{2+}$	—	$y = 0,04x_1^{0,23} x_2^{0,25}$	59	40
$Ni^{2+}$	$Na^+$	$Cu^{2+}$	—	$y = 0,0002x_1^{1,14} x_2^{0,39}$	63	50
$Ni^{2+}$	$K^+$	$Cu^{2+}$	—	$y = 0,0009x_1^{0,96} x_2^{0,25}$	65	50
$Cu^{2+}$	$P_{общ}$	$Mg^{2+}$	—	$y = 0,09 + 0,0004x_1 + 0,0003x_2$	114	50
$Cu^{2+}$	$Ni^{2+}$	$Mg^{2+}$	—	$y = 0,009x_1^{-0,04} x_2^{0,39}$	60	50

Как видно из табл. 2, в среднем погрешность расчета показателей состава фильтрата с использованием полученных зависимостей изменяется от 24 % ( $K^+$ ) до 1303 % ( $P_{общ}$ ). Также видно, что в среднем погрешность расчета показателей ХПК,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Na^{2+}$ ,  $Cl^-$  с помощью многофакторных зависимостей не превышает нормы погрешности измерения показателей состава сточных вод (30—50 %) согласно ГОСТ 27384—2002 [15]). Полученные одно- (см. табл. 1) и многофакторные (см. табл. 2) зависимости позволяют оперативно оценивать величину показателей состава свалочного фильтрата на основе известной величины других показателей, что дает возможность снизить количество проводимых химических анализов проб фильтрата.

### Выводы

1. Определены закономерности формирования качественного состава свалочного фильтрата. На основе вероятностно-статистической оценки с

учетом географического расположения объектов складирования отходов выявлены приоритетные показатели состава фильтрата различных групп стран: страны Европы, Азии и СНГ.

Показано, что набор приоритетных показателей практически не изменяется в зависимости от природно-климатических и социально-экономических условий территории расположения объектов складирования. Приоритетными показателями состава фильтрата вне зависимости от условий размещения объекта являются  $NH_4^+$ , БПК<sub>5</sub>, ХПК,  $P_{общ}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Fe_{общ}$ ,  $NO_2^-$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Na^-$ ,  $Cr_{общ}$ .

2. Выявлена взаимосвязь содержания различных компонентов в свалочном фильтрате. Получены одно- и многофакторные зависимости, позволяющие оперативно оценить величину показателей состава свалочного фильтрата на основе величины других показателей.



### Список литературы

1. **Resolution** adopted by the United Nations General Assembly on the report № A/64/432 of the Third Committee. — 2010. 10 p.
2. **Стратегия** национальной безопасности РФ до 2020 года. Утв. 12 мая 2009 г. Указом Президента Российской Федерации № 537.
3. **Резолюция** Второго Международного форума "Чистая вода-2010". Москва, 20–23 октября 2010 г.
4. **Красногорская Н. Н., Елизарьев А. Н., Княшко И. Ю., Фашевская Т. Б.** Оценка влияния свалочного фильтрата на водные объекты. Количественный аспект // Безопасность жизнедеятельности. — 2010. — № 10. — С. 20–27.
5. **Артемов Н. И., Середа Т. Г., Костарев С. Н., Низамутдинов О. Б.** Технологии автоматизированного управления полигоном твердых бытовых отходов. — Пермь: НИИ-УМС, 2003. — 266 с.
6. **Потапов П. А., Пупырев Е. И., Потапов А. Д.** Методы локализации и обработки фильтрата полигонов захоронения твердых бытовых отходов. — М.: Изд-во АСВ, 2004. — 168 с.
7. **Robinson H.** A review of the composition of leachates from domestic wastes in landfill sites. Report No. CWM 072/95 // Waste technical division, Environment Agency. — 1996. — August. — 500 p.
8. **Sustainable Solid Waste Landfill Management in Asia.** Final Report Phase-I of Swedish International Development Agencies (SIDA). — Shanghai: Tongji university. — 125 p.
9. **Belevi H., Baccini P.** Long-term leachate emissions from municipal solid waste landfills. 1992.
10. **Robinson H.** The composition of leachates from very large landfills: an international review // CWRM, UK; IWM Business Services Ltd. — 2007. — June. — Vol. 8. — P. 1932.
11. **Stuart M., Klinck B.** A catalogue of leachate quality for selected landfills from newly industrialized countries. Technical report WC/98/49 of British Geological Survey. — Nottingham: NERC, 1999. — 78 p.
12. **Рождественский А. В., Чеботарев А. И.** Статистические методы в гидрологии. — Л.: Гидрометеиздат, 1974. — 424 с.
13. **Weisberg S.** Applied linear regression. — New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2005. — 330 p.
14. **Путилина В. С., Галицкая И. В., Юганова Т. И.** Влияние органического вещества на миграцию тяжелых металлов на участках складирования твердых бытовых отходов: Аналит. обзор / ГПНТБ СО РАН; ИВЭП СО РАН. — Новосибирск, 2005. — 100 с.
15. **ГОСТ 27384–2002** Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств. — М.: Изд-во стандартов, 2004.

УДК 622.271.46

**Г. А. Холодныков**, д-р техн. наук, проф., **О. Е. Русак**, асп., Национальный минерально-сырьевой университет "Горный", г. Санкт-Петербург  
E-mail: rusakol@yandex.ru

## Обеспечение безопасного хранения отходов горного производства при ведении открытых горных работ

*Рассмотрена схема складирования отходов горного производства при ведении открытых горных работ. Особенностью схемы является возможность совмещения работ по складированию и рекультивации. Такой подход позволит в значительной мере защитить окружающую среду от воздействия формируемого техногенного месторождения и сохранить складированное полезное ископаемое.*

**Ключевые слова:** складирование, техногенные месторождения, отходы горного производства, отвалообразование, рекультивация

**Kholodnyakov H. A., Rusak O. E.** *Providing of Safety Stockpiling of Mine Development Wastes During Open-Cast Mining*

*Scheme of stockpiling of rocks — wastes of surface mine development is described in article. Specificity of scheme is possibility of combining in time stockpiling and reclamation works. Such scheme will allow protecting environment from industrial deposit and saving stockpiling minerals.*

**Keywords:** stockpiling, industrial deposits, wastes of surface mine development, dumping, reclamation

Особенностью открытых горных работ, отличающей их от разработки месторождений полезных ископаемых подземным способом, является тот факт, что в процессе разработки месторождения из карьерного поля, как правило, удаляются большие объемы пород, не являющихся полезными ископаемыми. К ним относятся так называемые вскрышные породы — породы, которые не рассматриваются как полезное ископаемое и традиционно размещаются в отвалах, и плодородно-почвенный слой, который на время работы карьера размещают в специальных складах с целью сохранения и предотвращения ухудшения его качества.

Развитие технологий направлено на то, чтобы человек стремился как можно более полно извлекать полезные ископаемые из земных недр и как можно меньше загрязнять в ходе горных работ окружающую среду. Современная концепция комплексного использования всей горной массы карьерного поля диктует стремление к сокращению отвальных работ и увеличению работ по временному дифференцированному складированию горных пород. Основной проблемой современного метода утилизации неиспользуемых в производстве пород —

отвалообразования — является бессистемное формирование собственно отвалов, в результате которого выделение одного или нескольких полезных компонентов становится невозможным [1]. Селективная выемка разнотипных пород с целью последующего складирования и сохранения для разработки в будущем является шагом к малоотходной (в идеале — безотходной) технологии горного производства.

Предлагаемая схема складирования отходов горного производства позволит решить сразу несколько проблем. По окончании работ полученная насыпь будет представлять из себя техногенное месторождение. Размещенные в складе породы, которые на момент разработки по каким-либо причинам не были использованы в качестве полезного ископаемого (будь то недостаточное содержание полезного компонента, несовершенство технологий и техники и т. п.), будут надежно защищены от внешнего воздействия (размывания, выветривания, смешивания с другими породами и т. п.). Для этого будут употреблены потенциально плодородные породы (горные породы, обладающие ограниченно благоприятными для роста растений физическими и (или) химическими свойствами [2]), которые будут укладываться поверх складированных пород. Затем на них можно нанести плодородно-почвенный слой, предварительно размещенный в специальном складе.

Такой склад может быть самых разных форм и размеров. Очевидно, что параметры склада (в том числе его форма) должны быть предварительно определены с учетом объемов различных типов пород, которые будут в этом складе размещены.

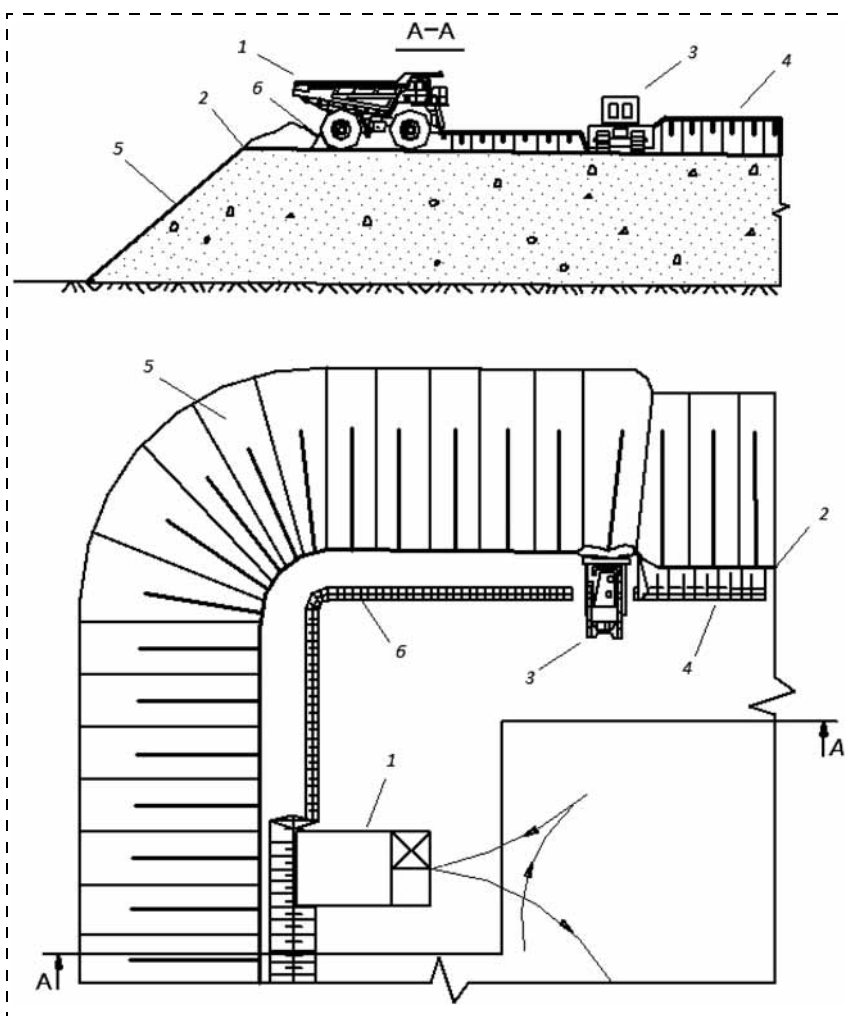
При селективном формировании склада несмотря на усложнение технологии вскрышных и складских работ создаются благоприятные условия для последующего освоения восстановленных площадей и удешевляются рекультивационные работы. Одним из эффективных способов формирования внешнего склада с учетом рекультивации является оставление террас на его откосах. Устройство террас при складировании позволяет не выполнять вылоаживание откосов. При этом результирующий угол откоса склада не должен превышать принятых величин согласно выбранным параметрам рекультивации. Необходимо также отметить, что вылоажива-

ние откосов складов требует значительных трудозатрат и изъятия дополнительных земельных площадей.

С целью ускорения рекультивации склада круглой формы (наиболее благоприятной с точки зрения рационального землепользования на небольших карьерах) предлагается схема селективного формирования, предусматривающая отсыпку приоткосной его части из потенциально плодородных пород по мере складирования. При применении данной схемы въезды располагаются в пределах складской площади на откосах склада.

Наибольший эффект при использовании этой схемы в случае формирования многоярусного склада достигается при опережающей отсыпке периферийной части склада с равным одновременным подвиганием всех ярусов. Это оказывает благоприятное влияние на ускорение рекультивационных работ по складу.

На рисунке представлена схема периферийного складирования (на примере одноярусного склада). Автосамосвал 1 разгружается вдоль верхней бровки складского уступа 2, бульдозер 3 перемещает



Разгрузка автосамосвала по периферии склада



доставленную горную массу 4, образуя складской откос 5. Склад сразу формируется до проектной высоты (в данном случае — в один уступ), затем продолжается его планомерное развитие в принятых по проекту направлениях. В целях обеспечения безопасности на складе по всему фронту в зоне разгрузки формируется предохранительный вал 6, чья высота составляет не менее половины диаметра колеса автомобиля максимальной грузоподъемности, применяемого в данных условиях [3]. Подобная технологическая схема не является единственно возможной и широко используется при отвалообразовании, и применительно к рассматриваемому способу складирования горных пород она является наиболее подходящей в сравнении с альтернативными схемами.

Аналогичным образом производится формирование многоярусных складов. Единственным отличием является необходимость соблюдения дополнительного условия: скорость подвигания нижележащего яруса должна быть не меньше скорости подвигания вышележащего.

Эта схема селективного формирования склада имеет ряд преимуществ по сравнению с другими схемами отсыпки склада: рационально используются потенциально плодородные породы, удаляемые в первые годы эксплуатации карьера; приоткосная часть склада имеет значительную мощность пригодных для рекультивации пород, что важно для устойчивого роста растений с развитой корневой системой; отпадает необходимость выколаживания откосов склада, вследствие чего уменьшаются затраты на его формирование; не требуется изъятие дополнительной земельной площади на выколаживание откосов склада и размещение внешних въездов на склад; после отсыпки террас из потенциально плодородных пород появляется возможность нанесения на рекультивируемую поверхность плодородного слоя почвы.

Планомерное выполнение рекультивационных работ по восстановлению поверхности склада требует своевременной отсыпки потенциально плодородных пород в теле склада при складировании. При этом отношение различных объемов пород предлагается называть коэффициентом селективности формирования склада:

$$K_c = V_{п.п} / V, \quad (1)$$

где  $K_c$  — коэффициент селективности формирования склада;  $V_{п.п}$  — необходимый объем потенциально плодородных пород для формирования склада;  $V$  — общий объем складированных вскрышных пород.

Сущность коэффициента селективности формирования склада состоит в определении объема потенциально плодородных пород из общего объ-

ема складированных в склад вскрышных пород, укладываемых в течение рассматриваемого периода. Предприятия должны стремиться к соблюдению проектного значения коэффициента селективности формирования склада. Это означает, что при складообразовании соблюдаются принципы совмещения складских и рекультивационных работ, поэтому будет обеспечена своевременная рекультивация поверхности склада.

После формирования приоткосной части склада из потенциально плодородных пород ее поверхность покрывается плодородным слоем почвы. Нанесение его осуществляется после полной усадки поверхности склада. Усадка склада определяется периодическим нивелированием его поверхности. Обычно продолжительность усадки бульдозерных складов в зависимости от физико-механических свойств пород составляет 1...2 года. Перед нанесением плодородного слоя почвы горизонтальная поверхность склада тщательно выравнивается с уклоном не более  $2^\circ$ . Мощность плодородного слоя почвы зависит от его объема и на открытых разработках колеблется в пределах 0,1...0,4 м.

Таким образом, при разработке месторождения открытым способом необходимым условием своевременного восстановления нарушенных земель является выбор схемы селективного формирования внешних складов. При этом для успешной организации технологии селективного формирования склада следует производить расчет необходимых объемов потенциально плодородных пород и плодородного слоя почвы по месту их размещения в теле склада. Формирование трехъярусного склада по предлагаемой схеме способствует интенсификации рекультивации его поверхности в ходе ведения складских работ. Кроме того, происходит формирование техногенного месторождения с известными и задокументированными его параметрами в соответствии с паспортом склада. Нанесение на поверхность потенциально плодородных пород и почвенного слоя позволит произвести биологическую рекультивацию, необходимую при длительном сроке существования склада, и защитить залежь от внешних воздействий.

#### Список литературы

1. **Гридина Е. Б.** Переход от отвалообразования к складированию как заключительному технологическому процессу открытых горных работ // Народное хозяйство республики Коми. — 2005. — Т. 14. — № 1. — С. 115—118.
2. **Чемезов В. В., Коврыжников В. Л.** Землепользование и рекультивация нарушенных земель при разработке месторождений золота и алмазов. — Иркутск: ОАО "Иргиредмет", 2007.
3. **Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом:** Госгортехнадзор РФ. — М., 2002.

УДК 614.8 + 550.334.42

**Е. В. Димова**, ст. препод., филиал Дальневосточного федерального университета, г. Южно-Сахалинск, асп. Сахалинского государственного университета  
E-mail: dimova-ekaterina@mail.ru

## Природа, география волн цунами и опасность их проявления для населения Дальнего Востока

*Дана характеристика волн цунами (источники возникновения, предвестники, специфические черты и др.), охарактеризованы их сильнейшие проявления по миру и территории Российской Федерации, а также приведены данные об опасности их проявления для населения Дальнего Востока*

**Ключевые слова:** природная катастрофа, цунами, опасность, риск

**Dimova E. V. The Nature and Geography of the Tsunami Waves and Emergence of Their Appearance for the Far East population**

*The characteristic of tsunami waves (the source, harbingers, peculiar features and others) is given, so their strongest occurrence on the world and the territory of RF are characterized, and also the information of the emergence of their appearance for Far East population are provided in this article.*

**Keywords:** natural disaster, tsunami wave, danger, risk

Само явление цунами старо, как Океан. Рассказы очевидцев о страшных волнах, передававшиеся из уст в уста, со временем становились легендами, а примерно 2000—2500 лет назад появились и письменные свидетельства.

Слово "цунами" — японского происхождения. Оно состоит из двух слов: первое "цу" означает залив, гавань, второе "нами" — волна. Таким образом, в переводе с японского "цунами" означает "волна в гавани".

Цунами — волны на поверхности моря или океана, вызванные главным образом землетрясениями или другими масштабными явлениями (оползнями, извержениями подводных вулканов) [1].

Волны цунами имеют специфические черты, которые резко отличают их от ветровых волн. Во-первых, разница в длине: если длина ветровых волн только в редких случаях превышает 200...300 м, то длина волн цунами в открытом океане достигает 200...300 км, т. е. превосходит длину ветровых волн в 1000 раз. Поэтому волны цунами относятся

к классу "длинных волн" (в отличие от коротких ветровых). Во-вторых, разница в скорости распространения волн. Скорость волн цунами соизмерима со скоростью современного реактивного самолета и в открытом океане может достигать 1000 км/ч.

Периоды обычных ветровых волн измеряются секундами, а периоды волн цунами — минутами (обычно от 10 до 40 мин) иногда даже часами (анализ показывает, что период волн цунами может достигать 2 ч). После землетрясения проходит некоторое время, прежде чем разрушительные морские волны хлынут на берег. Это зависит в первую очередь от расстояния эпицентра подводного землетрясения до берега.

Довольно часто, но не всегда, наступлению громадных разрушительных волн предшествует понижение уровня океана и приход сравнительно небольших волн. Затем может быть вторичное и более значительное понижение уровня, которое продолжается сравнительно долго, и только после этого на берег обрушиваются волны цунами. Бывали случаи, когда во время понижения уровня океана жители прибрежных селений выходили собирать оставшуюся на обезвоженном дне рыбу и погибали в первых же наступивших на берег волнах. Одним из наиболее характерных примеров подобного рода было Алеутское цунами 1946 г. в бухте Хило (Гавайские острова).

Подход волн цунами к берегу иногда сопровождается мощной световой вспышкой, которая напоминает луч прожектора и может быть видна на расстоянии до 20 км в ночное время. Свечение морской воды — явление довольно обычное. Создает его светящийся морской планктон, относящийся к роду ночесветок, один из видов которого распространен почти по всему Мировому океану. В восточных морях (Охотском, Японском), богатых светящимся планктоном, свечение иногда бывает настолько сильным, что ночью на палубе можно читать газету. Иногда при спаде уровня воды, который предшествует наступлению волн цунами, светится морское дно. Свечение в этом случае вызывается многощетинковыми червями,



а также оставшимися на дне планктонными организмами.

Приведем полученный в результате наблюдений перечень основных процессов, приводящих к цунами.

- Внезапное смещение участка поверхности моря или океана в вертикальном направлении (или близком к вертикальному) за счет аналогичного смещения вверх или вниз соответствующего участка морского дна.
- Резкий сдвиг воды в горизонтальном (или близком к нему) направлении вследствие аналогичного смещения больших блоков земной коры с крутыми склонами вблизи глубоководных впадин.
- Надводные или подводные обвалы и оползни.
- Взрывы или крупные извержения подводных вулканов.
- Вибрация дна и др. [2].

В открытом океане волны цунами невелики по высоте (при самых сильных землетрясениях редко превышают 2 м), имеют значительную длину (200...500 км) и скорость распространения (700...800 км/ч).

Малые высоты волн в открытом океане и большие глубины долгое время не давали возможность зарегистрировать цунами вдали от берега. Впервые это удалось сделать 23 февраля 1980 г. Шикотанской исследовательской группе Института морской геологии и геофизики Российской Академии наук.

Цель, которую поставил идеолог этой группы В. М. Жак, — "поймать" цунами в океане задолго до подхода к берегу и заблаговременно оповестить об опасности. В развитие идеи В. М. Жака в настоящее время международная служба цунами использует примерно два десятка регистраторов DART, разработанных в США, которые установлены в основном в Тихом океане и снабжены спутниковыми каналами связи [3].

Преобразование и рост волны начинают заметно проявляться у кромки шельфа (глубина 200 м и меньше) и происходят наиболее интенсивно на глубинах 10...20 м. Попадая в мелководную прибрежную зону, волна деформируется — уменьшается ее длина, при этом растет ее высота с одновременным увеличением крутизны переднего фронта. С приближением к берегу она иногда начинает опрокидываться, создавая движущуюся водяную стенку (бор) и пенящийся, бурлящий водяной поток, который и производит разрушения на берегу. Образующийся при катастрофических цунами высокоскоростной обратный поток уносит в океан обломки зданий, автомобили, деревья, тела людей.

Генерация сильных цунами приурочена к наиболее тектонически активным зонам. Это — окраины Тихого океана (75 % цунами планеты), Средиземное море (12 %), Атлантический океан (9 %) и Индийский океан (3 %) [1].

История знает немало примеров цунами, обладавших огромной силой и понесших за собой тяжелейшие последствия. Ниже приведен перечень событий, унесших наибольшее количество человеческих жизней.

1703 г., Япония — 5233 человека.

1707 г., Япония — 30 000 человек.

1771 г., Япония — 13 486 человек.

1782 г., Южно-Китайское море — 40 000 человек.

1792 г., Япония — 15 030 человек.

1826 г., Япония — 27 000 человек.

1868 г., Чили — 25 674 человека.

1883 г., Зондский пролив (о. Кракатау, Индонезия) — 36 000 человек.

1896 г., Япония — 22 070 человек.

В 2004 г. цунами в Индийском океане привело к гибели 250 000 человек. Остров Суматра принял самый мощный удар. Многие населенные пункты в провинции Ачех на северной оконечности Суматры была полностью смыты, а главный город Банда-Ачех разрушен. В Банда-Ачехе за 15 мин. погибло три четверти населения. Все постройки и деревья на берегу исчезли. В некоторых городах и деревнях погибло до 70 % жителей (рис. 1—3 — см. 4-ю стр. обложки). Цунами принесло с собой хаос. Бурлившие жизнью города, деревни, морские курорты превратились в груды развалин, мусора, трупов. Даже в зоне военных действий сохраняется множество зданий. Цунами не пощадило ни одного [4].

Причиной цунами в Индийском океане, произошедшего 26 декабря 2004 г., стало землетрясение в зоне подвига Индо-Австралийской плиты под Евразийскую. Это землетрясение с  $M = 9,3$  было самым сильным на планете за последние 40 лет. Когда плиты сдвинулись, морское дно вдоль тектонического разлома потрескалось и смялось. К востоку от разлома оно поднялось на несколько метров, всколыхнув океаническое пространство на площади в сотни квадратных километров. Такое мощное сотрясение воды породило волны, которые стали быстро распространяться в обе стороны от разлома.

В открытом океане они неслись со скоростью 800 км/ч, но были очень низкими и длинными — практически незаметными. Но по мере продвижения к берегу и уменьшения глубины их бег замедлялся, и они росли в высоту.

Очевидцы рассказывали, что сначала вода стремительно отхлынула от берега, словно в сильный отлив (рис. 4 — см. 4-ю стр. обложки). Она "втя-



гивалась" в растущие на горизонте волны. Эти мощные волны подходили с интервалами 5...40 мин и прорывались далеко вглубь суши, а потом отступали (рис. 5 — см. 4-ю стр. обложки) назад, смывая все на своем пути [4].

Цунами унесло жизни более 200 тыс. человек. До полумиллиона получили ранения, и в первые часы после катастрофы остро стоял вопрос о помощи тем, кто выжил. Когда были спасены оставшиеся в живых, началось самое тяжелое: подсчет и опознание погибших. Около 40 % погибших — пропавшие без вести; очевидно их тела унесло в море.

Сильнее всего пострадала провинция Ачех, находившаяся на севере о. Суматра достаточно близко к эпицентру землетрясения. Здесь и на соседнем острове Ниас в волнах цунами утонуло около 200 тыс. человек [4].

На втором месте (после Индонезии) по числу жертв оказалась Шри-Ланка: 35 тыс. человек, включая пропавших без вести. Много жертв было и в Таиланде: официально подтверждена смерть около 5400 человек, в том числе около 2400 туристов из 36 стран. Индия потеряла примерно 16 тыс. человек. Жертвами цунами стали также жители Мьянмы, Бангладеша, Малайзии, Мальдив, Сейшельских островов, Сомали, Кении и Танзании. На большинство стран обрушились несколько волн [4].

Причинами такого большого количества жертв стало: во-первых, слабая информированность населения о действиях при угрозе цунами; во-вторых, отсутствие службы предупреждения цунами; и в третьих — пренебрежение мерами безопасности при строительстве объектов в прибрежной зоне [4].

Контрастом к описанным массовым жертвам оказалось количество погибших на о. Симелу, который расположен в Индийском океане к западу от северной оконечности о. Суматра вблизи эпицентра катастрофического землетрясения 26 декабря 2004 г. и был первым атакован цунами. На острове длиной 111 км с 76 тысячами жителей погибли от цунами 7 человек. Даже для специалистов по цунами такая цифра в сравнении с количеством жертв в других районах показалась удивительной. Но объяснение было простым. Сильные цунами в Индийском океане происходят намного реже, чем в Тихом океане, разрушения и жертвы забываются. Но на этом острове сохранилась историческая память о прошлых цунами, в местном языке существует свой термин "смонг" для обозначения этого явления, и жители знали, что после сильного землетрясения нужно немедленно уходить на возвышен-

ные места. Так что смысл фразы "знание спасает жизнь" оказался абсолютно точным [5].

В России наиболее подвержено воздействию волн цунами побережье Дальнего Востока. Ниже перечислены некоторые из проявлений этой грозной стихии.

6 октября 1737 г. произошло землетрясение близ восточных берегов Камчатки. Высота возбужденных волн цунами достигала 25...30 м, что привело к очень большим разрушениям почти во всех прибрежных поселках восточной Камчатки. Вследствие слабой заселенности в то время жертв среди населения было немного [6].

5 ноября 1952 г. произошло цунами, которое является сильнейшим в истории Дальневосточного региона России, а также считается одним из самых разрушительных событий XX века. Волна, высота которой превышала на отдельных участках береговой линии 20 м, разрушила и унесла в океан большинство строений и портовых сооружений г. Северо-Курильска (о. Парамушир), лишив жизни 2336 человек. Источник волны цунами, порожденной подводным землетрясением с  $M = 9,0$ , имел протяженность свыше 800 км при ширине около 100 км. Цунами, начавшееся с осушения бухты на расстоянии около 1 км от береговой линии, обрушило на побережье три гигантских волн с интервалом между гребнями около 30 мин.

До прихода волн цунами на островах Северо-Курильского района: Парамушире, Шумшу, Алаиде и Онекотане в течение примерно 30 мин., 5 ноября 1952 г. в 3.55—4.05 часов по местному времени, а также в южной части полуострова Камчатки ощущались сильные подземные толчки, от которых во многих домах разрушились печи, потрескались стены, осыпалась штукатурка, побилась посуда и пр. На о. Парамушир наблюдались трещины в земле шириной 20...35 см. Примерно через 40 мин после первых толчков хлынула волна высотой около 8 м. Эта волна разрушила в поселках прибрежные дома, промышленные предприятия и административные здания. Примерно через 10 мин хлынула вторая волна большей высоты до 12...14 м. Эта волна разрушила до основания все строения и унесла обломки в море. На протяжении 20...30 мин в городе стоял ужасный шум бурлящей воды и ломающихся зданий. Дома и крыши кидало как спичечные коробки и уносило в море. Пролив, разделяющий острова Парамушир и Шумшу, сплошь был заполнен плавающими домами, крышами и множеством обломков. Спасшиеся люди, напуганные происходящим, в панике, бросая взятые вещи, кинулись бежать в горы.

Произошедшие 4 октября 1994 г. цунами возникло вблизи острова Шикотан в результате зем-



летрясения с  $M = 8,3$  и произвело множество разрушений береговых построек. Весь остров опустился примерно на 60 см, что зафиксировано показаниями мареографа в п. Малокурильское. В г. Южно-Курильске, удаленном от Шикотана на 120 км, волной цунами был сорван с фундамента одноэтажный жилой дом и перенесен вглубь острова на 500 м. Максимальная высота заплеска волны достигала 15 м. От землетрясения погибли 11 человек [2].

22 августа 2007 г. произошло Невельское цунами, которое было вызвано землетрясением с  $M = 6,2$  с очагом в сравнительной близости от г. Невельска. Наибольшие высоты волн были выявлены в северной части Невельского района, причем в этом районе оно началось с сильного отлива практически сразу же после основных толчков. Максимальные заплески на пляже отмечены свежим выбросом морской капусты, местами образующей мощный вывал. Волна зашла в реку Асанай и на расстояние примерно 400 м от устья занесла крупный древесный пень. Недалеко от этого места у домика в долине уровень воды поднялся примерно на 1 м, и вода затопила часть двора. Местные жители удивлялись, видя волну, шедшую вверх по реке и течение реки в обратном от моря направлении [7].

В Японии, в течение столетий чаще всех страдавшей от цунами, основная идея системы предупреждения воплощена в виде каменной стелы с высеченными на ней иероглифами. Каменный текст гласит: "Помни о землетрясении. Почувствовав землетрясение, вспомни о цунами. Увидев цунами, убегай в сопки!". Чрезвычайно простая, но мудрая философия! [1].

В настоящее время по-прежнему важной остается проблема прогноза цунами. Она требует постоянного совершенствования методов и технических решений, базирующихся на современных достижениях науки.

Совершенно очевидно, что человек не станет переселяться из обжитых морских районов из-за того, что эти районы цунамиопасны. Нельзя и запретить строительство в этих районах. Отсюда следует необходимость предусматривать меры, направленные на снижение ущерба от цунами и исключение жертв. Для этого нужно, в первую очередь, оценить вероятность возникновения цунами в данном месте с заданной высотой волны и в течение определенного промежутка времени. Решение этой проблемы основано на применении методов численного моделирования и статистики, но имеющиеся в арсенале ученых методы недостаточно совершенны. Подобные расчеты очень важны при проектировании объектов в прибрежной зоне и выбора необходимых мер по снижению риска их разрушения.

Прогноз возможных высот волн используется для создания карт цунамирайонирования побережья, с помощью которых можно оценить степень риска, связанного с цунами. На основе таких карт должны приниматься решения, касающиеся любого вида деятельности, в первую очередь, строительства в цунамиопасной зоне [8].

Для строительства портов в цунамиопасных районах предпочтительны широкие, защищенные от океана бухты с узкими входами. Гидротехнические и береговые сооружения лучше располагать на теневых (закрытых к входу) сторонах мысов. Очевидно, что наиболее радикальной защитой от волн цунами было бы возведение берегозащитных морских стен, валов, дамб. Такие сооружения построены на многих участках побережий Японии, Чили и Гавайских островов (рис. 6 — см. 4-ю стр. обложки) [1].

Если построить защитные волноломы на входе в бухты, то они будут защищать не только побережье, но и суда, стоящие в гавани. Такие молы построены в 1967 г. на входе в залив Офунато (Япония). Молы рассчитаны на цунами с высотой волн до 6 м. Эффективность молов была проверена уже на следующий год после их возведения во время цунами 16 мая 1968 г. Высота волн цунами в заливе уменьшилась примерно в 2 раза.

При проектировании нового строительства в цунамиопасной зоне необходимо предусматривать, чтобы жилые дома возводились только на участках, не подвергающихся воздействию волн цунами [1]. Для уже существующих населенных пунктов важно скорректировать генеральные планы и предусмотреть постепенную ликвидацию домов в затопляемой зоне. Такой комплекс работ осуществлялся в п. Усть-Камчатск и на Курильских островах в 1970-е гг., но, к сожалению, еще много строений до сих пор находятся в цунамиопасной зоне.

Проблема быстрой эвакуации населения в цунамиопасных районах России остается основной мерой его защиты и находится в центре внимания органов исполнительной власти соответствующих субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления, а также органов управления, уполномоченных для решения задач по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Мероприятия по эвакуации включают: обучение персонала и населения, систему оповещения о цунами, организацию и проверку транспорта для эвакуации, обеспечения в портах быстрого прекращения и восстановления работ, перемещения и закрепления машин и оборудования и т. п. Для населения Дальнего Востока России неоднократно издавались памятки с описанием свойств волн цунами и необходимых действий при угрозе волн цунами.

Реализация мероприятий по защите населения и территорий от цунами — трудная задача. Например, система оповещения о цунами существует только в населенных пунктах и не охватывает пустынные побережья, посещаемые рыбаками и туристами. Подобные недостатки системы оповещения послужили причиной трагедии с детской экскурсией в Японии во время цунами 26 мая 1983 г. После этого случая во многих бухтах были установлены репродукторы [1].

#### Список литературы

1. **XXI век** — вызовы и угрозы / Под общ. ред. В. А. Владимиров; ЦСИ ГЗ МЧС России. — М.: Ин-октаво, 2005. — 304 с.
2. **Кофф Г. Л., Левин Б. В., Морозов Е. Н., Барсукова О. В.** Оценка риска цунами и сейсмического риска береговых

зон Сахалинской области. — М., Южно-Сахалинск, 2005. — 61 с.

3. **Оповещение** об опасности цунами. Режим доступа: <http://nctr.pmel.noaa.gov/Dart/index.html>
4. **Неукротимая планета** / Д. Берни, Д. Гиллин, С. Койн, П. Симонс: Пер. с англ. — М.: ЗАО "Издательский дом "Ридерз Дайджест". / Пер. с англ., 2008. — 320 с.
5. **Кайстренко В. М., Разжигаева Н. Г., Королев Ю. П., Полухин Н. В., Зайцев А. И.** Проявления цунами 26 декабря 2006 г. на побережье Индонезии (по результатам международной экспедиции) // Вестник ДВО РАН. — 2006. — № 1. — С. 123—130.
6. **Щетников Н. А.** Цунами. — М.: Наука, 1981. — 88 с.
7. **Невельское** землетрясение и цунами 2 августа 2007 года, о. Сахалин / Б. В. Левин и др. — М.: Янус-К, 2009. — 204 с.
8. **Кайстренко В. М., Иващенко А. И., Храмушин В. Н., Золотухин Д. Е.** Цунамиопасность. Карты. Атлас Курильских островов. — Владивосток: ИПЦ "ДИК", 2009. — С. 134—135, 137.

УДК 005:355.58:342.1:628.58

**В. В. Новиков**, канд. воен. наук, доц., Московский городской психолого-педагогический университет  
E-mail: [novicov.slava@yandex.ru](mailto:novicov.slava@yandex.ru)

## О совершенствовании системы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера

*Показана роль внесенных изменений в Федеральный закон "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера", которые призваны повысить эффективность системы реагирования на угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций и направлены на создание дополнительных условий для совершенствования системы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.*

**Ключевые слова:** чрезвычайная ситуация, режим функционирования органов управления и сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, режим повседневной деятельности, режим повышенной готовности и режим чрезвычайной ситуации, уровень реагирования на чрезвычайные ситуации

**Novikov V. V.** *About Improvement of System of Protection of the Population and Territories from Emergency Situations of Natural and Technogenic Character.*

*The role of the brought changes in the Federal law "About protection of the population and territories against emergency situations of natural and lechnogenic character", which are urged to increase system effectiveness of response to threats of emergence of emergency situations is shown, and also are directed on creation of additional conditions for improvement of system of protection of the population and territories from emergency situations of natural and technogenic character.*

**Keywords:** an emergency situation, a mode of functioning of governing bodies and forces of uniform state system of the prevention and elimination of emergency situations, a mode of daily activity, a mode of the increased readiness and a mode of an emergency situation, emergency response level



В Федеральном законе от 21 декабря 1994 года № 68-ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" [1] чрезвычайная ситуация определяется как обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. Это определение служит базой при решении вопросов классификации чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера и важной составной частью обеспечения противодействия чрезвычайным ситуациям.

Классификация ЧС, построенная по масштабу распространения, количеству пострадавших либо размеру материального ущерба, применяется органами управления и силами единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

**Примечание.** РСЧС объединяет органы управления, силы и средства федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций, в полномочия которых входит решение вопросов в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, и осуществляет свою деятельность в целях выполнения задач, предусмотренных Федеральным законом "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" [2].

Согласно перечисленным выше критериям (показателям) чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера подразделяются на ЧС: локального, муниципального, межмуниципального, регионального, межрегионального и федерального характера [3].

**ЧС локального характера** — территория, на которой сложилась чрезвычайная ситуация и нарушены условия жизнедеятельности людей (далее — зона чрезвычайной ситуации), не выходит за пределы территории объекта, при этом количество людей, погибших или получивших ущерб здоровью (далее — количество пострадавших), составляет не более 10 человек либо размер ущерба окружающей природной среде и материальных потерь (далее — размер материального ущерба) составляет не более 100 тыс. руб. Ликвидация ЧС локального характера проводится силами и средствами организации (объекта).

**ЧС муниципального характера** — зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории одного поселения или внутригородской тер-

ритории города федерального значения, при этом количество пострадавших составляет не более 50 человек либо размер материального ущерба составляет не более 5 млн руб., а также данная чрезвычайная ситуация не может быть отнесена к ЧС локального характера. Ликвидация ЧС муниципального характера осуществляется силами и средствами органов местного самоуправления;

**ЧС межмуниципального характера** — зона чрезвычайной ситуации затрагивает территорию двух и более поселений, внутригородских территорий города федерального значения или межселенную территорию, при этом количество пострадавших составляет не более 50 человек либо размер материального ущерба составляет не более 5 млн руб.

**ЧС регионального характера** — зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории одного субъекта Российской Федерации, при этом количество пострадавших составляет свыше 50 человек, но не более 500 человек либо размер материального ущерба составляет свыше 5 млн рублей; но не более 500 млн руб.

Ликвидация ЧС межмуниципального и регионального характера осуществляется силами и средствами органов местного самоуправления, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, оказавшихся в зоне чрезвычайной ситуации.

**ЧС межрегионального характера** — зона чрезвычайной ситуации затрагивает территорию двух и более субъектов Российской Федерации, при этом количество пострадавших составляет свыше 50 человек, но не более 500 человек либо размер материального ущерба составляет свыше 5 млн рублей, но не более 500 млн руб.

**ЧС федерального характера**, в результате которой количество пострадавших составляет свыше 500 человек либо размер материального ущерба составляет свыше 500 млн руб.

Ликвидация чрезвычайных ситуаций межрегионального и федерального характера осуществляется силами и средствами органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, оказавшихся в зоне чрезвычайной ситуации.

При недостаточности указанных сил и средств привлекаются в установленном порядке силы и средства федеральных органов исполнительной власти.

**Примечание.** Границы зоны чрезвычайной ситуации определяются назначенным в соответствии с законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации руководителем работ по ликвидации ЧС на основе классификации чрезвычайных ситуаций и по согласованию с исполнительными органами государственной власти и органами местного самоуправления, на территориях которых сложилась чрезвычайная ситуация.

Порядок действий органов управления, сил и средств по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций изложен в постановлении Правительства РФ от 30 декабря 2003 г. № 794 "О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций" [2].

В Положении о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, утвержденном постановлением Правительства РФ от 30 декабря 2003 г. № 794, определено, что при отсутствии угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций на объектах, территориях или акваториях органы управления и силы единой системы функционируют в режиме повседневной деятельности [2].

Решениями руководителей федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций, на территории которых могут возникнуть или возникли чрезвычайные ситуации, либо к полномочиям которых отнесена ликвидация чрезвычайных ситуаций, для соответствующих органов управления и сил РСЧС может устанавливаться один из следующих режимов функционирования:

— режим повседневной деятельности — при отсутствии угрозы возникновения чрезвычайной ситуации;

— режим повышенной готовности — при угрозе возникновения чрезвычайных ситуаций;

— режим чрезвычайной ситуации — при возникновении и ликвидации чрезвычайных ситуаций [2].

Основные мероприятия, проводимые органами управления и силами РСЧС в режиме повседневной деятельности, повышенной готовности или чрезвычайной ситуации, приведены в Приложении 1.

В соответствии со ст. 25 [2] постановления РФ от 30 декабря 2003 г. № 794 руководители федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций, принимая решение о введении для соответствующих органов управления и сил единой системы режима повышенной готовности или режима чрезвычайной ситуации, должны учитывать обстоятельства, послужившие основанием для введения одного из режимов:

— границы территории, на которой может возникнуть чрезвычайная ситуация, или границы зоны чрезвычайной ситуации;

— силы и средства, привлекаемые к проведению мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайной ситуации;

— перечень мер по обеспечению защиты населения от чрезвычайной ситуации или организации работ по ее ликвидации;

— должностные лица, ответственные за осуществление мероприятий по предупреждению чрезвычайной ситуации, или руководитель работ по ликвидации чрезвычайной ситуации.

Кроме того, руководители федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций должны информировать население через средства массовой информации и по иным каналам связи о введении на конкретной территории соответствующих режимов функционирования органов управления и сил РСЧС, а также мерах по обеспечению безопасности населения.

Однако существующий порядок разграничения полномочий федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов власти местного самоуправления и организаций не позволяет четко разграничить компетенцию указанных органов, поэтому при возникновении чрезвычайных ситуаций их действия бывают разрозненными и требующими длительных процедур согласования.

Понятия "Режим функционирования органов управления и сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций" в нормативных правовых актах Российской Федерации не было.

Федеральный закон от 01.04.2012 года № 23-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" [4] впервые вводит понятие: **режим функционирования органов управления и сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций** — это определяемые в зависимости от обстановки, прогнозирования угрозы чрезвычайной ситуации и возникновения чрезвычайной ситуации **порядок организации деятельности** органов управления и сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и **основные мероприятия**, проводимые указанными органами и силами РСЧС в режиме повседневной деятельности, при введении режима повышенной готовности или чрезвычайной ситуации.

Положения новой статьи 4.1. Функционирование органов управления и сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (введена Федеральным законом от 01.04.2012 № 23-ФЗ) предусматривают установление тех же трех режимов функциониро-



вания: повседневной деятельности, повышенной готовности, чрезвычайной ситуации.

Федеральным законом от 01.04.2012 № 23-ФЗ введена в Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ часть седьмая — понятие **уровень реагирования на чрезвычайную ситуацию**. Уровень реагирования — это состояние готовности органов управления и сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций к ликвидации чрезвычайной ситуации, требующее от органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций принятия дополнительных мер по защите населения и территорий от чрезвычайной ситуации в зависимости от классификации чрезвычайных ситуаций и характера развития чрезвычайной ситуации.

Помимо закрепления законом № 23-ФЗ трех режимов функционирования устанавливаются пять уровней реагирования на чрезвычайные ситуации — объектовый, местный, региональный (межмуниципальный), федеральный и особый.

При введении режима повышенной готовности или чрезвычайной ситуации в зависимости от последствий чрезвычайной ситуации, привлекаемых к предупреждению и ликвидации чрезвычайной ситуации сил и средств РСЧС, классификации чрезвычайных ситуаций и характера развития ЧС, а также других факторов, влияющих на безопасность жизнедеятельности населения и требующих принятия дополнительных мер по защите населения и территорий от чрезвычайной ситуации, устанавливается один из следующих уровней реагирования:

— объектовый уровень реагирования:

решением руководителя организации при ликвидации чрезвычайной ситуации силами и средствами организации, оказавшейся в зоне чрезвычайной ситуации, если зона чрезвычайной ситуации находится в пределах территории данной организации;

— местный уровень реагирования:

решением главы поселения при ликвидации чрезвычайной ситуации силами и средствами организаций и органов местного самоуправления, оказавшихся в зоне чрезвычайной ситуации, которая затрагивает территорию одного поселения;

решением главы муниципального района при ликвидации чрезвычайной ситуации силами и средствами организаций и органов местного самоуправления, оказавшихся в зоне чрезвычайной ситуации, которая затрагивает межселенную территорию, либо территории двух и более поселений, либо территории поселений и межселенную тер-

риторию, если зона чрезвычайной ситуации находится в пределах территории одного муниципального района;

решением главы городского округа при ликвидации чрезвычайной ситуации силами и средствами организаций и органов местного самоуправления, оказавшихся в зоне чрезвычайной ситуации, если зона чрезвычайной ситуации находится в пределах территории городского округа;

решением должностных лиц, определяемых законами субъектов Российской Федерации — городов федерального значения Москвы и Санкт-Петербурга, при ликвидации чрезвычайной ситуации на внутригородских территориях городов федерального значения Москвы и Санкт-Петербурга;

— региональный (межмуниципальный) уровень реагирования:

решением высшего должностного лица субъекта Российской Федерации (руководителя высшего исполнительного органа государственной власти субъекта Российской Федерации) при ликвидации чрезвычайной ситуации силами и средствами организаций, органов местного самоуправления и органов исполнительной власти субъекта Российской Федерации, оказавшихся в зоне чрезвычайной ситуации, которая затрагивает территории двух и более муниципальных районов либо территории муниципального района и городского округа, если зона чрезвычайной ситуации находится в пределах территории одного субъекта Российской Федерации;

— федеральный уровень реагирования:

решением Правительства Российской Федерации при ликвидации чрезвычайной ситуации силами и средствами органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, оказавшихся в зоне чрезвычайной ситуации, которая затрагивает территории двух и более субъектов Российской Федерации;

— особый уровень реагирования:

решением Президента Российской Федерации при ликвидации чрезвычайной ситуации с привлечением в соответствии с законодательством Российской Федерации сил и средств федеральных органов исполнительной власти, в том числе специально подготовленных сил и средств Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск и воинских формирований.

При введении режима повышенной готовности или чрезвычайной ситуации, а также при установлении уровня реагирования для органов управления и сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций предусматривается возможность соответствующим органам государственной власти или должностным

лицам определять руководителя работ по ликвидации чрезвычайной ситуации и принимать дополнительные меры по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Руководитель работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций по согласованию с органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления и организациями, на территориях которых возникла чрезвычайная ситуация, устанавливает границы зоны чрезвычайной ситуации, порядок и особенности действий по ее локализации, а также принимает решения по проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Решения руководителя работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций являются обязательными для всех граждан и организаций, находящихся в зоне чрезвычайной ситуации, если иное не предусмотрено законодательством Российской Федерации [4]. Права, обязанности и полномочия руководителя работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций изложены в ст. 14 Федерального закона "Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей" от 22.08.1995 г. № 151 — ФЗ (Приложение 2).

В Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 68-ФЗ внесен перечень дополнительных мер по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций при установлении режима повышенной готовности или чрезвычайной ситуации и соответствующего уровня реагирования на чрезвычайную ситуацию:

— ограничивать доступ людей и транспортных средств на территорию, на которой существует угроза возникновения чрезвычайной ситуации, а также в зону чрезвычайной ситуации;

— определять порядок разбронирования резервов материальных ресурсов, находящихся в зоне чрезвычайной ситуации, за исключением государственного материального резерва;

— определять порядок использования транспортных средств, средств связи и оповещения, а также иного имущества органов государственной власти, органов местного самоуправления и организаций;

— приостанавливать деятельность организации, оказавшейся в зоне чрезвычайной ситуации, если существует угроза безопасности жизнедеятельности работников данной организации и иных граждан, находящихся на ее территории;

— осуществлять меры, обусловленные развитием чрезвычайной ситуации, не ограничивающие прав и свобод человека и гражданина и направленные на защиту населения и территорий от чрезвычайной ситуации, создание необходимых условий для предупреждения и ликвидации чрезвычайной ситуации и минимизации ее негативного воздействия.

Кроме того, в статью 14. "Обязанности организаций в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций" Федерального закона от 21.12.1994 № 68-ФЗ [1] внесены два дополнения, касающиеся руководителя организации.

Первое — руководитель организации, на территории которой может возникнуть или возникла чрезвычайная ситуация, вводит режим повышенной готовности или чрезвычайной ситуации для органов управления и сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и принимает решение об установлении уровня реагирования и о введении дополнительных мер по защите от чрезвычайной ситуации работников данной организации и иных граждан, находящихся на ее территории.

Второе — руководитель организации, на территории которой может возникнуть или возникла чрезвычайная ситуация, и назначенный им руководитель работ по ликвидации чрезвычайной ситуации несут ответственность за проведение работ по предотвращению и ликвидации чрезвычайной ситуации на территории данной организации в соответствии с законодательством Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации.

### Выводы

1. Федеральный закон от 01.04. 2012 года № 23-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" [4] разработан в целях повышения эффективности системы реагирования на угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций или возникающие чрезвычайные ситуации.

2. Создание дополнительных условий новым законом направлено на совершенствование защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

3. Внесенные изменения позволят обеспечить согласованные и эффективные действия органов государственной власти, местного самоуправления, а также организаций при возникновении угрозы или ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

4. Повысить степень оперативности принимаемых решений на предупреждение и ликвидацию чрезвычайных ситуаций.

5. Новый закон будет способствовать решению существующей проблемы, связанной с определением лиц, ответственных за реализацию принятого решения (введенных дополнительных мер) по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.



6. Изменения, вносимые Федеральным законом от 01.04.2012 № 23-ФЗ, позволят повысить уровень защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, а также готовность сил и средств единой системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, привлекаемых к ведению аварийно-спасательных работ в зоне чрезвычайной ситуации.

#### Список литературы

1. **Федеральный закон РФ** от 21.12.1994 № 68-ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера".
2. **Постановление Правительства РФ** от 30.12.2003 № 794 "О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций".
3. **Постановление Правительства РФ** от 21.05.2007 № 304 "О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера".
4. **Федеральный закон РФ** от 01.04.2012 № 23-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера".
5. **Федеральный закон РФ** от 22.08.1995 № 151-ФЗ "Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей".

### Приложение 1

#### Основные мероприятия, проводимые органами управления и силами единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [2]

##### В режиме повседневной деятельности:

изучение состояния окружающей среды и прогнозирование чрезвычайных ситуаций;

сбор, обработка и обмен в установленном порядке информацией в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности;

разработка и реализация целевых и научно-технических программ и мер по предупреждению чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности;

планирование действий органов управления и сил РСЧС, организация подготовки и обеспечения их деятельности;

подготовка населения к действиям в чрезвычайных ситуациях;

пропаганда знаний в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности;

руководство созданием, размещением, хранением и восполнением резервов материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций;

проведение в пределах своих полномочий государственной экспертизы, надзора и контроля в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и обеспечения пожарной безопасности;

осуществление в пределах своих полномочий необходимых видов страхования;

проведение мероприятий по подготовке к эвакуации населения, материальных и культурных ценностей в безопасные районы, их размещению и возвращению соответственно в места постоянного проживания либо хранения, а также жизнеобеспечению населения в чрезвычайных ситуациях;

ведение статистической отчетности о чрезвычайных ситуациях, участие в расследовании причин аварий и катастроф, а также выработке мер по устранению причин подобных аварий и катастроф.

##### В режиме повышенной готовности:

усиление контроля за состоянием окружающей среды, прогнозирование возникновения чрезвычайных ситуаций и их последствий;

введение при необходимости круглосуточного дежурства руководителей и должностных лиц органов управления и сил РСЧС на стационарных пунктах управления;

непрерывный сбор, обработка и передача органам управления и силам РСЧС данных о прогнозируемых чрезвычайных ситуациях, информирование населения о приемах и способах защиты от них;

принятие оперативных мер по предупреждению возникновения и развития чрезвычайных ситуаций, снижению размеров ущерба и потерь в случае их возникновения, а также повышению устойчивости и безопасности функционирования организаций в чрезвычайных ситуациях;

уточнение планов действий (взаимодействия) по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и иных документов;

приведение при необходимости сил и средств РСЧС в готовность к реагированию на чрезвычайные ситуации, формирование оперативных групп и организация выдвижения их в предполагаемые районы действий;

восполнение при необходимости резервов материальных ресурсов, созданных для ликвидации чрезвычайных ситуаций;

проведение при необходимости эвакуационных мероприятий.

##### В режиме чрезвычайной ситуации:

непрерывный контроль за состоянием окружающей среды, прогнозирование развития возникших чрезвычайных ситуаций и их последствий;

оповещение руководителей федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций, а также населения о возникших чрезвычайных ситуациях;

проведение мероприятий по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;



организация работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций и всестороннему обеспечению действий сил и средств РСЧС, поддержанию общественного порядка в ходе их проведения, а также привлечению при необходимости в установленном порядке общественных организаций и населения к ликвидации возникших чрезвычайных ситуаций;

непрерывный сбор, анализ и обмен информацией об обстановке в зоне чрезвычайной ситуации и в ходе проведения работ по ее ликвидации;

организация и поддержание непрерывного взаимодействия федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций по вопросам ликвидации чрезвычайных ситуаций и их последствий;

проведение мероприятий по жизнеобеспечению населения в чрезвычайных ситуациях.

## Приложение 2

### Статья 14 Федерального закона "Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей" от 22.08.1995 г. № 151-ФЗ [5]

1. Руководство всеми силами и средствами, привлеченными к ликвидации чрезвычайной ситуации, и организацию их взаимодействия осуществляет руководитель работ по ликвидации чрезвычайной ситуации.

2. Руководители аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований, прибывшие в зону чрезвычайной ситуации первыми, принимают на себя полномочия руководителя работ по ликвидации чрезвычайной ситуации и исполняют их до прибытия руководителя работ по ликвидации чрезвычайной ситуации, определенного законодательством Российской Федерации, планами предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций или назначенных органами государственной власти, органами местного самоуправления, руководителями организаций, к полномочиям которых отнесена ликвидация данной чрезвычайной ситуации.

3. Решения руководителя работ по ликвидации чрезвычайной ситуации, направленные на ликвидацию чрезвычайной ситуации, являются обязательными для всех граждан и организаций, находящихся в зоне чрезвычайной ситуации, если иное не предусмотрено законодательством Российской Федерации.

4. Никто не вправе вмешиваться в деятельность руководителя работ по ликвидации чрезвычайной ситуации по руководству аварийно-спасательными работами по ликвидации чрезвычайной ситуации, иначе как отстранив его в установленном порядке от исполнения обязанностей и приняв руководство на себя или назначив другое должностное лицо.

5. Полномочия руководителя работ по ликвидации чрезвычайной ситуации определяются Правительством Российской Федерации, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, руководством организаций в соответствии с законодательством Российской Федерации.

6. В случае крайней необходимости руководитель работ по ликвидации чрезвычайной ситуации вправе самостоятельно принимать решения:

о проведении эвакуационных мероприятий;

об остановке деятельности организаций, находящихся в зонах чрезвычайных ситуаций;

о проведении аварийно-спасательных работ на объектах и территориях организаций, находящихся в зоне чрезвычайной ситуации;

об ограничении доступа людей в зону чрезвычайной ситуации;

о разбронировании резервов материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций организаций, находящихся в зонах чрезвычайных ситуаций;

об использовании в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, средств связи, транспортных средств и иного имущества организаций, находящихся в зоне чрезвычайных ситуаций;

о привлечении к проведению работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций нештатных и общественных аварийно-спасательных формирований, а также спасателей, не входящих в состав указанных формирований, при наличии у них документов, подтверждающих их аттестацию на проведение аварийно-спасательных работ;

о привлечении на добровольной основе населения к проведению неотложных работ, а также отдельных граждан, не являющихся спасателями, с их согласия к проведению аварийно-спасательных работ;

о принятии других необходимых мер, обусловленных развитием чрезвычайных ситуаций и ходом работ по их ликвидации.

Руководитель работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций обязан принять все меры по незамедлительному информированию соответствующих органов государственной власти, органов местного самоуправления, руководства организаций о принятых ими в случае крайней необходимости решениях.

7. Руководитель работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций имеет право на полную и достоверную информацию о чрезвычайных ситуациях, необходимую для организации работ по их ликвидации.

8. В случае технологической невозможности проведения всего объема аварийно-спасательных работ руководитель работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций может принимать решения о приостановке аварийно-спасательных работ в целом или их части, предприняв в первоочередном порядке все возможные меры по спасению находящихся в зоне чрезвычайных ситуаций людей.

УДК 571.472

**Ю. Л. Ткаченко**, канд. техн. наук, доц., МГТУ им. Н. Э. Баумана  
E-mail: tkachenk@mail.ru

## О дисциплине "Экология техносферы"

*В статье описана история формирования новой учебной дисциплины "Экология техносферы", в настоящее время существующей только в вариативной части образовательного стандарта МГТУ им. Н. Э. Баумана для подготовки бакалавров по направлению 280700 "Техносферная безопасность". Проведен анализ становления этой дисциплины, выявлены причины неудач и описаны потенциальные возможности и вероятный сценарий развития этого направления в будущем.*

**Ключевые слова:** экология техносферы, экологизация, экологическое образование

**Tkachenko Y. L. Subject Matter "Technosphere Ecology"**

*In article the history of formation of a new subject matter "Technosphere ecology", now existing only in variation parts of the educational standard of BMSTU for preparation of bachelors in a direction 280700 — "by Tehnospheric's safety" is described. The analysis of formation of this discipline is carried out, the reasons of failures are established and potential possibilities and the probable scenario of development of this direction in the future are described.*

**Keywords:** technosphere ecology, ecologization, ecological education

В 2012 году исполнилось ровно 10 лет с тех пор, как доктор технических наук, профессор Сергей Викторович Белов, будучи заведующим кафедрой "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана, опубликовал примерную программу новой учебной дисциплины "Экология техносферы" в журнале "Безопасность жизнедеятельности" [1]. Прошедшее десятилетие — вполне весомый повод, чтобы подвести некоторые итоги существования и развития этой дисциплины.

### 1. Предыстория возникновения дисциплины "Экология техносферы"

Несколько ранее, С. В. Белов опубликовал в журнале "Безопасность жизнедеятельности" статью "Экология техносферы" [2], посвященную анализу содержания дисциплин учебных планов

специальностей "Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов", "Инженерная защита окружающей среды", "Безопасность технологических процессов и производств" и направления бакалавриата "Защита окружающей среды".

В результате изучения и сравнения объема и содержания курса "Промышленная экология", включенного в основную образовательную программу всех специальностей и бакалавриата, Сергей Викторович сделал вывод о том, что при реализации дисциплины "Промышленная экология" наблюдается типичная ситуация: "кто в лес, кто по дрова". Существенные отличия были отмечены не только в объемах лекций, практических занятий и лабораторного практикума, в наличии или отсутствии курсового проектирования, но и в содержательной части дисциплины. Так, в программах дисциплины "Промышленная экология" прослеживалось различное понимание предмета изучения, целей и задач изучения этого курса, места дисциплины в системе научных и практических знаний, а также различное содержание материала дисциплины, в зависимости от специальности.

По мнению С. В. Белова, подобная ситуация сложилась вследствие дифференцирования экологического знания, проведенного Н. Ф. Реймерсом. Предложенная им классификация [3] была весьма обширна и включала более 100 дисциплин. Среди них Реймерс выделял прикладную экологию, которая изучает экологические аспекты различных видов деятельности людей — технологию, сельское хозяйство, медицину и даже экологию замкнутых систем жизнеобеспечения на Земле. В отдельную дисциплину также была выделена инженерная экология — дисциплина, изучающая взаимодействие промышленных объектов с природой и человеком.

С. В. Белов посчитал такое разделение нецелесообразным и предложил перейти от дифференцирования к интегрированию предметных областей различных дисциплин. Так возникла идея создания комплексной дисциплины, объединяющей в себе разрозненные курсы "Промышленная экология", "Инженерная экология", "Источники загрязнения среды обитания". С. В. Беловым была разработана концепция направления "Экологии тех-

носферы" — науки о взаимодействии человека и других живых организмов с искусственно созданной средой обитания — техносферой. Эта концепция была отражена в примерной программе дисциплины "Экология техносферы".

В силу масштабности замысла, охватить все аспекты взаимодействия в одной программе, конечно же, было невозможно, поэтому в качестве главного аспекта взаимодействия живых организмов и техносферы в примерной программе рассматривались уже хорошо разработанные вопросы негативного воздействия объектов техносферы и способы уменьшения этого вредного воздействия. Несмотря на то, что программа на 3/4 содержала хорошо известный материал, новая дисциплина явилась настоящим прорывом в вопросе экологической оценки техносферных регионов, так как предусматривала изучение вопросов: "Теоретические и практические основы формирования техносферы, ее свойства и особенности" и "Экологические показатели промышленных объектов различной отраслевой специализации, размещаемых в техносферном регионе".

Новый предмет сразу же был введен в учебный план студентов кафедры "Экология и промышленная безопасность". В силу болезни, Сергей Викторович Белов не смог лично осуществить постановку и преподавание этого курса. Поэтому дальнейшее развитие нового научного направления "Экология техносферы" легло на плечи автора настоящей статьи.

## 2. Развитие и нынешнее состояние дисциплины "Экология техносферы"

За прошедший период были произведены следующие доработки дисциплины:

— расширена предметная область, а также цели и задачи курса с целью придания ему глобального характера;

— добавлен материал, в котором рассматриваются вопросы, связанные с современным экологическим кризисом, роль техносферы в этом кризисе, возможные пути преодоления экологического кризиса, положительные и отрицательные результаты экспериментов по построению квазиприродной среды обитания "Биосфера-2" (США) и "Биос" (СССР — Россия);

— включены теоретические вопросы построения устойчивых природно-промышленных комплексов, сохраняющих качество своих природных сред и экосистем за счет сбалансированности показателей отходности производственных объектов и параметров технотемкости территории их размещения.

Изначально заложенная С. В. Беловым цель дисциплины по изучению согласования экологических характеристик объектов техносферы с допустимыми параметрами воздействия на природную среду, человека и другие живые организмы, была значительно расширена. Указанная идеология была привнесена из "Промышленной экологии", которая, как и ряд упомянутых родственных дисциплин и даже дисциплина "Безопасность жизнедеятельности", рассматривают стихийно созданную человеком техносферу как данность, некую "вещь в себе". То есть, все эти дисциплины полагают техносферу такой, какая она есть, совершенно не задумываясь над вопросом: "какая она должна быть?" или "какая она могла бы быть?".

Поэтому новой целью дисциплины "Экология техносферы" стало не только изучение возможности устойчивого сосуществования техносферы с биосферой в целом, но и разработка методов экологически грамотного техносферного строительства: создания квазиприродной жилой среды и сбалансированных природно-промышленных комплексов; разработка природоохранных и природовосстанавливающих технологий.

В программе дисциплины "Экология техносферы" также рассматриваются вопросы взаимодействия техносферы и биосферы Земли на глобальном уровне, причины и современная фаза системного экологического кризиса; излагается история развития мирового экологического сотрудничества, начиная с возникновения алармистской концепции Римского клуба (1968 г.); приводится концепция устойчивого развития, триумфально принятая странами в рамках "консенсуса Рио" (1992 г.); отмечается упадок международного экологического движения, ясно выраженный провалом саммита "Рио + 20" (2012 г.).

В рамках дисциплины "Экология техносферы" рассматривается возможность проведения экологизации России с целью ее перехода к экоразвитию и превращения в ведущую экологическую державу мира — лидера процесса глобального развития. Составляющими экологизации являются экологизация общества, экологизация жилой среды и экологизация промышленности.

Экологизация промышленности подразумевает создание устойчивых природно-промышленных комплексов (ППК), т. е. совокупности производственно-технических объектов и технологических процессов, размещенных на ограниченной территории техносферы и связанных с природными компонентами (воздушной, водной, почвенной средой и экосистемами), взаимоподдерживающими потоками вещества и энергии.



Под устойчивостью ППК понимается сбалансированность, т. е. согласование главных параметров производственно-технических объектов (землеемкость, ресурсоемкость и отходность) с возможностями самоочищения и самовосстановления природной среды. Экосистемы в этом случае не будут деградировать, а будут сохранять свои функции в течение неопределенно долгого времени. Более подробно принципы построения ППК и согласования параметров на его территории изложены в работе [4].

Среди успехов распространения дисциплины "Экология техносферы" можно отметить создание под таким названием секции ежегодной научно-социальной программы для школьников "Шаг в будущее", а также публикацию автором 10 статей, посвященных дисциплине "Экология техносферы", в качестве докладов конференции, причем две из них были опубликованы в сборнике материалов IV Всероссийского совещания заведующих кафедрами вузов по вопросам образования в области БЖД и защиты ОС в 2009 г.

Но в целом, новая дисциплина не получила широкого распространения вне стен МГТУ им. Н. Э. Баумана. И основная проблема заключается не в недоработке автора и руководства. Наоборот, была высока вероятность, что дисциплина "Экология техносферы" совсем исчезнет из учебных планов и программ при переходе от подготовки специалистов к подготовке бакалавров. Поэтому автор выражает благодарность бывшему заведующему кафедрой "Экология и промышленная безопасность" Г. П. Павлихину и заместителю заведующего кафедрой Е. Н. Симаковой за последовательную и методичную работу, позволившую "отстоять" в полном объеме дисциплину "Экология техносферы" в образовательном стандарте МГТУ им. Н. Э. Баумана для подготовки бакалавров по направлению 280700 "Техносферная безопасность".

Следует отметить, что, по мнению автора, интеграция смежных дисциплин и областей знания должна сменить дифференциацию научных дисциплин, происходившую на протяжении последних 50 лет. Необходимость интеграции научных направлений была верно отслежена С. В. Беловым — создание дисциплины "Экология техносферы" как раз было призвано свести воедино близкие по предметной области дисциплины. В остальном, интеграция областей знания пока не получила широкого распространения даже в связи с переходом на двухуровневую систему подготовки и создания комплексного направления "Техносферная безопасность". В этом направлении в настоящее время создано большое количество профилей, либо частично дублирующих друг друга, либо рассматри-

вающих крайне узкие аспекты решения отдельных вопросов единой предметной области. Примером могут служить профили "Защита окружающей среды" и "Охрана окружающей среды".

Состояние неустойчивости, непрерывное реформирование системы образования, частое изменение правил и принятие "судьбоносных" решений в узком кругу реформаторов, поставили вузовское сообщество в условия неопределенности. Это привело к тому, что основная масса времени и сил работников вузов тратилась не на совершенствование учебных планов и образовательных дисциплин, а на выживание в трудных условиях.

Поэтому дисциплина "Экология техносферы" была развита и сохранена только в МГТУ им. Н. Э. Баумана, имеющего право вести преподавание по собственным образовательным стандартам.

### 3. Перспективы направления "Экология техносферы"

Будущее направления "Экология техносферы" неразрывно связано с тем путем развития, которое изберет российское общество. Если это будет путь упрощения, то судьба направления "Экология техносферы" представляется весьма туманно, впрочем, как и будущее всей науки и системы образования в России.

Если же это будет путь прогресса, то направление "Экология техносферы" приобретет ключевое значение для научного обоснования процесса развития страны, потому что, по мнению автора, развитие России должно быть экологическим. Идя дорогой устаревшего индустриализма, пытаясь вечно "догонять" промышленно развитые страны, мы неизбежно будем отставать в силу объективных обстоятельств, в первую очередь — географических и климатических условий.

Переход России на вектор экологического развития, разработка уникальной экологической техники и технологий, экологизация общества, создание экологически грамотной техносферы и жилой среды позволят России стать мировым лидером в области международного экологического сотрудничества. Экологизация сможет обеспечить поступательное эволюционное развитие России, устойчивость природной среды на ее территории, научно-технический прогресс и экономическое процветание в будущем.

Россия может сделать ставку на создание уникальных технологий, отсутствующих на сегодняшний день в мире. Научные основы этих технологий должны быть разработаны именно направлением "Экология техносферы". Среди таких технологий в первую очередь нужно назвать природовосстанавливающие технологии (ПВТ) и технологии эколо-

гически грамотного техносферного строительства (ТЭГТС).

Группа ПВТ направлена на восстановление качества природных сред и воссоздание экосистем на территориях полной экологической деградации. Природовосстанавливающие технологии необходимы для очистки воздушной среды в региональных масштабах, очистки водных объектов с большими массами воды (реки, озера, внутренние моря, акватории морских и океанских портов), восстановления почвенного покрова, переработки золоотвалов, "хвостохранилищ", отвалов пустой породы, ликвидации полостей в земной коре, оставшихся в результате деятельности горнодобывающих предприятий, предприятий нефтедобычи и объектов нефтегазового комплекса.

В настоящее время разработано недостаточное количество технологий, позволяющих восстанавливать качество природных сред, т. е. очищать воздух, воду и почву на больших пространствах. Практически отсутствуют технологии, позволяющие восстанавливать экологические системы, потому что применяемая практика "высадки" некоторого количества деревьев, эквивалентного количеству уничтоженных деревьев, конечно же, не позволяет восстановить полноценную экосистему. Особенно ярко это проявилось в истории с Химкинским лесом, когда Рослесхоз признал, что ведомство просто не может найти подходящее место для посадки 500 га зеленых насаждений, призванных компенсировать уничтожение экосистемы при строительстве трассы Москва — Санкт-Петербург, предложив вместо этого высадить отдельные небольшие группы деревьев в разных местах, т. е., создав "скверики" по всему Подмосквовью.

Применение природовосстанавливающих технологий позволит вернуть значительную часть экологически неблагополучных территорий в систему полноценной биотической регуляции условий жизни на Земле. На "вылеченной" таким образом территории можно будет создать "правильную", не наносящую ущерб биосфере искусственную среду и качественную жилую среду. Производственная среда должна представлять собой интеграцию сбалансированных природно-промышленных комплексов, а жилая и городская среда обладать свойствами синтетрофности, самоочищения и самовосстановления.

Если вопросы создания устойчивых ППК уже достаточно проработаны, то технологии построения квазиприродной жилой среды — актуальная в перспективе задача направления "Экология техносферы". В настоящее время методы и технологии построения искусственной экологической среды еще не доведены до массового использования, поэтому можно дать волю воображению. Качествен-

ная искусственная среда будет напоминать природную среду, только более удобную для человека. Представим среду обитания, адресно поддерживающую существование и заботящуюся о каждом жителе. Тогда человеку станут близки и понятны творческие усилия предков, создававших и совершенствовавших эту среду.

Для создания такой среды понадобится весь арсенал технологий создания саморегулирующейся квазиприродной искусственной среды с непосредственным производством питания для человека и удаления отходов его жизнедеятельности. В настоящее время для этого существует реальная основа — разработки Международного центра замкнутых экологических систем (г. Красноярск), выполненные по программе "Биос". В этом центре научились создавать комфортные условия для длительного автономного существования людей с самоочищением воздуха, воды и выращиванием пищи в стальном контейнере объемом всего 300 м<sup>3</sup> [5].

В настоящее время Международный центр замкнутых экологических систем обладает уникальными экологическими технологиями, позволяющими говорить о принципиальной возможности построения квазиприродной жилой среды, работающей по тем же принципам, что и среда обитания, формируемая биосферой Земли. Примером служат разработанные в Красноярске искусственно замкнутые "экосистемы", впервые доказавшие возможность получать от растений всё питание, кислород и воду, необходимые человеку.

Эти "экосистемы", получающие извне только энергию, рассчитаны на длительное пребывание людей. Опыт искусственных "экосистем", заранее рассчитанных на заданный режим, может быть использован на Земле для поддержания требуемых условий на заводах, в шахтах и в жилых помещениях.

Поэтому главным "локомотивом" продвижения направления "Экология техносферы" мог бы стать Институт биофизики Сибирского отделения Российской Академии наук, который является базой Международного центра замкнутых экологических систем. Для этого необходимо обеспечить его приоритетное развитие с целью создания технологий, позволяющих создавать синтетрофную самоочищающуюся и самовосстанавливающуюся жилую среду, комфортную для людей и не наносящую ущерба природной среде.

Кроме того, было бы полезно строительство на базе Красноярского Академгородка образцового самоподдерживающегося города усадебного типа с целью практической отработки технологий Международного центра замкнутых экологических систем и последующего использования успешно



апробированных технологий в системе жизнеобеспечения и инфраструктуре российских городов.

Эти технологии должны в первую очередь использоваться на восстановленных территориях для построения качественной квазиприродной среды и развертывания самоподдерживающихся ППК. Именно на эти территории могли бы переселяться люди с целью решения социальных проблем и выводиться промышленные предприятия из других экологически неблагоприятных зон.

На первый взгляд такая ситуация кажется невозможной: кто же поедет на бывшую территорию экологической деградации? Полное отсутствие экологических приоритетов у людей, выбирающих место жительства, иллюстрирует простой пример. Москва, согласно данным "Зеленого патруля" [6], в настоящее время занимает 63-е место в экологическом рейтинге из 83 субъектов Российской Федерации. Методике расчета рейтинга вполне можно доверять. То есть получается, что Москва одной ногой уже стоит в зоне экологической деградации, приближаясь к таким территориям, как Челябинская и Свердловская области, имеющим официальный статус зон экологического бедствия. Объективность рейтинга можно проверить, просто выйдя на улицу в Москве. Так почему же люди приезжают в Москву миллионами? Значит, их привлекает что-то другое, а об экологии они и не задумываются. Так и в рассматриваемом случае, новая квазиприродная среда экомосквитян будет привлекать людей не только комфортными и безопасными условиями проживания, обеспечивающими высокое качество жизни, но и возможностями трудоустройства и образования, эстетическим оформлением окружающей среды, а также возможностями удовлетворения культурных потребностей образованного населения.

В связи с затронутыми проблемами еще один вопрос требует проработки в рамках направления "Экология техносферы". Это направление должно помочь разработать научные основы для создания системы непрерывного экологического воспитания и образования граждан. Приведем примерный перечень вопросов, подлежащих проработке и всестороннему обсуждению.

- Введение всеобщего экологического воспитания в детских дошкольных и школьных образовательных учреждениях с целью формирования

умений и навыков этичного, культурного взаимодействия с природной средой. Введение в школьную программу экологии, как еще одного предмета естественнонаучного цикла, выявило сложность экологических знаний, но возможность их освоения учащимися [7].

- Включение экологических дисциплин в число обязательных учебных предметов образовательных стандартов среднего и высшего профессионального образования, послевузовской подготовки и переподготовки кадров.
- Выделение грантов на разработку образовательных стандартов, методического обеспечения новых дисциплин, учебников и учебно-методических пособий в области экологических, биологических и социальных знаний.
- Обеспечение в высших учебных заведениях 100 %-ного количества бесплатных учебных мест бакалавриата и специалитета и не менее трех четвертей учебных мест магистратуры на экологических, биологических и социально-гуманитарных направлениях.
- Содействие прохождению производственной практики по специальности и трудоустройству студентов-экологов.
- Распространение через электронные и печатные СМИ информационных продуктов, направленных на вытеснение сформировавшегося сознания антропоцентрического типа и замещения его экологическим типом сознания.

#### Список литературы

1. **Белов С. В.** Примерная программа дисциплины "Экология техносферы". — Безопасность жизнедеятельности. — 2002. — № 7. — С. 40—43.
2. **Белов С. В.** Экология техносферы. — Безопасность жизнедеятельности. — 2002. — № 6. — С. 34—38.
3. **Реймерс Н. Ф.** Начала экологических знаний. Учеб. пос. — М.: МНЭПУ, 1993. — 262 с.
4. **Ткаченко Ю. Л.** Как создать устойчивый природно-промышленный комплекс? "Шаг в будущее" // Доклады пленарных заседаний XI Всероссийской научной конференции молодых исследователей. — М., 2004. — С. 4—7.
5. **Международный центр** замкнутых экологических систем. — Интернет-публикация на сайте: <http://www.ibp.ru/labs/mc.php>
6. **Экологический рейтинг** субъектов РФ. — Интернет-публикация на сайте: <http://www.greenpatrol.ru/regions>
7. **Меренков В. Г.** Проблемы преодоления глобального экологического кризиса. — Интернет-публикация на сайте: <http://www.smolensk.ru/user/sRma/MMORPH/N-7-html/merenkov-4.html>

**К. А. Шаповалов**, д-р мед. наук, проф., нач. отдела стандартизации и экспертизы качества медицинской помощи, Республиканский медицинский информационно-аналитический центр, г. Сыктывкар,

**Л. А. Шаповалова**, врач высшей квалификационной категории, Консультативно-диагностический центр Республики Коми, г. Сыктывкар

E-mail: stampdu@rambler.ru

## **Основы дидактики учебной темы "Раны" учебного модуля "Оказание первой помощи при травмах, несчастных случаях, катастрофах и стихийных бедствиях" предмета "Безопасность жизнедеятельности" для гуманитарных и технических университетов**

*Для подготовки населения к оказанию первой помощи в условиях чрезвычайных ситуаций предложены алгоритмы основ дидактики учебной темы "Раны". Обобщен опыт преподавания предмета в гуманитарных государственных образовательных учреждениях высшего профессионального образования не медицинского профиля г. Сыктывкара. По каждому из рассмотренных учебных вопросов дан краткий конспект излагаемого материала.*

**Ключевые слова:** раны, первая помощь, чрезвычайные ситуации, дидактика

**Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.**  
*Bases of didactics of educational topic "Wounds" training module "First aid for injuries suffered during accidents, catastrophes and natural disasters," subject "Safety" for humanitarian and technical universities*

*To prepare the population for the provision of first aid in emergency situations algorithms of bases of didactics educational topic "Wounds". Summarized 16 years of experience teaching the subject in the humanities public educational institutions of higher education are not medical profile of Syktvykar. On each of the educational issues a brief synopsis of the material presented.*

**Keywords:** wounds, first aid, emergency, didactics

Здоровье населения наряду с образованием и социальным обеспечением рассматривается государством как определяющий фактор ценнейшего ресурса современного общества — человеческого потенциала страны. Концепция развития здравоохранения Российской Федерации до 2020 года (Концепция 2020) в целях обеспечения устойчивого социально-экономического развития страны одним из приоритетов государственной политики

рассматривает сохранение и укрепление здоровья населения на основании формирования здорового образа жизни и повышения доступности и качества медицинской помощи.

Формирование у населения: культуры здоровья путем внедрения современных сохраняющих здоровье медико-социальных технологий; повышение мотивации к сохранению своего здоровья; развитие профилактической направленности здравоохранения в том числе: ведение профилактической работы на популяционном уровне; просвещение населения по вопросам профилактики заболеваний и укрепления здоровья. Все перечисленное приведет к правильному поведению населения во время несчастных случаев, в экстремальных и чрезвычайных ситуациях [1—4].

Медицинская проблема состоит в том, что более 25 % пострадавших в результате несчастных случаев можно было бы спасти при правильном оказании первой помощи на месте происшествия. В свете гуманизации образовательного процесса и подготовки населения РФ к адекватному (грамотному) поведению в чрезвычайных ситуациях главная цель развивающего обучения состоит в том, чтобы подготовить население к самостоятельному поиску истины, к независимости в повседневной жизни, формированию мотивов, усвоению новых способов деятельности, развитию готовности к самоконтролю.

Предлагаемая учебная тема "Раны" учебного модуля "Оказание первой помощи при травмах, несчастных случаях, катастрофах и стихийных бедствиях" предмета "Безопасность жизнедеятельности" построена, с одной стороны, на основных принципах дидактики, а именно: научности; системности и последовательности в обучении; связи теории с практикой; сознательности, активности и самостоятельности обучающихся; наглядности;



доступности; прочности знаний, умений, навыков; учета индивидуальных особенностей в коллективной учебной работе, с другой — с использованием разных форм профилактики: первичной, вторичной и третичной [5—11].

Первичная профилактика предполагает исчерпывающую подачу информации о процессах, происходящих в организме человека при ранах, их классификации и правилах и действиях по оказанию первой помощи. Цель — обучить студентов как избежать или уменьшить отрицательное воздействие раневого процесса на организм человека. Вторичная профилактика предполагает использование оздоровительных технологий в ситуациях, когда раны уже получены. Третичная профилактика предполагает уже медицинские технологии вмешательства в отношении лиц, получивших осложнения при лечении ран. Все три вида профилактики тесно взаимосвязаны между собой. Если существует четкая и хорошо отлаженная вторичная и третичная профилактика, то эффективно осуществляется и образовательная (информационная) первичная ее часть [12—15].

При рассмотрении темы "Раны" целесообразно выделить следующие учебные вопросы.

1. **Определение понятия раны.** *Ранами* называют травматическое нарушение целостности кожных покровов или слизистых оболочек с возможным повреждением глубже лежащих тканей.

2. **Классификация ран.** Различают следующие виды:

1. По глубине повреждения: поверхностные; глубокие.

2. По количеству повреждений: одиночные; множественные.

3. По виду оружия: огнестрельные; нанесенные холодным оружием.

4. По механизму возникновения: ушибленные; размозженные; колотые; резаные; рубленые.

5. По состоянию краев раневого дефекта: линейные; лоскутные; рваные; скальпированные.

6. По отношению к полостям тела (череп, грудь, живота, суставов): проникающие; непроникающие.

7. По виду раневого канала: сквозные; слепые; касательные.

8. По инфицированности: операционные или асептические; микробозагрязненные.

9. По объему — с повреждением или без: крупных сосудов; нервов; костей; прилежащих органов.

10. Специфические: укушенные; отравленные (в том числе боевыми отравляющими веществами и веществами, возникающими при воздействии атомного и термоядерного оружия).

**3. Признаками ран являются:** боль; отек; кровотечение; зияние (расхождение краев); нарушение функции органа.

Признаки ран можно разделить на абсолютные (характерные только для ран) и относительные (встречающиеся при других видах повреждений, например, ушибах, вывихах, переломах). *Абсолютным признаком раны является только один — зияние или расхождение краев.* Остальные признаки могут быть и при других видах повреждений. Следует подчеркнуть, что исходя из данного определения признака раны, зияние или расхождение краев кожи должно возникнуть после травматического ее повреждения. Дефект кожных покровов или слизистых оболочек не является раной, если он возник в результате длительной статической нагрузки (полный перерыв спинного мозга при переломе шейного отдела позвоночника, приводящий к неподвижности и, как следствие, пролежням на затылке, в области лопаток, крестца и пятки, там, где на кожу непосредственно давят кости) или болезни (язвы слизистых оболочек желудка и двенадцатиперстной кишки при соответствующих заболеваниях желудочно-кишечного тракта или трофические язвы в области лодыжек при варикозной болезни).

**Боль** зависит от места расположения раны и функционального состояния нервной системы пострадавшего. Наиболее болезненны раны, сопровождающиеся повреждением нервных стволов или областей с обильным количеством периферических нервов (брюшная полость, надкостница). Имеют значение острота ранящего оружия, скорость нанесения раны и характер повреждения. Рана, нанесенная режущим предметом (резаная рана), при прочих равных условиях сопровождается меньшей болью, чем рваная или размозженная. Усиление боли в ране обычно свидетельствует о возникновении инфекционного осложнения, в частности развитии анаэробного процесса. Боль существенно влияет на состояние и ход выздоровления пострадавшего, поэтому борьба с болью должна проводиться на всех этапах лечения.

**Кровотечение** является постоянным признаком, но выраженность его может быть различной. Сильнее всего кровоточат раны резаные. Менее выражено кровотечение при рваных, ушибленных или размозженных ранах, так как в этих случаях поврежденные концы сосудов смяты, раздавлены, и быстро идет процесс образования тромбов. Продолжительность и интенсивность кровотечения из мелких сосудов зависит от калибра сосуда. Самопроизвольная остановка кровотечения наступает через 7...15 мин. Кровотечение из раны, продолжающееся 15...20 мин., свидетельствует о повреж-



дении более крупного сосуда или нарушении свертывающей системы крови.

В зависимости от интенсивности кровотечения могут развиваться явления острой кровопотери. Различают первичное кровотечение, наступающее в момент ранения, раннее вторичное кровотечение, возникающее в первые часы или сутки после ранения, если тромбоз поврежденных сосудов оказался непрочным, или остановка кровотечения в ране при ее обработке была несовершенной; а также позднее вторичное кровотечение, возникающее в результате расплавления тромба или разрушения стенки сосуда при развитии раневой инфекции.

**Зияние (расхождение краев) раны** зависит от характера повреждения эластических волокон поврежденных тканей, расположения и глубины раны. Расположение раны поперек эластических волокон приводит к большему зиянию. Значительным бывает зияние пересеченной мышцы или поперечно пересеченного апоневроза. В зависимости от ожидаемого клинического течения раневого процесса необходимо либо устранить зияние раны, либо поддерживать или даже искусственно его увеличивать.

**4. Факторы, влияющие на течение раневого процесса:** расположение; характер; степень тяжести повреждения; массивность инфицирования; вид микрофлоры; состояние иммунобиологической реактивности организма.

**5. Фазы раневого процесса:** гидратация, дегидратация, эпителизация. Заживление ран представляет собой сложный биологический процесс, происходящий в ране, который тесно связан с общей реакцией организма и протекает циклично в зависимости от морфологических и функциональных изменений в ране и окружающих тканях. Процесс заживления может быть условно разделен на три периода или фазы.

**Фаза гидратации (отека)** наступает непосредственно после травмы и длится несколько суток. Развивающийся рефлекторный спазм сосудов в области раны сменяется их резким расширением (парезом), что приводит к нарушению кровообращения в тканях и лимфостазу. Набухание тканей благоприятно влияет на течение раневого процесса, однако чрезмерный отек при тяжелой травме, при сердечной или почечной патологии отрицательно сказывается на развитии первой фазы. При лечении в этой фазе следует создать условия для оттока раневого содержимого (рассечение раны, дренирование, применение гипертонических растворов).

**Фаза дегидратации (уменьшения отека)** характеризуется преобладанием восстановительных процессов, начинающихся еще в период острого воспаления. Уменьшается отек тканей, улучшается

кровообращение, нормализуется обмен веществ. Происходят очищение раны, уменьшение воспаления, рассасывание нежизнеспособных тканей и фибриновых сгустков. Необходимо создать условия для образования грануляционной ткани (антисептические растворы, мазовые повязки, редкие перевязки).

**Фаза эпителизации** характеризуется образованием эпителиальной ткани, которая закрывает раневой дефект. Наряду с этим из грануляционной ткани образуется рубцовая ткань (применяют активное движение, мазовые повязки, редкие перевязки).

Продолжительность каждой фазы зависит от характера раны, методов лечения, общего состояния организма и наличия инфекции.

**6. Типы заживления ран:** первичное натяжение; вторичное натяжение; заживление под струпом.

**Первичным натяжением** заживают раны с ровными, хорошо соприкасающимися краями, при отсутствии инфекции. Заживление происходит в среднем на 6—8-е сутки с образованием тонкого линейного рубца. Препятствуют первичному натяжению инородные тела и вещества микробного происхождения.

**Вторичным натяжением** заживают раны с зияющими краями, глубокой зоной повреждения тканей и в случае развития раневой инфекции. Заживление вторичным натяжением — длительный процесс (несколько недель). Рубец при этом грубый. При его сморщивании могут наступить контрактура сустава (если рана располагалась в области сустава) и деформация данного участка тела.

**Заживление под струпом** — при небольших повреждениях кожи в области раны выступают кровь и лимфа, которые, свертываясь, образуют корочку — струп. Процесс заживления под струпом идет по общим принципам, только значительно быстрее, так как струп выполняет функцию биологической повязки, предохраняя рану от травматических повреждений и вторичного микробного загрязнения. Поэтому не рекомендуется ее механически повреждать или удалять до самостоятельного отпадания.

**7. Особенности ран у детей.** Дети чаще получают ранения при ударе о твердый предмет, при падении, от шалостей с острым и режущим инструментом. Благодаря эластичности детской кожи и хорошо развитому подкожному жировому слою края раны у детей редко бывают рваными или разможенными, даже при ударах тупым предметом. Для детей характерны небольшие поверхностные кожные раны.

**8. Оценка тяжести раны.** Для этого необходимо уточнить расположение и размеры раны, предполагаемый ход раневого канала, наличие осложняющих факторов (продолжающееся кровоте-



ние, повреждение нервных стволов, костей), возможность повреждения внутренних органов. При осмотре раны оцениваются форма и состояние ее краев и окружающих тканей, выраженность краевого некроза, отделяемого из раны (примеси крови, гноя, мочи, кала, желчи), болезненность, инфильтрация.

**Первая помощь (III)** при обработке раны включает: остановку кровотечения; наложение асептической повязки; введение обезболивающих препаратов (анальгин, промедол); иммобилизацию (обездвиживание конечности для создания покоя и условий быстрейшего заживления раны). Кожу вокруг раны обрабатывают йодонатом, спиртом. Временную остановку кровотечения производят наложением давящей повязки или жгута. В условиях поликлиники временная остановка кровотечения может быть осуществлена наложением стерильного кровоостанавливающего зажима на сосуд в ране, а при кровотечениях из ран в области таза или ягодиц — при помощи их тампонады.

**9. Осложнения ран:** кровотечение; шок; гнойная, гнилостная или анаэробная инфекция; повреждение внутренних органов.

**10. Специфические укушенные раны** и царапины (при отсутствии больших рваных ран, нанесенных зубами животного) — это вид повреждений, возникающий при нападении животного на человека. Наиболее часто укушенные раны возникают от общения с собаками. Число детей, пострадавших от укусов собак, остается стабильно высоким. Только в Москве их число ежегодно превышает 10 000 человек. Подавляющее число укушенных детей лечится амбулаторно. В стационары за год поступает в среднем 300...400 маленьких москвичей в тяжелом состоянии — разможенные травмы, открытые переломы в результате укусов. Для укушенных ран характерны общие признаки, однако, значительное наружное кровотечение отсутствует, и быстро присоединяются воспалительные изменения.

Поверхностные повреждения лечат повязками с антисептиками (спирт-фурацилиновые повязки). При более глубоких ранах — иссечение краев без наложения первичных швов. У непривитых пациентов обязательно введение противостолбнячной сыворотки и анатоксина.

**Осложнения гнойных ран:** рожистое воспаление; лимфангит; лимфаденит; молниеносный сепсис. При укушенных ранах необходимо решать вопрос о прививках от бешенства.

**11. Укусы змей.** Известно около 2000 видов змей, из них ядовитыми являются лишь 15 %. Среди ядовитых змей, встречающихся на территории России, имеются представители семейства аспидовых (кобра) и гадюковых. Во время укуса змея вводит

в ткани небольшое количество яда (0,02...0,1 мл), обладающего действием: нейротоксическим; геморрагическим; гемолитическим.

По механизму токсического действия яды всех видов змей подразделяются на три группы:

1) преимущественно нейротоксические (кура-реподобные), вызывающие паралич двигательной и дыхательной мускулатуры, угнетение дыхательного и сосудодвигательного центров головного мозга (яды кобры и других змей семейства аспидов, морских змей тропических прибрежных вод);

2) преимущественно геморрагического, свертывающего кровь и местного отечно-некротического действия (яды гадюковых — гюрзы, эфы, обыкновенной гадюки и др., а также щитомордников обыкновенного, дальневосточного, скалистого и др.);

3) яды, обладающие как нейротоксическим, так и геморрагическим, свертывающим кровь и отечно-некротическим действием (гремучие змеи Центральной и Южной Америки, австралийские аспиды, некоторые виды гадюковых тропической фауны, обитающие преимущественно в Африке и на ближнем Востоке).

**Признаки укусов змей:** двойная колотая рана небольшого диаметра, напоминающая укол иглой, быстро распространяющийся болезненный отек тканей, вызывающий иногда увеличение конечности до двойного объема. Общие явления зависят от количества яда и области поражения. (Особенно опасны укусы при попадании яда в небольшие вены.) После укуса змей наблюдаются головная боль, потливость, слабость, рвота и понос; пульс частый, слабого наполнения; в тяжелых случаях — резкое падение артериального давления (коллапс). Смерть, вызванная параличом дыхания, может наступить в пределах 2...7 ч после укуса.

**При укусах кобры и других змей первой группы** у пострадавшего появляется боль, чувство онемения. Местные изменения в зоне укуса очень незначительные и больше связаны не с действием яда, а с травмирующими местными терапевтическими воздействиями (прижиганиями, отсасыванием, втираниями и т. д.). Наблюдается головокружение, снижение артериального давления, возможны обморочные состояния, чувство онемения в области лица и языка, нарушение речи и глотания, особенно при питье. Быстро возникает восходящий паралич, начинающийся с нижних конечностей (неустойчивая походка, затем невозможность стоять на ногах и передвигаться и, наконец, полный паралич, распространяющийся на туловище, в том числе и на дыхательную мускулатуру. Дыхание после укуса кратковременно учащается, затем становится все более редким (паралич дыхательной мускулатуры и угнетение ды-

хательного центра). У пострадавшего нарушается сердечный ритм.

Тяжело протекают случаи, когда яд сразу попадает в кровеносный или лимфатический сосуд (полный паралич и смертельный исход может наступить в первые 10...20 мин. после укуса). При обычном внутривенном попадании яда интоксикация достигает своего максимума через 1...4 ч. Состояние пострадавших остается крайне тяжелым в течение первых 24...36 ч. Отравление ядом при укусах змей протекает более тяжело у детей и женщин, а также у лиц в состоянии алкогольного опьянения.

**При укусах змей семейства гадюковых и рода щитомордников (вторая группа)** на месте укуса уже в первые минуты возникает отечность. Постепенно укушенная часть тела становится все более и более отечной. Кожа над отеком лоснится, становится багрово-синюшного цвета, покрыта пятнистыми кровоизлияниями в виде кровоподтеков, на которых могут образовываться пузыри с серозно-геморрагическим содержимым, а в зоне укуса — некротические язвы. Ранки (следы прокола кожи ядовитыми зубами) могут длительно кровоточить, либо выделять серозно-сукровичную отечную жидкость.

Общетоксические симптомы характеризуются возбуждением, сменяющимся резкой слабостью, бледностью кожных покровов, головокружением, малым и частым пульсом, снижением артериального давления. Возможны обморочные состояния. У больного возникает тошнота и рвота. Развивается картина тяжелого шока. Уменьшается объем циркулирующей крови, снижается центральное венозное давление. При легких формах отравления общетоксические симптомы выражены слабо и преобладает ограниченная местная отечно-геморрагическая реакция на яд. Максимальной выраженности все проявления интоксикации достигают через 8...24 ч. При неадекватном лечении состояние больного остается тяжелым в течение первых 2...3 дней после укуса. Возможны осложнения в виде долго не заживающих язв, гангрены, нагноительных процессов (абсцессов, флегмон и др.). Чаще всего эти осложнения связаны с неправильным оказанием первой помощи и дополнительной травматизацией мягких тканей прижиганиями, перетяжками, обкалыванием окислителями (перманганатом калия и др.).

Первая помощь заключается в следующем: непосредственно после укуса энергичное отсасывание яда ртом (если нет повреждений слизистой полости рта, заболеваний десен и кариозных зубов), резиновой грушей, медицинской банкой. Отсасывание яда, начатое сразу после укуса, позволяет

удалить 30...50 % введенного змеей яда и тем самым существенно снизить интоксикацию. Процедура безопасна, так как змеиный яд, попавший в рот и желудок, отравления не вызывает. Продолжать отсасывание следует 10...15 мин, сплевывая содержимое ранок.

Крайне важно, чтобы пораженная часть тела, например, конечность оставалась неподвижной, поскольку движения усиливают лимфоотток и существенно ускоряют поступление яда в общий кровоток. С самого начала пострадавшему от укуса змеи должны быть обеспечены покой в положении лежа (как на месте укуса, так и при транспортировке в лечебное учреждение) и неподвижность пораженной конечности, которую иммобилизируют наложением шины. Пострадавшего в лежачем положении транспортируют в стационар.

**Противопоказаны прижигания места укуса, обкалывания его любыми препаратами, разрезы и другие местные воздействия. Наложение жгута на пораженную конечность, импровизированных перетяжек, как правило, противопоказано,** так как усугубляет тяжесть интоксикации. Только **при укусах кобры**, яд которой не вызывает местных нарушений трофики тканей и быстро распространяется по кровеносным сосудам, **допустимо** для замедления развития общей интоксикации **наложение жгута выше места укуса на 30...40 мин.** Широкое рассечение раны и местное введение окислителей не целесообразно. На догоспитальном этапе пострадавшему дают обильное питье. Алкоголь во всех его видах строго противопоказан.

Специфическая моно- или поливалентная противозмеиная сыворотка применяется при отравлениях ядами наиболее опасных змей (кобры, гюрзы, эфы) и при тяжелых формах других интоксикаций. Противозмеиную сыворотку вводят при оказании врачебной помощи внутримышечно по методу Безредки по 30...80 мл (в зависимости от тяжести интоксикации). Противозмеиная сыворотка у 1...2 % больных может вызвать анафилактический шок, который более опасен, чем отравления ядами змей умеренного пояса. Поэтому противозмеиную сыворотку применяют лишь при оказании помощи укушенным детям в возрасте 3...4 лет и в редких случаях тяжелого отравления.

Помощь при укусах кобры и поражениях другими нейротоксическими ядами включает в себя, помимо применения специфической противозмеиной сыворотки, внутривенное введение 0,5 мл 0,1 %-ного раствора атропина и последующее введение 3...6 мл 0,05 %-ного раствора прозерина, чем ослабляется курареподобный эффект яда, в том числе и парез дыхательной мускулатуры. При



резком угнетении дыхания проводится искусственное дыхание "рот ко рту".

**Пострадавшего необходимо срочно доставить в токсикологическое или реанимационное отделение лечебного учреждения,** где проводится интенсивная терапия (гормоны, десенсибилизирующие препараты, витамины, дыхательные analeптики).

В качестве профилактики от укусов змей можно рекомендовать: ношение резиновых или кожаных сапог в поле и в лесу, особенно в вечернее и ночное время, когда змеи наиболее активны.

**12. Укусы членистоногих** (паукообразных и насекомых) могут вызывать местные и общие явления в результате нейротоксического, геморрагического и гистаминоподобного яда. К таким членистоногим относятся скорпионы, пауки (тарантул, каракурт), некоторые губоногие и насекомые (москиты, пчелы, осы, шершни, слепни и др.).

**Признаки укуса членистоногих:** болезненность, зуд, отечность, краснота в области укуса. Место укуса определяется в виде красной точки, иногда выступает капелька крови, в последующем может появиться пятно фиолетового цвета, образуется сухой струп или пузырек с кровянистой жидкостью.

Укусы могут осложниться развитием флегмоны или рожистого воспаления. Больные жалуются на ухудшение самочувствия, головную боль, бессоницу, слабость, обморочные состояния. Повышается температура тела, появляется озноб, тошнота, рвота. В более тяжелых случаях могут наблюдаться местные и общие судороги, нарушение сердечной и дыхательной деятельности, боли в животе, понос с примесью крови, парезы, явление коллапса и шока. На коже может появиться сыпь. Все эти явления к 3...7-му дню постепенно исчезают, но иногда на длительное время могут остаться общая слабость, боли в конечностях. При множественных укусах может наступить смерть.

**Первая помощь при укусах членистоногих** заключается в следующем: удалить жало из ранки; промыть место укуса перекисью водорода, смазать настойкой иода и приложить холод или влажные повязки с перманганатом калия или боровской жидкостью; при укусах особо ядовитыми паукообразными (скорпиона, каракурта) необходимо уменьшить количество яда в ранке выдавливанием или отсасыванием его; ранку немного рассечь и промыть 1 %-ным раствором  $KMnO_4$ . Кроме того, необходимо обеспечить обильное питье, обезболивающие, снотворные, сердечные препараты, местную новокаиновую блокаду; в тяжелых случаях применить внутривенное введение жидкостей. Внутримышечно вводят специальную сыворотку (antiathro-dectes). Возможно введение сыворотки людей, недавно выздоровевших от укуса.

#### Список литературы

1. **Шаповалов К. А.** О травмах на рыбопромысловых судах Архангельского тралового флота. — М., 1986. — 8 с. (Рукопись депонирована во ВНИИМИ МЗ СССР № 11057—86).
2. **Основные направления** снижения травматизма плавсостава рыбопромыслового флота: информационные материалы / Сост. К. А. Шаповалов. — Архангельск: Архангельский областной отдел здравоохранения, Архангельский государственный медицинский институт, Северная центральная бассейновая клиническая больница имени Н. А. Семашко, 1988. — 16 с.
3. **Шаповалов К. А.** Борьба с травматизмом на водном транспорте // Казанский медицинский журнал. — 1989. — Т. 70. — № 5. — С. 370—371.
4. **Шаповалов К. А.** Лечение ран у работников водного транспорта в условиях длительного рейса // Клиническая хирургия. — 1990. — № 1. — С. 40—41.
5. **Шаповалов К. А.** Программа МБ 04 "Первая медицинская помощь при травмах и несчастных случаях". — Сыктывкар: Коми государственный педагогический институт, 1998. — 13 с.
6. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** О курсе "Медицинская помощь при травмах и несчастных случаях" // Alma mater (Вестник высшей школы). — 2000. — № 5. — С. 35—36.
7. **Безопасность** жизнедеятельности: учебно-методический комплекс по дисциплине компонента цикла ГСЭ специальности: 021100 Юриспруденция 350800 Документоведение и документационное обеспечение управления 061000 Государственное и муниципальное управление 062100 Управление персоналом / Сост. К. А. Шаповалов, Л. А. Шаповалова. — Сыктывкар: КРАГСИУ, 2004. — 14 с.
8. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Контрольные задания для студентов заочного отделения на базе среднего специального и высшего профессионального образования по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности" компонента цикла ГСЭ специальности: 021100 Юриспруденция 350800 Документоведение и документационное обеспечение управления 061000 Государственное и муниципальное управление 062100 Управление персоналом. — Сыктывкар: КРАГСИУ, 2005. — 7 с.
9. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Учебно-методический комплекс по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности" (для университетов) // ОБЖ. Основы Безопасности Жизни. — 2005. — № 5. — С. 33—38.
10. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Учебно-методический комплекс по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности" (для университетов). Окончание // ОБЖ. Основы Безопасности Жизни. — 2005. — № 6. — С. 35—39.
11. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Organizational and methodical bases of an educational complex on discipline "Health and Safety Basis" for higher educational institutions // World Health Organization. — Pubrights. — 2007. — 12 Apr. — 16 p.
12. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Раны: лекция. — Сыктывкар, 1995. — 6 с.
13. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Формирование безопасного мышления студентов в процессе изучения курса "Само-, взаим- и первая медицинская помощь при травмах и несчастных случаях" в педагогическом вузе // Интеграция профессионального образования в Республике Коми: проблемы и перспективы: Сборник докладов межрегиональной научно-практической конференции. Сыктывкар, 2000 год. — Сыктывкар, 2000. — С. 106—115.
14. **Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А.** Раны // Основы безопасности жизни: Безопасность и защита населения в чрезвычайных ситуациях; Само-, взаим- и первая медицинская помощь при травмах и несчастных случаях: учебное пособие. — 4-е изд., перераб. и дополн. — Сыктывкар, 2004. — С. 97—102.
15. **Shapovalov K. A., Shapovalova L. A.** Emergency Medicine. Education of the civilian population to provide a self-, interaction-module and first aid for wounds and their complications / K. A. Shapovalov // World Health Organization. — Pubrights. — 2007. — 11 Oct. — 23 p.

## К вопросу "Об экологически устойчивом развитии России"

*В предыдущем номере журнала была опубликована информация о прошедшем 21—22 ноября 2012 г. Втором съезде экологов России.*

*Представленный здесь материал является своего рода послесловием к решениям Второго съезда экологов.*

При решении насущных проблем развития страны, мы забываем о тех ценностях, которые и определяют это развитие, и прежде всего, о природе и ее ресурсах, необходимых для экономики и здоровья людей. Вернее не забываем, поскольку жизнь каждый день напоминает о необходимости срочного решения экологических проблем: это и загрязнение среды, и деградация ландшафтов, и изменение климата, что ведет к ухудшению здоровья населения и оказывает все большее негативное воздействие на демографию и экономику. Но мы стараемся этого не замечать и продолжаем решать задачу подъема экономики любой ценой.

А начинать надо с изменения отношения к экологическим проблемам, поскольку основная задача экологии состоит в том, чтобы, "не мешая" экономике, обеспечивать ее здоровое развитие. Сейчас такой путь называют устойчивым или ноосферным развитием. Приоритет экономической политики — всемерное использование природных ресурсов — должен быть дополнен приоритетом экологической политики — повышение ценности природных ресурсов не только и не столько в рублях, сколько в умах и душах людей. По тому, как люди ценят природу и ее ресурсы, а также свою жизнь и здоровье и определяется уровень развития любого общества. Эти ценности и должны лечь в основу политики и идеологии страны для обеспечения нашего социально-экономического и духовного развития.

О том, что время начать процесс развития страны по пути гармонизации интересов развития экономики и требований экологической безопасности настало давно, говорят многочисленные решения съездов, конференций, форумов, совещаний, круглых столов. По крайней мере, гражданское общество уже обозначило свою позицию по этому вопросу. Пришло время и власти не только на словах, но и на деле определить практические и действенные меры повышения ценности природы и самого человека в качестве пути развития общества и его культуры. В то же время, чтобы власть выполняла эту функцию, осуществляла контроль и поддерживала ее реализацию на необходимом уровне, потребуется объединение всех секторов общественного движения и обеспечение сотру-

дничества власти, бизнеса и общественности на основе повышения приоритета ценности природы, окружающей среды и человека для реализации устойчивого развития общества.

Практические шаги должны быть конкретны и реалистичны и хотя не смогут сразу решить все существующие проблемы, но должны обозначать политическое решение о начале движения страны в направлении устойчивого развития, которое не затормозит развитие экономики, а будет способствовать процветанию России и росту ее международного авторитета. В свое время (в 2007 г.) Общественная палата РФ обращалась к Президенту Российской Федерации В. В. Путину с просьбой рассмотреть возможность взять под свой контроль реализацию таких шагов. Результат, как говорить, — без комментариев. В свою очередь, Д. А. Медведев, сменивший В. В. Путина на посту Президента РФ, начал, как бы заново, активно обсуждать с гражданским обществом наиболее экологические проблемы, но дело этим и ограничилось, о чем свидетельствуют повторяющиеся из года в год обращения к руководству страны от участников съездов. Сейчас Д. А. Медведев возглавляет Правительство РФ и как не ему перейти от слов к целенаправленной деятельности по устойчивому развитию страны на основе реализации приоритета повышения ценности природы и ее ресурсов.

Для осуществления этой задачи необходим целый ряд первоочередных мер по следующим направлениям.

**Экономика.** Уменьшение затрат природных ресурсов и загрязнений в расчете на единицу конечного результата, сокращение экологического ущерба должны стать условиями дальнейшего развития.

1. Традиционные показатели экономического роста должны быть дополнены так называемыми индикаторами устойчивого развития, т. е. показателями состояния природных ресурсов, эффективности их использования, загрязнения среды и ее влияния на здоровье человека. Показатели, отражающие экологический фактор, должны быть введены в обязательную статистическую отчетность.

2. Решение экологических проблем должно быть предусмотрено в планах социально-экономического развития страны и регионов.

3. Для принятия верных управленческих решений необходимо срочно принять федеральные стандарты оценки стоимости природных ресурсов и наносимого им ущерба.



4. Обеспечение энергетической безопасности должно соответствовать экологическим требованиям. Для этого необходимо срочно создать нормативно-правовую основу для резкого подъема энергоэффективности, принять закон о возобновляемых источниках энергии.

**Право.** Учет природоохранных требований должен стать принципом развития российского права.

1. Прежде всего, необходимо законодательно обеспечить государственную экологическую экспертизу всех проектов хозяйственной деятельности, связанной с оказанием воздействия на окружающую среду; принять законы об экологическом контроле, о зонах экологического бедствия, об обеспечении экологической безопасности автомобильного транспорта.

2. Нужно обеспечить строгую обязательность платежей за негативное воздействие на окружающую среду и их целевое расходование, ужесточить меры ответственности за незаконное использование природных ресурсов и загрязнение окружающей среды (предусмотрев поправки в УК РФ и КоАП РФ), обеспечить неотвратимость экологической ответственности каждого нарушителя, контроль за реализацией права граждан на благоприятную окружающую среду.

**Образование и культура.** Роль культуры для решения поставленной задачи, может быть, более значительна, чем правовые или экономические меры.

1. Обеспечить экологизацию учебных программ в системе среднего и высшего образования от факультативов до специальных предметов и курсов, ввести предмет экологии как мировоззренческой дисциплины. Поддержать систему неформального экологического образования и просвещения на базе охраняемых природных территорий, памятников и учреждений культуры. Предусмотреть необходимые меры в законе об экологическом образовании и просвещении, который необходимо срочно принять.

2. Предусмотреть специальную экологическую подготовку в качестве обязательного профессионального требования к лицам, ответственным за принятие экологически значимых решений (в подзаконных актах, регулирующих прохождение государственной службы).

3. Разработать и принять стратегию формирования экологической культуры.

**СМИ.** Необходимо, чтобы экологической информации было больше, и она носила позитивный характер.

1. Обеспечить поддержку экологических СМИ.

2. Ввести в практику социальную рекламу по бережному отношению к природе, энергосбережению (не ограничиваясь только заменой ламп накаливания на люминисцентные).

**Управление.** Нужно завершить реформу системы государственного экологического контроля.

Определить единое ведомство для осуществления экологического контроля и разграничить контроль и иные управленческие полномочия на федеральном, региональном и муниципальном уровнях власти.

**Бизнес.** Необходимо обеспечить заинтересованность бизнеса в рациональном использовании природных ресурсов и охране природы.

Предусмотреть в законодательстве не только карающие, но и поощрительные меры в виде льгот за экологически грамотно выстроенное производство. Это должно быть обеспечено законом о плате за негативное воздействие на окружающую среду и налоговым законодательством.

**Гражданское общество.** Реализация предлагаемых мер предполагает активное участие гражданского общества. Здесь велика роль Общественной палаты РФ и региональных общественных палат, а также общественных советов во всех ветвях власти на всех уровнях. Экологическое движение должно стать одним из приоритетных направлений поддержки гражданского общества со стороны государства и бизнеса.

1. Законодательно обеспечить различные формы общественного экологического контроля (общественная инспекция, общественные советы и общественная экологическая экспертиза).

2. Обеспечить повсеместный экологический контроль с помощью общественности, заинтересованной в здоровой среде. Население должно знать, куда обратиться в случае экологических правонарушений (таких как вырубка леса, несанкционированная свалка или строительство), так же как телефоны пожарной, полицейской и медицинской помощи. Нужно обеспечить адресность таких обращений, а это предполагает создание специальных служб в компетентных ведомствах и органах местного самоуправления.

**И. С. Пронин,**

д-р техн. наук, проф., отв. секретарь журнала  
"Безопасность жизнедеятельности"

## 2013 год — Год охраны окружающей среды в России

*Москва, 25 декабря 2012 г. — РИА Новости: Наступающий год охраны окружающей среды обещает российским экологам новые международные соглашения и "зеленые" законопроекты, уход климатической политики с "киотских" рельсов, битвы за экологически чистую промышленность и энергетику, а также сразу несколько "звериных" саммитов на высшем уровне.*

Ниже перечислены главные события 2013 года в области охраны окружающей среды.

*2013 год обещает стать важнейшим для природы нашей страны.* Президент России В. В. Путин в августе 2012 г. подписал указ о проведении в 2013 г. в России Года охраны окружающей среды. В свою очередь, российское правительство подготовило план природоохранных дел. В частности, в течение года в зданиях, занимаемых федеральными органами исполнительной власти, предполагается ввести отдельный сбор отходов. Кроме того, Росприроднадзор организует работу прямой линии "зеленого телефона", куда граждане могут обращаться с вопросами и жалобами по проблемам экологии и охраны окружающей среды.

Буквально за две недели до конца 2012 г. Правительство РФ выполнило собственное экологическое задание и утвердило план действий по реализации основ государственной политики в области экологического развития России на период до 2030 г. Экологи давно ждали этого документа, который должен был наполнить рамочные основы экологической политики конкретным содержанием. Работа по утвержденному плану из более чем 100 пунктов начнется уже в 2013 г. Так, Минприроды России должно в течение 12 месяцев подготовить законопроекты о ратификации Орхусской конвенции и конвенции Эспо и проект закона об экологическом аудите. Кроме того, Минприроды в 2013 г. должно представить доклад о гармонизации экологического законодательства в рамках процесса присоединения России к Организации экономического сотрудничества и развития, а также предложения об "актуализации нормативных правовых и иных актов, обеспечивающих решение задач в области экологического развития страны".

*Что касается конференций,* то их будет немало. В Санкт-Петербурге запланировано проведение конференции государств Балтийского региона по защите экологии Балтики. Рослесхоз в первой половине 2013 г. проведет в Москве всероссийскую конференцию по защите лесов. Минобрнауки и Росгидромет в июле-августе 2013 г. организуют морские экспедиции, направленные на изучение и сохранение окружающей среды Балтийского, Ба-

ренцева, Белого и Карского морей. Кроме того, Минобрнауки в 2013 г. поручено организовать всероссийскую олимпиаду школьников по экологии, а в октябре — всероссийский открытый урок охраны окружающей среды. Завершающим мероприятием станет съезд экологов, который подведет итоги года и определит планы на будущее.

*Россия без Киото.* По решению сторон Киотского протокола с 1 января 2013 г. начался второй период обязательств по этому протоколу, но не для России, которая вместе с Японией и Новой Зеландией отказалась принимать новые обязательства по сокращению выбросов парниковых газов в рамках протокола до 2020 г., решив действовать самостоятельно. Правда, в отличие от Канады, Россия официально не вышла из соглашения, поэтому еще как минимум два года она будет вместе со всеми подводить итоги первого периода обязательств по 2008—2012 гг. Кроме того, представители российской делегации на переговорах в ООН неоднократно заявляли, что РФ продолжит следовать нормам протокола по ежегодной отчетности об объемах выбросов. Но отказ России от Киото-2 закроет дорогу для киотских проектов совместного осуществления, которых с 2010 г. набралось более 150 с общим объемом сокращений выбросов около 380 млн т CO<sub>2</sub>-эквивалента. Климатическая политика России вне "киотских" рамок начинается с создания межведомственной рабочей группы при администрации президента по изменению климата и устойчивому развитию, которую возглавил советник президента РФ, специальный представитель президента по вопросам климата А. Бедрицкий. Группа создана в середине декабря 2012 г. и ее состав определится в первые месяцы 2013 г.

*Ртуть в глобальном масштабе.* Кроме "перезагрузки" Киотского протокола, 2013 г. обещает миру и новое международное экологическое соглашение по ртути. Целью такого глобального соглашения станет сокращение использования ртути в промышленности, а также ликвидация накопленного ртутного загрязнения. Первые переговоры по разработке этого соглашения начались еще в рамках Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) в 2009 г. В Минприроды, представляющей российскую сторону на этих переговорах, отмечают, что они идут "очень сложно и очень напряженно", главным образом из-за разного уровня развития стран и огромной сложности задачи по постепенному отказу от использования ртути. Очередной раунд "ртутных" переговоров пройдет в Женеве. По мнению Минприроды, все страны, участвующие в разработке соглашения, твердо на-



мерены, несмотря на трудности в переговорах, согласовать документ до конца 2013 г.

*"Зеленый свет"* возобновляемым источникам энергии (ВИЭ). В начале октября 2012 г. правительство РФ приняло комплекс мер по стимулированию развития ВИЭ. На деле же этот документ оказался, по сути "списком дел" по поддержке развития ВИЭ на предстоящие годы. В частности, в первой половине 2013 г. предполагается принять пакет дополнительных нормативно-правовых актов, регламентирующих участие генерирующих объектов на основе ВИЭ в рынке электроэнергии. Участники этого рынка, тем не менее, считают, что этот комплекс мер может наконец сдвинуть с мертвой точки развитие возобновляемой энергетики в России, которая по планам правительства с начала 2009 г. до конца 2010 г. должна была обеспечивать 4,5 % объема вырабатываемой электроэнергии в стране. Однако по данным Минэнерго, в 2010 г. этот показатель составлял около 0,9 %. Поэтому многие эксперты считают, что план уже провален и более заметное развитие ВИЭ в России, скорее всего, начнется лишь в конце 2020-х годов.

*"Беломедвежий" саммит.* Не только окружающая среда в целом, но и самые яркие ее представители дождутся в 2013 г. особого внимания. Осенью 2013 г. Россия может принять международный саммит или форум по проблемам сохранения белого медведя, чье существование находится под угрозой в результате глобального изменения климата в Арктике. Согласно планам российского правительства, конференция по белому медведю пройдет в Москве в октябре—ноябре 2013 г.

*Саммит по спасению снежного барса.* Не только белых медведей, но и снежных барсов собираются

спасать в 2013 г. Международный саммит по сохранению в дикой природе снежных барсов, занесенных в Красную книгу, может пройти осенью 2013 г. в столице Киргизии Бишкеке. Предполагается, что на саммите будет утверждена глобальная стратегия сохранения снежного барса, подобная той, которая была утверждена в 2010 г. в Санкт-Петербурге для сохранения тигра. При этом саммит может пройти совместно с Шанхайской организацией сотрудничества (ШОС), поскольку 10 из 12 стран ареала снежного барса являются членами или наблюдателями организации ШОС.

*Экология Газпрома.* 2013 год станет годом экологии не только для всей России, но и для Газпрома, поскольку в декабре 2012 г. компания утвердила план из более чем 1200 мероприятий на общую сумму в 5,5 млрд руб. В число этих мероприятий входит, например: перевод автомобилей "дочек" Газпрома на газомоторное топливо; установка солнечных батарей на объектах добычи и транспортировки газа для получения электроэнергии на собственные нужды. Кроме того, Газпром обещает высадить более 100 тыс. деревьев, очистить от мусора и благоустроить более 2000 га прибрежных зон, лесных и городских территорий. Экологи, в свою очередь, призывают компанию в 2013 г. "сделать подарок мирового значения" — отказаться от прокладки экспортного газопровода в Китай через плато Укок, являющегося объектом Всемирного природного наследия "Золотые горы Алтая".

**И. С. Пронин,**

д-р техн. наук, проф., отв. секретарь журнала  
"Безопасность жизнедеятельности"

## Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии""

Журнал выходит при содействии Учебно-методического совета "Техносферная безопасность" Учебно-методического объединения вузов по университетскому политехническому образованию и Научно-методического совета "Безопасность жизнедеятельности" Министерства образования и науки Российской Федерации

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

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

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

Дизайнер *Т. Н. Погорелова.*

Технический редактор *Е. М. Патрушева.* Корректор *Т. В. Пчелкина*

Сдано в набор 01.02.13. Подписано в печать 21.03.13. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ413.

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

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Оригинал-макет ООО "Авансед солюшнз".

Отпечатано в ООО "Авансед солюшнз". 105120, г. Москва, ул. Нижняя Сыромятническая, д. 5/7, стр. 2, офис 2.