



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

2(158)
2014

Редакционный совет:

АКИМОВ В. А., д.т.н., проф.
БАЛЫХИН Г. А., д.э.н.
ГРИГОРЬЕВ С. Н., д.т.н., проф.
ЗАЛИХАНОВ М. Ч., акад. РАН,
д.т.н., проф. (председатель)
КЛИМКИН В. И., к.т.н.
КОТЕЛЬНИКОВ В. С., д.т.н.,
проф.
ПАВЛИХИН Г. П., д.т.н., проф.
СОКОЛОВ Э. М., д.т.н., проф.
ТЕТЕРИН И. М., д.т.н.
ТИШКОВ К. Н., к.т.н., проф.
УШАКОВ И. Б., чл.-корр. РАН,
д.т.н., проф.
ФЕДОРОВ М. П., чл.-корр. РАН,
д.т.н., проф.
ЧЕРЕШНЕВ В. А., акад. РАН, д.т.н.
АНТОНОВ Б. И.
(директор издательства)

Главный редактор

РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

Зам. главного редактора

ПОЧТАРЕВА А. В.

Ответственный секретарь

ПРОНИН И. С., д.ф.-м.н., проф.

Редакционная коллегия:

БЕЛИНСКИЙ С. О., к.т.н., доц.
ИВАНОВ Н. И., д.т.н., проф.
КАЛЕДИНА Н. О., д.т.н., проф.
КАЧАНОВ С. А., д.т.н., проф.
КАЧУРИН Н. М., д.т.н., проф.
КЛЕЙМЕНОВ А. В., д.т.н.
КРАСНОГОРСКАЯ Н. Н., д.т.н.,
проф.
КСЕНОФОНТОВ Б. С., д.т.н.,
проф.
КУКУШКИН Ю. А., д.т.н., проф.
ЛУЦЦИ С., проф. (Италия)
МАЛАЯН К. Р., к.т.н., проф.
МАСТРЮКОВ Б. С., д.т.н., проф.
МАТЮШИН А. В., д.т.н.
МИНЬКО В. М., д.т.н., проф.
МИРМОВИЧ Э. Г., к.ф.-м.н., доц.
ПАНАРИН В. М., д.т.н., проф.
ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г., д.т.н., проф.
ФРИДЛАНД С. В., д.т.н., проф.
ХАБАРОВА Е. И., к.х.н., доц.
ЦЗЯН МИНЦЗЮНЬ, проф.
(Китай)
ШВАРЦБУРГ Л. Э., д.т.н., проф.

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Кашинцева Л. В., Соколов Э. М., Хадарцев А. А., Хрупачев А. Г., Кашинцева Л. О.
Методика расчета и количественной оценки профессионального риска производственных объектов и работников. 3

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Алексеева М. Н., Перемитина Т. О., Ященко И. Г. Оценка негативного воздействия аварийных разливов нефти на окружающую природную среду на основе космических снимков. 12

Брындина Л. В., Елагина М. А. Использование актиномицетов в очистке сточных вод . . . 18

Ермолаева В. А. Выбор оптимального вида железобактерий для биологической очистки воды от соединений железа 20

Михеева Е. В., Нифонтова М. Г. Торфяные залежи как индикаторы радиоактивного загрязнения 25

Свинцов А. П., Аль-Харам Тами Хаиф. Обеспечение экологической безопасности водных ресурсов путем повышения надежности трубопроводов инфраструктурных систем 27

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

Твердохлебов Н. В. Совершенствование понятийного аппарата в области защиты от чрезвычайных ситуаций — объективная необходимость. 32

Большаков А. М., Захарова М. И. Анализ риска аварий на резервуарах при низких температурах эксплуатации 36

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Кузнецова Т. И., Плюснин В. М. Геосистемные картографические интерпретации для информационного обеспечения управления экологическим риском Байкальского региона . . 43

ОБРАЗОВАНИЕ

Терпигорева И. В., Ганцева Е. М. Формирование компетенций у студентов при изучении дисциплины "Законодательство в безопасности жизнедеятельности" 50

ИНФОРМАЦИЯ

Решение Пятого Всероссийского совещания заведующих кафедрами вузов по вопросам образования в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды . . 55

Приложение. Малышев В. П., Бондаренко Я. В., Бронникова Г. А., Бронникова Л. В., Буканин В. А., Каверзнева Т. Т., Малаян К. Р., Никулин А. Н., Струйков Г. В. Основные принципы составления тестов по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности"

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



LIFE SAFETY

BEZOPASNOST' ZHIZNEDATEL'NOSTI

The journal published since
January 2001 r.

Editorial board

AKIMOV V. A., Dr. Sci. (Tech.)
BALYKHIN G. A., Dr. Sci. (Ecom.)
GRIGORYEV S. N., Dr. Sci. (Tech.)
ZALIKHANOV M. Ch.,
Acad. RAS, Dr. Sci. (Tech.)
KLIMKIN V. I., Cand. Sci. (Tech.)
KOTELNIKOV V. S., Dr. Sci. (Tech.)
PAVLIKHIN G. P., Dr. Sci. (Tech.)
SOKOLOV E. M., Dr. Sci. (Tech.)
TETERIN I. M., Dr. Sci. (Tech.)
TISHKOV K. N., Cand. Sci. (Tech.)
USHAKOV I. B., Cor.-Mem. RAS,
Dr. Sci. (Tech.)
FEDOROV M. P., Cor.-Mem. RAS,
Dr. Sci. (Tech.)
CHERESHNEV V. A., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Tech.)
ANTONOV B. I.

Editor-in-chief

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

Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

Responsible secretary

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

Editorial staff

BELINSKIY S. O.,
Cand. Sci. (Tech.)
IVANOV N. I., Dr. Sci. (Tech.)
KALEDINA N. O., Dr. Sci. (Tech.)
KACHANOV S. A., Dr. Sci. (Tech.)
KACHURIN N. M., Dr. Sci. (Tech.)
KLEYMENOV A. V., Dr. Sci. (Tech.)
KRASNOGORSKAYA N. N.,
Dr. Sci. (Tech.)
KSENOFONTOV B. S.,
Dr. Sci. (Tech.)
KUKUSHKIN Yu. A.,
Dr. Sci. (Tech.)
LUZZI S. (Italy), prof.
MALAYAN K. R., Cand. Sci. (Tech.)
MASTRYUKOV B. S.,
Dr. Sci. (Tech.)
MATYUSHIN A. V., Dr. Sci. (Tech.)
MINKO V. M., Dr. Sci. (Tech.)
MIRMOVICH E. G.,
Cand. Sci. (Phys.-Math.)
PANARIN V. M., Dr. Sci. (Tech.)
TOPOLSKIY N. G., Dr. Sci. (Tech.)
FRIDLAND S. V., Dr. Sci. (Tech.)
KHABAROVA E. I.,
Cand. Sci. (Chem.)
JIANG MINGJUN (China), prof.
SHVARTSBURG L. E.,
Dr. Sci. (Tech.)

CONTENTS

2(158)
2014

LABOUR PROTECTION AND POPULATION HEALTH

- Kashitseva L. V., Sokolov E. M., Hadartsev A. A., Hrupachev A. G., Kashitseva L. O.** Design Procedure and the Quantitative Estimation of the Occupational Risk of Industrial Objects and Workers 3

ECOLOGICAL SAFETY

- Alekseeva M. N., Peremitina T. O., Yashchenko I. G.** Negative Impact Assessment Oil Spills on the Environment Based on the Space Images 12
- Bryndina L. V., Elagina M. A.** Using Actinomycetes in Waste Water Treatment 18
- Ermolaeva V. A.** The Use of Iron Bacteria for Biological Water Purification from Iron Compounds 20
- Mikheeva E. V., Nifontova M. G.** Peat Deposits as Indicators of Radioactive Pollutions 25
- Svintsov A. P., Al-Harami Tami.** Ecological Safety of Water Resources by Improving the Reliability of Pipeline Infrastructure Systems 27

EMERGENCY SITUATIONS

- Tverdohlebov N. V.** Improvement of the Conceptual Framework in the Field of Protection against Emergency Situations is an Objective Necessity 32
- Bolshakov A. M., Zakharova M. I.** Accidents Risk Analysis on Reservoirs at Low Temperatures of Exploitation 36

REGIONAL PROBLEMS OF SAFETY

- Kuznetsova T. I., Plyusnin V. M.** Geosystem Cartographic Interpretations for Information Support of Ecological Risk Management in the Baikal Region 43

EDUCATION

- Terpigoreva I. V., Gantseva E. M.** Forming the Student Competence by Studying the Course "Legislation in the Sphere Safety of Activities". 50

INFORMATION

- Fifth Meeting Nationwide Head of the Department of Higher Education Institutions on Education in the Field of Life Safety and Environmental Protection.** 55

- APPLICATION. Malyshev V. P., Bondarenko J. V., Bronnikova G. A., Bronnikova L. V., Bukanin V. A., Kaverzneva T. T., Malajan K. R., Nikulin A. N., Strujkov G. V.** The Basic Principles of Preparation of the Tests in the "Life Protection" Course

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

УДК 331.46

Л. В. Кашинцева¹, канд. техн. наук, доц. кафедры, **Э. М. Соколов**¹, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, **А. А. Хадарцев**², д-р мед. наук, проф., директор, **А. Г. Хрупачев**¹, д-р техн. наук, проф. кафедры, **Л. О. Кашинцева**², студентка

¹ Тульский государственный университет

² Медицинский институт при Тульском государственном университете

E-mail: tulastra@mail.ru

Методика расчета и количественной оценки профессионального риска производственных объектов и работников

Приведена методика расчета и количественной оценки профессионального риска производственных объектов и отдельных работников. Дается понятие остаточного риска и его количественная оценка. На основании структурной схемы профессионального риска приведен расчет интегрального значения допустимого уровня профессионального риска.

Ключевые слова: профессиональный риск, допустимый уровень риска, количественная оценка риска, ущерб здоровью

L. V. Kashintseva, E. M. Sokolov, A. A. Hadartsev, A. G. Hrupachev, L. O. Kashintseva

Design Procedure and the Quantitative Estimation of the Occupational Risk of Industrial Objects and Workers

In the article the design procedure and the quantitative estimation of the occupational risk of industrial objects and individual workers is resulted. The concept of residual risk and its quantitative estimation is given. Calculation of integral value of the professional risk admissible level on the basis of the professional risk block diagram is defined.

Keywords: professional risk, admissible risk level, the risk quantitative estimation, health injure

Введение

Современное общество стоит на позициях эгоцентризма и утверждает, что *каждый человек самоценен и уникален, а здоровье человека является основным богатством общества*. Это обусловлено тем, что современная сфера производства отягощена перечнем более чем из 1000 профессиональных опасностей, которые могут иметь место во всех существующих профессиях. Сегодня по оценкам МОТ смертность, обусловленная несчастными случаями на производстве, и работой, связанной с заболеваниями, составляет 2 млн 200 тыс. жизней в год, а заболевания и травмы с временной потерей трудоспособности получают в общей сложности более 300 млн человек [1].

Такая ситуация представляет реальную угрозу национальной безопасности России в долгосрочной перспективе, так как демографическая проблема, связанная с прогрессивной трудонедоста-

точностью населения, может стать серьезным барьером роста российской экономики. Поэтому, как подчеркнул на заседании Правительства 28.10. 2011 г. В. В. Путин, сегодня стоит задача выработки новой государственной политики и нормативно-правового регулирования в сфере охраны труда и социального страхования жизни и здоровья работников на основе лучших мировых показателей. "Мы должны ориентироваться на самые передовые стандарты и на стандарты Международной организации труда. Такие нормативы должны служить базовым критерием для создания качественных и безопасных рабочих мест", — отметил В. В. Путин.

В связи с этим, актуальность, степень научной новизны и практическую значимость представляемой методики количественной оценки профессионального риска можно рассмотреть с двух позиций.

1. С точки зрения полезности для общества в части научно обоснованной переработки норма-



тивной правовой базы охраны труда и социального страхования, для гармонизации ее с действующими международными нормативами, и создания более совершенных методов априорной оценки и прогноза негативных последствий воздействия вредных факторов производственной среды на человека. К этим вопросам методики следует отнести:

- разработку интегральной структуры профессионального риска и универсальной зависимости для его количественной оценки;

- определение численных значений приемлемого и достигнутого уровней профессионального риска;

- обоснование необходимости введения показателя стоимостного эквивалента ущерба здоровью, и установление его численного значения;

- разработку новой методики расчета дифференцированных страховых выплат в Фонд социального страхования.

2. С точки зрения развития научного базиса количественной оценки профессионального риска, позволяющего сделать математическое описание его проявленных и скрытых составляющих единым индексом вреда, что необходимо для разработки универсального вычислительного комплекса электронных персонализированных карт профессионального здоровья работающих. К наиболее значимым результатам по этому направлению следует отнести:

- разработку единой шкалы ущерба и определение ее численных значений в различных классах условий труда;

- применение единого для всех составляющих профессионального риска показателя ущерба, измеряемого в сутках сокращения продолжительности полноценной жизни за год (СППЖ), гармонизированного с применяемой за рубежом методикой DALY.

Такое комплексное сочетание научных исследований и практической деятельности представляет собой методологическую стратегию перехода от главенствующей сегодня в области производственной безопасности парадигмы "реагировать и выправлять" к социально ориентированной и научно обоснованной концепции "предвидеть и предупреждать". Это позволит решить основную целевую задачу работы — минимизировать вредное и опасное воздействие факторов производственной среды на человека посредством универсального вычислительного комплекса для интегральной оценки профессионального риска, расчета допустимого стажа

работы, назначения обоснованного размера экономических компенсаций и видов медицинской профилактики и реабилитации работающих во вредных, тяжелых и опасных условиях труда и потерпевших на производстве.

1. Теоретические положения количественной оценки профессионального риска

Научным базисом для разработки методики количественной оценки профессионального риска являются рассмотренные ниже теоретические положения, которые получены на основе принципов гигиенического нормирования, доказательной медицины, математической и страховой статистики.

1.1. Структурная схема профессионального риска

Интегральная структура профессионального риска (рис. 1) включает в себя проявленные и скрытые составляющие в виде: *риска повреждения здоровья вследствие травм различной степени тяжести* $R_{\text{Тр}}$, выделяя *риск смертельного исхода* $R_{\text{СМ}}$, *риска повреждения здоровья вследствие профессиональных заболеваний* $R_{\text{ПЗ}}$ и *скрытого риска повреждения здоровья* $R_{\text{СКР}}$, обусловленного работой во вредных и тяжелых условиях труда. В общем виде профессиональный риск описывается следующей зависимостью [2]:

$$R_{\text{ПР}} = R_{\text{СМ}} + R_{\text{Тр}} + R_{\text{ПЗ}} + R_{\text{СКР}}. \quad (1)$$

При наличии структуры профессионального риска и универсальной зависимости для его интегральной оценки, появляется возможность дифференцированной количественной оценки его составляющих. Важность этой задачи в масштабах государства обусловлена тем, что структура про-

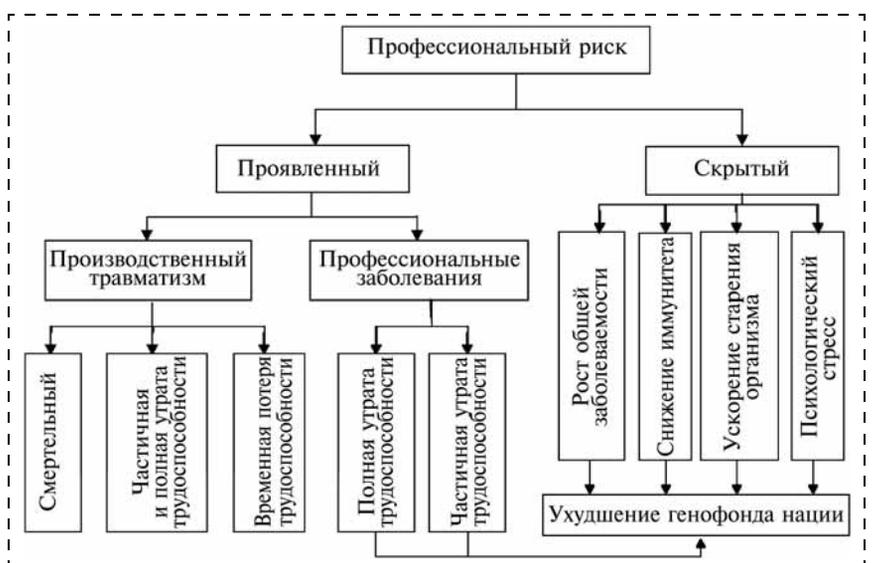


Рис. 1. Структурная схема профессионального риска

фессионального риска у каждого предприятия и в каждой профессиональной группе, даже в рамках одной отрасли промышленности имеет свою специфику. Так, например, на объектах машиностроения и строительства при наличии вредных факторов будут преобладать опасные факторы, в химической промышленности доминируют вредные факторы, а в металлургии и горнодобывающей — и те, и другие. Поэтому методика должна включать в себя универсальный математический аппарат, позволяющий рассчитать численные значения всех составляющих профессионального риска.

1.2. Математическое описание профессионального риска

Так как с позиций теории вероятности — риск как мера опасности определяется ожидаемой периодичностью нанесения ущерба и предполагаемым размером последнего, то в общем виде профессиональный риск можно представить как математическое ожидание *ущерба У*.

$$R_{\text{пр}} = M(Y)_i. \quad (2)$$

Следовательно, *профессиональный риск* как частный случай общей теории будет представлять собой сочетание двух взаимосвязанных компонентов: P_i — вероятности неблагоприятного события i , произошедшего в процессе производственной деятельности, и y_i — тяжести последствий (*ущерб здоровью*) в результате воздействия вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса (травмы, заболевания) [3]. Именно такое смысловое содержание риска очень удобно для решения прикладных задач в системе управления охраной труда, поэтому ГОСТ Р 12.0.010—2009 "Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков" предусматривает процедуру количественной оценки всех форм профессионального риска по единой универсальной зависимости в виде *суммы произведений дискретных значений вероятности неблагоприятного события на величину причиненного ущерба*:

$$R_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n P_i y_i. \quad (3)$$

Таким образом, численное значение профессионального риска можно установить с определенной степенью надежности, если известны характеристики риска — вероятность неблагоприятного события (воздействия) и ожидаемая величина причиненного *ущерба*.

1.3. Оценка ущерба здоровью работников

Оценка ущерба от всех детерминированных и скрытых форм повреждения здоровья работников единым индексом вреда, измеряемого в *сутках сокращения продолжительности полноценной жизни за год*, базируется на установленном и доказанном факте, что *любое профессиональное заболевание и вредный фактор производственной среды, имеющий превышение гигиенических нормативов, приводит к потере качества жизни и может быть причиной преждевременной смерти* [4, 5].

1.4. Расчет показателя приемлемого риска

С учетом того, что мировое сообщество отвергло доктрину нулевого риска и приняло концепцию *приемлемого риска* $R_{\text{прием}}$, которая предполагает, что даже в случае оптимального инженерно-технического обеспечения производственного процесса и подобающего уровня организации системы охраны труда возможны обстоятельства, при которых будет нанесен ущерб организму работника. Причиной тому может быть различный форс-мажор, например, внезапное резкое ухудшение самочувствия самого работника (обмороки и т. п.), в результате чего он может получить травму, а также нерасчетные воздействия иных внешних факторов как на работников, так и на оборудование, здания и сооружения, которые в свою очередь могут причинить ущерб здоровью персонала. Таким образом, если *профессиональный риск* на уровне $R_{\text{прием}}$ (риск форс-мажорных обстоятельств) является неотъемлемой частью любого процесса профессиональной деятельности, то этот показатель необходимо ввести в зависимость (1), которая примет вид:

$$R_{\text{пр}} = R_{\text{прием}} + R_{\text{см}} + R_{\text{тр}} + R_{\text{пз}} + R_{\text{скр}}. \quad (4)$$

Так как показатель приемлемого риска в России отсутствует, для определения его численного значения в расчетах будем ориентироваться на исследования, выполненные в ведущих, экономически развитых странах мира, где накоплен наибольший опыт в сфере обеспечения профессиональной безопасности и достигнуты наилучшие результаты в этой области знаний и практической деятельности. К настоящему времени концепция приемлемого уровня риска во многих странах Западной Европы и США получила не только общественное признание, но и законодательное оформление. В частности, *Комитет по здравоохранению и промышленной безопасности (HSE) Великобритании* установил его на уровне $6 \cdot 10^{-6}$ в год. Это означает, что *при реализации любого производственного процесса, при воздействии всевозможных вредных*



и опасных факторов может погибнуть не более 6 человек на миллион работающих или их здоровью будет нанесен эквивалентный по тяжести ущерб в случае различных заболеваний и травм. Для определения численного значения этого показателя используются следующие исходные статистические данные: ожидаемая продолжительность жизни при рождении в Великобритании — 79,2 года, средний возраст погибших на производстве — 39,5 лет. В этом случае, *время недожития* у погибших на производстве составляет 39,7 года, а величина $R_{\text{прием}}$ будет составлять 0,09 суток сокращения продолжительности полноценной жизни за год ($\text{СППЖ} = 6 \cdot 39,7 \cdot 365 / 10^6$). Так как полученное значение 0,09 суток СППЖ, на данном этапе развития техники и технологии, являются константой, то зависимость (4) можно привести к виду:

$$R_{\text{пр}} = 0,09 + R_{\text{см}} + R_{\text{тр}} + R_{\text{пз}} + R_{\text{скр}} \quad (5)$$

1.5. Коэффициент несоблюдения требований охраны труда

Обязательным условием, обеспечивающим минимизацию профессионального риска, является полное исполнение требований нормативно-технической базы охраны труда. Это обусловлено тем, что любое их нарушение или неисполнение в полной мере повышает риск нанесения ущерба здоровью работника на величину, пропорциональную относительной величине превышения количества выявленных случаев несоблюдения требований производственной безопасности (с учетом их весового значения) — $n_{\text{нар}}$ к общему количеству проверенных требований $N_{\text{тр}}$. Этот показатель, в виде коэффициента несоблюдения требований охраны труда $K_{\text{нт}}$, рассчитывается по следующей зависимости:

$$K_{\text{нт}} = 1 + n_{\text{нар}} / N_{\text{тр}} \quad (6)$$

1.6. Оценка реального показателя профессионального риска

Оценка реального количественного показателя профессионального риска производственного объекта $R_{\text{пр}}^{\text{реал}}$ выполняется с учетом формулы (6) по следующей зависимости:

$$R_{\text{пр}}^{\text{реал}} = R_{\text{пр}} \cdot K_{\text{нт}} \quad (7)$$

Целесообразность такого подхода обусловлена тем, что при расследовании уже произошедших несчастных случаев и профессиональных заболеваний установленные нарушения требований охраны труда устраняются в процессе работы комиссии. Следовательно, факторы, выявленные при последующих (текущих и экспертных) проверках

нарушения, являются потенциальными, способствующими причинению вреда здоровью работников в ближайшей или отдаленной перспективе. Повышение показателя профессионального риска с учетом коэффициента $K_{\text{нт}}$ увеличит финансовые затраты организации в виде роста страховых взносов в фонд обязательного социального страхования, что подтолкнет, в свою очередь, работодателя к устранению выявленных нарушений.

1.7. Оценка уровня профессионального риска

Оценка уровня профессионального риска (УПР) производственного объекта или конкретного работника представляет собой процесс сравнения полученных фактических количественных значений риска с его контрольной величиной в виде *допустимого уровня профессионального риска* $R_{\text{доп}}$ — риска, "который в данной ситуации считают приемлемым при существующих общественных ценностях" (ГОСТ Р 51898—2002 Аспекты безопасности. п. 3.7 — Допустимый риск). Иначе говоря *допустимый риск представляет собой оптимальный баланс между безопасностью и требованиями, которым должны удовлетворять продукция, процесс или услуга, а также такими факторами, как выгодность для пользователя, эффективность затрат, обычаи и др.* на данном этапе развития общества. Для того чтобы определить этот критерий, необходимо знать численные величины достигнутых на сегодня наименьших уровней для всех проявленных и скрытых составляющих профессионального риска:

$$\text{УПР} = R_{\text{пр}}^{\text{реал}} / R_{\text{доп}} \quad (8)$$

2. Понятие остаточного риска и его количественная оценка

Необходимо признать, что при оценке проявленных форм профессионального риска применение термина "допустимый риск" неверно как методологически, так и с морально-этической точки зрения. Это связано с тем, что ключевая позиция мирового сообщества заключается в том, что *производственная деятельность, при которой тот или иной отдельный индивидuum подвергается риску, не может быть оправдана, даже если эта деятельность выгодна для общества в целом.* Поэтому правильнее будет применить понятие *остаточного риска* $R^{\text{ост}}$ — риска, который присутствует на рабочем месте после принятия превентивных мер защиты, соответствующих достигнутому уровню развития техники и технологии на современном этапе.

Такой подход находится в полном соответствии с аксиомой о потенциальной опасности, согласно которой человек постоянно находится в поле потенциальных опасностей ΣQ , которые могут быть обусловлены целым рядом социально-экономических причин и инженерно-технических особенностей реализуемого им технологического процесса. В силу этого, полностью обезопасить человека введением превентивных средств защиты ΣZ в указанное поле опасностей не удастся, а возможно только снизить опасность до некоторой величины остаточного риска $R^{\text{ост}}$.

$$\Sigma Q - \Sigma Z \Rightarrow R^{\text{ост}} \rightarrow 0. \quad (9)$$

Установление такого показателя, который в идеале должен стремиться к нулю, характеризует заинтересованность общества в лице государства в создании достойных человека условий труда.

2.1. Риск смертельного травматизма

Величину достигнутого уровня остаточного риска смертельного травматизма — $R_{\text{см.тр.}}^{\text{ост}}$ можно рассчитать на основании данных статистической отчетности о количестве смертельных травм в ведущих экономически развитых странах мира [4]. Сегодня среднее значение вероятности несчастного случая со смертельным исходом составляет $P_{\text{см.тр.}}^{\text{ост}} = 2,5 \cdot 10^{-5}$ случаев в год. Для оценки ущерба от смертельного травматизма можно использовать данные исследований, выполненных в промышленно развитых странах, согласно которым средний возраст погибших в результате смертельной травмы составляет 39 лет, а время сокращения продолжительности жизни — недожитие до среднестатистического показателя в стране достигает 40 лет, что соответствует ущербу в 14 600 суток СППЖ [4]. В этом случае в соответствии с зависимостью (3) остаточный уровень риска смертельного травматизма находится в пределах 0,365 суток СППЖ за год (10):

$$\begin{aligned} R_{\text{см.тр.}}^{\text{ост}} &= 14\,600 \cdot 2,5 \cdot 10^{-5} = \\ &= 0,365 \text{ суток СППЖ за год.} \end{aligned} \quad (10)$$

2.2. Риск травматизма с частичной и полной утратой трудоспособности

В основу расчета показателя остаточного риска повреждения здоровья при получении травм, приведших к инвалидизации работников, в результате частичной или полной утраты ими трудоспособности $R_{\text{тр.инв.}}^{\text{ост}}$, положены данные государственной статистики об этом виде производственных травм, накопленные в Германии за последние 20 лет. Это

сделано потому, что в России подобных сведений нет. Немецкие статистические данные за этот период, приведенные к одному условному году (необходимо отметить, что разница по годам не превышает 10 %), выглядят следующим образом: количество занятых трудовой деятельностью — 36 млн человек, количество травм с полной или частичной утратой трудоспособности — 34 тыс. человек. Соответственно вероятность стать инвалидом составляет $9,4 \cdot 10^{-4}$ (34:36 000).

Определить суммарную величину причиненного ущерба на основании ретроспективных данных не представляется возможным, так как оценка влияния патологии, полученной в результате травмы, носит во многих случаях субъективный характер. Сегодня не существует строгих нормативов при оценке потери трудоспособности, так как понятие "средний работник" относится к области теории. В действительности весь диапазон трудоспособности не имеет четкого определения, так как он относится не только к врожденным наклонностям данного лица, но также и к потребностям и адекватности производственной и окружающей среды. Подобные различия демонстрируют отличия между способностью выполнять данную работу и способностью работать вообще. В такой ситуации врачи часто прибегают сознательно или бессознательно к оценке степени утраты трудоспособности относительно того, последнего и конкретного рабочего места, которое занимал данный человек.

Поэтому для установления усредненной величины ущерба будем считать, что каждый, повлекший за собой инвалидный исход случай травмы и заболевания, при расчете оценивался потерей 750 рабочих дней [6]. Этот показатель применительно к рассматриваемому случаю можно интерпретировать, как сокращение продолжительности полноценной жизни на 750 суток.

Полученные исходные данные о вероятности несчастных случаев с полной и частичной утратой трудоспособности и тяжести последствий позволяют определить численное значение остаточного риска:

$$\begin{aligned} R_{\text{тр.инв.}}^{\text{ост}} &= 750 \cdot 9,4 \cdot 10^{-4} = \\ &= 0,7 \text{ суток СППЖ за год.} \end{aligned} \quad (11)$$

2.3. Риск травматизма с временной утратой трудоспособности

Оценка остаточного риска травмирования с временной утратой трудоспособности $R_{\text{вр.тр.}}^{\text{ост}}$ может быть выполнена с учетом приемлемой аппроксимация ущерба на один случай, на уровне страны (или отрасли промышленности) по результатам



большой статистической выборки, если имеются данные о количестве и среднем возрасте травмированных, характере травм и количестве дней нетрудоспособности (коэффициенте тяжести).

Как показывает практический опыт ведущих стран мира, точные статистические данные о зарегистрированных несчастных случаях являются прямыми показателями реального внимания государства к вопросам обеспечения безопасности своих граждан на производстве. К сожалению, мы не можем этого сказать о России, где недостоверная статистика является серьезным тормозом, не позволяющим объективно оценивать обстановку и проводить системную работу по охране труда на всех уровнях. По экспертной оценке МОТ, общий уровень травматизма в России занижен, например в 2001 г. почти в 50 раз (Госкомстат — 100 000 случаев, МОТ — 4 780 700 случаев) [1]. Как видно из таблицы, даже данные о травматизме с летальным исходом, приводимые различными государственными органами, имеют расхождение более чем на 30 %.

Поэтому ни о какой достоверности не приходится говорить, анализируя травматизм с временной утратой трудоспособности. Ведь речь идет о случаях, о которых работодатель не обязан информировать государственные органы власти. Как результат, в период с 2001 г. по 2009 г., при увеличении роста промышленного производства, уровень травматизма в Российской Федерации снизился в 2 раза (144,7 тыс. в 2001 г., 73,4 тыс. в 2008 г.). По этому поводу следует заметить, что в Германии, снижение общего уровня травматизма за последние 20 лет составило лишь 0,5 %. И, тем не менее, в этой, казалось бы, благоприятной для нас ситуации настораживает следующий факт: коэффициент тяжести одного несчастного случая в РФ за тот же период возрос с 23,5 до 32 дней, в то время как в США он составляет 6 дней, а в Германии он не превышает 5 дней [7]. Это однозначно указывает на широкомасштабную акцию сокрытия несчастных случаев на производстве и представление их под видом бытовых травм и случаев временной нетрудоспособности в связи с общей заболеваемостью. Об этом наиболее наглядно свидетельствует тот факт, что общая заболеваемость только в 2007 г. увеличилась на 5 % с 506 до 532 человек на 1000 рабо-

тающих, при росте средней продолжительности одного случая временной нетрудоспособности — на 32 %, с 8,7 дней в 2006 г. до 11,5 дней в 2007 г. [8].

Понятно, что подобная статистика не может служить основанием для объективного установления показателя остаточного риска вероятности получения травмы с временной утратой трудоспособности $P_{вр.тр.}$. Поэтому для расчета этого риска воспользуемся показателями, достигнутыми в ведущих странах мира, где, как и в России, при расчете риска получения травмы основными оценочными показателями являются коэффициенты частоты K_q и тяжести K_T несчастных случаев. Для проведения расчетов воспользуемся данными Бюро трудовой статистики США. Согласно им общее количество несчастных случаев на производстве с временной потерей трудоспособности составляет 2 252 591 человек в год, при общей численности занятых во всех сферах производства 130 млн человек ($K_q = 17,3$), т. е. вероятность получения травмы $P_{вр.тр.}$ равна 0,0173, при этом средняя продолжительность нетрудоспособности составляет 6 дней (K_T) [7].

Для определения количественного значения единичного ущерба $У_{вр.тр.}$ от одной травмы использовалась компьютерная программа "Травма—Риск" (рис. 2), разработанная авторами на базе методики DALY [5]

Базовой математической моделью в методике DALY является формула оценки индекса DALY:

$$DALY = - \left[\frac{(D)(Ce^{-\beta a})}{(\beta + r)^2} \right] \times \left[e^{-(\beta + r)L}(1 + (B + r)(L + a)) - (1 + (r + \beta)a) \right],$$

где D — степень тяжести состояния; a — значение середины возрастного интервала, к которому относиться учтенный случай; C , β , B — константы, определяющие статистический вес возраста; r — ставка дисконта; e — основание натурального логарифма; L — коэффициент продолжительности состояния — число лет жизни, в среднем утрачиваемых в результате одного случая заболевания или смерти.

Статистика производственного травматизма с летальным исходом Российской Федерации за период с 1995 по 2005 гг.

Источник	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
ФИТ	6881	6399	5391	4908	5728	5984	6194	5803	5185	4924	4604
РСС	6789	5378	4734	4296	4259	4404	4368	3920	3538	3292	3091
ФСС	д/н	д/н	д/н	д/н	д/н	4548	5755	5715	5180	3684	4235

Примечание: **ФИТ** — Федеральная инспекция по труду, а с 2004 г. — Федеральная служба по труду и занятости (Роструд); **РСС** — Госкомстат, а с 2004 г. — Росстат; **ФСС** — Фонд социального страхования Российской Федерации; д/н — данных нет.

№= 0

0,16243 C

0,04 beta

0,03 r

0,04 B

40 a - возраст инвалидизации

0,5 D - весовой коэффициент инвалидизации (D=0...1)

77,95 L- колич. лет в инвалидизации (до выздор. или до см.)

6 L- колич. сут. в инвалидизации (до выздор. или до см.)

Вычислить

DALY= 0,010778 годы

DALY= 3,9338 сутки

Рис. 2. Интерфейс программы расчета ущерба при получении травмы с временной утратой трудоспособности

Для получения искомого результата вводились следующие исходные данные:

$a = 40$ лет — средний возраст получения травмы;

$D = 0,5$ — весовой коэффициент для травм опорно-двигательного аппарата (этот вид травм является доминирующим в общей структуре травматизма с временной утратой трудоспособности);

$L = 6$ суток — количество суток нетрудоспособности.

Как видно из интерфейса программы размер ущерба $U_{вр.тр.}$ в нашем случае составит примерно 4 суток СППЖ за год ($DALY = 3,9338$).

Полученные численные характеристики травматизма с временной утратой трудоспособности: вероятность получения травмы $P_{вр.тр.}$ и величина ущерба $U_{вр.тр.}$ позволяют рассчитать по зависимости (3) остаточный риск травматизма с временной утратой трудоспособности $R_{вр.тр.}^{ост}$, который будет равен 0,07 суток СППЖ за год.

2.4. Риск повреждения здоровья вследствие получения профессионального заболевания

Определение показателя остаточного риска получения профзаболевания $R_{пз}^{ост}$ является одной из самых сложных задач рассматриваемой проблемы. Сегодня даже в странах, имеющих хорошо организованную систему управления охраной труда, диагностика и учет профессиональных и связанных с работой заболеваний зависит от административных решений каждого государства — члена МОТ.

Для выявления этих заболеваний необходимо проводить периодические медицинские осмотры (ПМО) работников. А это, в сущности, научные исследования, направленные на выявление последствий воздействия вредных и опасных факторов производственной среды, присутствующих на конкретных рабочих местах. И только, когда это будет сделано, и все работники будут проинформированы о возможных причинах заболеваний, связанных с работой, можно будет дать адекватную оценку масштабов данной проблемы.

В РФ процедура качественного проведения ПМО, кроме всего прочего, затруднена тем, что требует применения более 30 нормативных правовых документов, не гармонизированных друг с другом. Кроме того, отсутствие унифицированного документооборота (формы заключения по результатам предварительных и

периодических медицинских осмотров, а также медицинская карта и заключительный акт по результатам ПМО) исключает возможность их сопоставления в случае миграции работника из одного региона в другой или смене места работы и медицинской организации. В силу вышеизложенного, сегодня остро стоит вопрос по определению вероятности развития профессионального заболевания. Если обратиться к статистике, то наилучшие результаты по этому показателю имеет Россия, где частота ежегодно выявляемых профзаболеваний в 40 раз ниже по сравнению с Данией, в 25 раз — с США, в 20 раз — с Германией [8]. Совершенно очевидно, что регистрируемый уровень профессиональной заболеваемости в России не отражает истинной ситуации и не соответствует состоянию условий труда, которые, согласно данным Минздрава России, в 47 % случаев признаны вредными и опасными [3].

Так в чем же причина такого разительного отличия? Дело в том, что за рубежом еще в прошлом веке приняли концепцию, выработанную совместным экспертным комитетом по профессиональной гигиене (МОТ/ВОЗ), согласно которой *термин — связанные с работой заболевания, может быть подходящим для описания не только признанных профессиональных заболеваний, но и других расстройств, возникновению которых в качестве причинных факторов способствовали рабочая среда и процесс выполнения работ* [9]. В частности, сегодня достоверно установлено, что производственный



шум первоначально является причиной развития неспецифических заболеваний органов желудочно-кишечного тракта и системы кровообращения, и уже значительно позже приводит к патологии органов слуха, которая только и классифицируется у нас в стране как профессиональное заболевание.

В то же время, ранняя диагностика связанных с работой отклонений здоровья за рубежом привела к росту показателя численности профессионально обусловленных заболеваний, но при этом стала неуклонно повышаться средняя продолжительность жизни населения в этих странах. Это однозначно свидетельствует о том, что ущерб, наносимый здоровью заболеваниями, выявленными на ранних стадиях вредного воздействия на организм, существенно ниже ущерба от заболевания, ставшего в конечном итоге причиной инвалидизации работника. Дело в том, что современная медицина успешно лечит гастриты, язвенную болезнь желудка и артериальную гипертензию на ранней стадии, но бессильна с патологическим повреждением кохлеарного нерва, обеспечивающего объективную акустическую информацию человеку об окружающем мире.

Следовательно, высокий уровень выявления профессионально обусловленной заболеваемости в ведущих, экономически развитых странах, в первую очередь свидетельствует о постоянном совершенствовании института ранней диагностики медицины труда. С учетом такого подхода к профессиональному здоровью за рубежом можно сделать вывод, что имеющиеся у них статистические данные о профессионально обусловленной заболеваемости не имеют никакой связи с данными о профессиональной заболеваемости в нашей стране. Поэтому для оценки вероятности получения профессионального заболевания в России будем пользоваться отечественными данными, так как за ними стоят реальные люди, ставшие инвалидами в результате воздействия вредных факторов производственной среды.

Сегодня в России, при средней численности работающих 65 млн человек, ежегодно впервые устанавливается порядка 8000 профессиональных заболеваний различной этиологии, т. е. вероятность стать инвалидом составляет $1,23 \cdot 10^{-4}$.

Так как определение тяжести полученного профессионального заболевания оценивается косвенным показателем в виде установленной работнику группы инвалидности, то в данной ситуации, как и в случае с травматизмом, приведшим к инвалидизации работников, будем считать, что каждый случай профессионального заболевания, повлекший за собой инвалидный исход, при расчете оценивался потерей 750 рабочих дней.

На основании этих данных можно рассчитать остаточный риск получения профзаболевания $R_{пз}^{ост}$ (12), который составляет 0,09 суток СППЖ за год

$$R_{пз}^{ост} = 750 \cdot 8000 / 65 \cdot 10^6 = 0,09 \text{ суток СППЖ за год.} \quad (12)$$

2.5. Оценка скрытого риска повреждения здоровья

Для оценки допустимого, с позиций дозового принципа гигиенического нормирования, уровня скрытого риска повреждения здоровья $R_{скр}^{доп}$ нами применена следующая логика: любой работник в процессе жизни может подвергаться воздействию какого-либо вредного фактора, как в окружающей его природной, так и в производственной среде. При этом следует иметь в виду, что в РФ значения гигиенических нормативов для населенных мест (ПДК_{н.м.}, ПДУ_{н.м.}) и производственной среды (ПДК_{р.з.}, ПДУ_{р.з.}) существенно отличаются. Это обусловлено тем, что нормативы для окружающей среды установлены из условия минимизации вредного воздействия на организм в течение всей жизни. Исходя из этого, сегодня приемлемым считается пожизненный ущерб в размере 18 суток недожитой жизни, и соответствующее ему значение приемлемого риска вредного воздействия факторов окружающей природной среды на уровне 0,25 СППЖ суток за год [10].

Для расчета допустимого риска, обусловленного воздействием вредных факторов производственной среды, необходимо рассмотреть два условия.

Во-первых, человек может работать на производстве в условиях труда, когда параметры вредных факторов не превышают гигиенических нормативов для населенных мест. Но объективно следует признать, что на современном этапе, создать такие условия проблематично или просто не представляется возможным.

Во-вторых, человек работает в условиях, когда энергетические уровни и концентрации вредных факторов производственной среды соответствуют гигиеническим нормативам для рабочих мест. Но, рассматривая это условие, нельзя согласиться с тем, что допустимыми условиями труда будут считаться такие, которые по своей сути являются переходными, так как они одновременно являются нижней границей вредных условий труда. Это совершенно неверно с современных позиций медицины труда, ведь в этом случае нарушается основополагающий принцип сохранения здоровья работника — дозовый принцип гигиенического нормирования. Поэтому представляется целесообразным с точки зрения социальной справедливости и обоснованным с позиций доказательной медицины на данном этапе развития трудовых отношений в РФ определять численное значение допустимого уровня скры-

того профессионального риска, как среднее арифметическое между значением верхней границы приемлемого риска повреждения здоровья человека в окружающей среде — 0,25 суток СППЖ за год, и значением верхней границы риска при работе в допустимых условиях труда — 3 суток СППЖ за год

$$R_{\text{скр}}^{\text{доп}} = (0,25 + 3)/2 = 1,625 \text{ суток СППЖ за год.} \quad (13)$$

2.6. Интегральная оценка допустимого уровня профессионального риска

На основании структурной схемы и приведенных выше расчетов интегральное значение допустимого уровня профессионального риска $R_{\text{доп}}$, включающего как проявленную, так и скрытую составляющие, будет равно:

$$R_{\text{доп}} = R_{\text{прием}} + R_{\text{см.тр}}^{\text{ост}} + R_{\text{тр.инв}}^{\text{ост}} + R_{\text{вр.тр}}^{\text{ост}} + R_{\text{пз}}^{\text{ост}} + R_{\text{скр}}^{\text{доп}} = 0,09 + 0,365 + 0,7 + 0,07 + 0,09 + 1,625 = 2,94 \text{ суток СППЖ за год.} \quad (14)$$

Этот показатель, с целью упрощения расчетов, можно округлить до значения 3,0 суток СППЖ за год.

Заключение

Практическая значимость выполненной работы заключается в том, что универсальный вычислительный комплекс предназначен для практического применения руководителями предприятий всех отраслей промышленности независимо от вида собственности, специалистами в области охраны труда, здравоохранения, санитарно-эпидемиологического надзора, государственной инспекции труда, сертификации и лицензирования видов деятельности, а также административных структур, занимающихся вопросами социально-экономического развития регионов и муниципальных образований. Его применение позволяет решать следующие задачи:

— вести строгий статистический учет в сфере производственной безопасности, формировать общую картину, давать отраслевой анализ и прогнозные оценки;

— определять уровень технического совершенства технологических процессов и производств по показателям ущерба, наносимого вредными факторами, генерируемыми ими;

— принимать оптимальные управленческие решения с позиций минимизации риска и экономической целесообразности на этапах проектирования, реконструкции и технического перевооружения производств;

— внедрить новую методику дифференцированного расчета класса профессионального риска

предприятий и назначать соответствующий им страховой тариф;

— определять дифференцированный размер доплат за работу во вредных условиях труда;

— разрабатывать медико-профилактические и реабилитационные мероприятия с учетом специфических особенностей действия факторов риска на здоровье работников;

— создать общегосударственный каталог потенциальных опасностей производственных объектов различных отраслей промышленности с позиций социально-экономического ущерба, наносимого обществу;

— проводить комплексную проверку качества деятельности предприятий в области профессиональной безопасности на соответствие требованиям международных стандартов: ISO 9000; ILO-OSH 2001 и OHSAS 18001.

Объективными предпосылками распространения предложенной методики является реальная возможность расчета величины профессионального риска и связанная с этим разработка мероприятий по улучшению охраны труда на предприятиях.

Список литературы

1. **Вступительный доклад МОТ:** Достойный труд — безопасный труд // Международное бюро труда. — Женева, 2006. — 56 с.
2. **Профессиональный риск.** Теория и практика расчета: монография / Под ред. А. Г. Хрупачева, А. А. Хадарцева. — Тула: Изд-во ТулГУ, 2011. — 330 с.
3. **Международный стандарт OHSAS 18001** "Системы управления охраной здоровья и безопасностью персонала" и российский стандарт ГОСТ Р 51897—2002 "Менеджмент риска. Термины и определения".
4. **Хадарцев А. А., Хрупачев А. Г., Панова И. В., Каменев Л. И., Седова О. А.** Методологическая концепция профессионального риска и его количественная оценка // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. — 2010. — № 35 (92). — С. 69—80.
5. **Anand Sudhir and Kara Jonson.** Disability Adjusted Life Year: A Critical Review / Harvard Center for Population and Development Studies Working Paper Series (95.06). — Harvard: Boston, 1995.
6. **Социально-экономические аспекты инвалидности** / Под ред. Ю. В. Михайловой, А. Е. Ивановой. — М.: РИО ЦНИИОИЗ, 2006. — 136 с.
7. **Elyce Biddle.** Разработка и применение системы классификации производственного травматизма и профзаболеваний. // Энциклопедия по охране и безопасности труда. — Международная организация труда. — 4-е издание. CD-ROM версия. — Женева, 2005.
8. **Головкова Н. П., Королева Е. П., Чеботарев А. Г., Лескина Л. М.** Анализ действующего порядка предоставления компенсаций за работу во вредных и (или) опасных условиях труда и разработка предложений по их устранению. Актуальные проблемы "Медицины труда". Сборник трудов НИИ медицины труда / Под ред. Н. Ф. Измерова. — М.: ООО Фирма "Реинфор", 2010. — 416 с.
9. **Michel Lesage.** Связанные с работой и профессиональные заболевания: Международный список МОТ // Энциклопедия по охране и безопасности труда. — Международная организация труда. — 4-е издание. CD-ROM версия. — Женева, 2005.
10. **Демин В. Ф., Голиков В. Я., Иванов Е. В.** и др. О нормировании и сравнении риска от разных источников вреда здоровью человека. — М.: Международный центр по экологической безопасности Минатома России, 2001. — С. 24.

УДК 502.3

М. Н. Алексеева, канд. геогр. наук, мл. науч. сотр., **Т. О. Перемитина**, канд. техн. наук, науч. сотр., **И. Г. Яценко**, канд. геол.-мин. наук, зав. лаб.,
Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск
E-mail: amn@ipc.tsc.ru

Оценка негативного воздействия аварийных разливов нефти на окружающую природную среду на основе космических снимков

Схематически описан и реализован на примере территорий Советского (Томская обл.) и Вахского (ХМАО) нефтяных месторождений подход к оценке негативного воздействия на окружающую природную среду нефтеразливов на основе космических снимков (КС) Landsat за 1999—2007 гг. и геоинформационных программ ERDAS Imagine, ArcGIS, ArcView. Определены общие площади нефтезагрязненных земель на месторождениях и их распределение по классам растительного покрова и механическим нарушениям, определена масса летучих низкомолекулярных углеводородов, испарившихся с покрытой нефтью поверхности земли на месторождениях. Для исследования изменения состояния почвенно-растительного покрова на нефтезагрязненных участках рассчитаны средние значения вегетационного индекса NDVI.

Ключевые слова: нефтяные месторождения, нефтеразливы, космические снимки, растительный покров, негативное воздействие

M. N. Alekseeva, T. O. Peremitina, I. G. Yashchenko

Negative Impact Assessment Oil Spills on the Environment Based on the Space Images

The article described schematically and implemented approach to assessing the negative impact on the environment from oil spills on the basis of satellite images Landsat for 1999—2007 and GIS software ERDAS Imagine, ArcGIS, ArcView. The general area of oil contaminated lands and their distribution by the vegetation cover class and mechanical disturbances on the Soviet and Vakhskoe oil fields were defined. The mass of volatile hydrocarbons which are evaporate from the oil spills were determined. To study changes in the state of soil and vegetation on oil-contaminated sites the average value of the index NDVI was calculated.

Keywords: oil fields, oil spills, satellite images, vegetation cover, negative impact

Введение

Вследствие интенсивной промышленной эксплуатации нефтяных месторождений нефтедобывающий комплекс оказывает существенное воздействие на природную среду. Разведочное и эксплуатационное бурение скважин, прокладка сборных и магистральных трубопроводов, возрастающее в связи с этим строительство дорог, обустройство вахтовых поселков приводят к отторжению части земельного фонда, механическим нарушениям ландшафтов, химическому, тепловому и шумовому загрязнению, замене коренных экосистем производными.

К техногенно-нарушенным территориям относят территории, резко отличающиеся от природ-

ных по морфологическим признакам (карьеры, отвалы, терриконы), по продуктивности экосистем (загрязненные территории, техногенные пустыни) и по видовому разнообразию. Большие по площади техногенно-нарушенные территории Томской области и Ханты-Мансийского АО (ХМАО) представлены нефтезагрязненными землями. Ежегодно в окружающую среду в России разливается несколько миллионов тонн нефти [1]. По данным экспертов в настоящее время в Западной Сибири загрязнено нефтью около 840 тыс. га почвы.

Так, на территории Ханты-Мансийского АО ежегодные объемы аварийно разливаемой нефти составляют от 50 до 70 тыс. т в основном из магистральных и линейных нефтепроводов [2]. Анализ официаль-



Рис. 1. Схема оценки негативного воздействия нефтеразливов на окружающую природную среду на основе КС

ных данных по аварийности в системе нефтесбора на территории ХМАО показал, что за последние годы в среднем происходит около 4000 аварий в год. В результате аварийных ситуаций в процессе нефтесбора и транспортировки происходит: загрязнение окружающей среды, приводящее к деградации и гибели почвенно-растительного покрова; загрязнение приземного слоя воздуха парами нефтепродуктов; ухудшение качества поверхностных вод вследствие смыва нефтепродуктов с нефтезагрязненных территорий с поверхностным стоком в реки.

Целью исследования является оценка негативного воздействия на окружающую природную среду аварийных разливов нефти на основе космических снимков (КС) и геоинформационных программ ERDAS Imagine, ArcGIS, ArcView.

Методика оценки негативного воздействия на окружающую природную среду аварийных разливов нефти на основе КС

Негативным воздействием на окружающую природную среду является любое антропогенное воздействие, приводящее к отрицательным изменениям окружающей природной среды, создающим реальную угрозу здоровью человека, растительному и животному миру. Авария на магистральном трубопроводе — это авария на трассе трубопровода, связанная с выбросом и выливом под давлением опасных химических и пожаро- и взрывоопасных веществ, приводящая к возникновению техногенной чрезвычайной ситуации [3—4].

В отличие от многих антропогенных воздействий, нефтяное загрязнение оказывает комплексное воздействие на окружающую среду и вызывает ее быструю отрицательную реакцию. Так, хронические разливы нефти, нефтепродуктов, высокоминерализованных пластовых вод, выносимых эксплуатационными сква-

жинами вместе с нефтью и газом, приводят к уменьшению продуктивности земель, деградации ландшафтов и загрязнению атмосферы вследствие испарения легких углеводородов. В настоящее время в условиях труднодоступности нефтедобывающих территорий Западной Сибири реализацию подхода к оценке негативного воздействия нефтеразливов на окружающую природную среду наиболее перспективно проводить с использованием КС. На рис. 1. приведена схема оценки негативного воздействия нефтеразливов на окружающую природную среду на основе КС.

Выявление нефтезагрязненных земель

Выявление местоположения и площадей нефтезагрязненных земель на основе КС используется для накопления статистических данных по аварийности нефтепроводов, прогнозирования частоты аварийных утечек нефти и оценки последствий аварийных утечек нефти для различных компонентов окружающей природной среды. На территории Западной Сибири выявлены нефтеразливы с использованием разновременных КС Landsat, которые доступны в сети Интернет и обладают приемлемым пространственным и спектральным разрешениями.

Для выявления нефтезагрязненных участков в Нефтеюганском и Нижневартовском районах ХМАО и Томской области проводилось дешифрирование нефтеразливов с использованием инструментов ERDAS Imagine. Известно [5], что КС позволяют определять местонахождение и площадь нефтеразливов с 60 %-ной вероятностью по отношению к полевым исследованиям аналогичных территорий. Установлено, что в 2000 г. на территории Нижневартовского района площадь нефтеразливов составляла 18 км², на территории Нефтеюганского района — 7 км².



По результатам дешифрирования КС Landsat наиболее нефтезагрязненными в Нижневартовском районе являются территории Самотлорского (11 км²), Урьевского (1,9 км²), Поточного (0,5 км²), Вахского (0,5 км²), Ватинского (0,5 км²), Лас-Еганского (0,4 км²), Покачевского (0,3 км²), Ермаковского (0,1 км²), Ершового (0,1 км²), Нивагальского (0,1 км²) месторождений. В Нефтеюганском районе наиболее нефтезагрязнены территории Мамонтовского (4 км²), Южно-Балыкского (0,6 км²), Усть-Балыкского (0,3 км²), Правдинского (0,3 км²), Малобалыкского (0,2 км²), Ефремовского (0,1 км²), Петелинского (0,1 км²), Средне-Балыкского (0,1 км²) месторождений.

В Томской области также наблюдается повышенная аварийность трубопроводов. Так, в 2012 г. на объектах нефтегазодобывающего комплекса Томской области зарегистрирован 601 некатегорийный отказ, из которых 600 отказов произошло на объектах ОАО "Томскнефть" (423 отказа на нефтепроводах, 176 — на водоводах, 1 — на газопроводах), один отказ — на межпромысловом нефтепроводе ООО "Стимул-Т". Правда, это ниже уровня аварийности 2011 г. (678 отказов).

При общем снижении у ОАО "Томскнефть" аварийности, по сравнению с 2011 г., увеличилась доля отказов, связанных с загрязнением окружающей среды — до 40 % (в 2011 г. — 35 %). На месторождениях ОАО "Томскнефть" количество отказов уменьшилось почти на всех месторождениях, однако, на Советском месторождении количество отказов в 2011 и 2012 гг. осталось на прежнем уровне — 102 отказа [6]. В 2012 г. площадь нефтезагрязненных земель на Советском месторождении составила всего 0,28 га [6], тогда как в 2007 г. по данным обработки КС площадь нефтезагрязненных земель составляла 26 га.

Распределение нефтезагрязненных площадей с различными типами растительности

Рассмотрим негативные воздействия аварийных утечек нефти для различных компонентов окружающей природной среды на примере Советского месторождения в Томской области и Вахского месторождения в ХМАО. Площади нефтезагрязненных земель приведены в табл. 1.

Выявлено, что на территории Советского месторождения в 1999 г. площадь загрязненных земель составляла 0,411 км², на Вахском месторождении — 0,458 км². В 2007 г. произошло сокращение территории нефтезагрязненных земель примерно в 2 раза на Советском месторождении (до 0,263 км²) и более чем в три раза (см. табл. 1) на Вахском месторождении (0,121 км²).

Таблица 1

Площадь нефтеразливов

Месторождения	Площадь нефтезагрязненных земель, км ² , по годам		
	1999	2000	2007
Советское	0,411	0,41	0,263
Вахское	0,458	0,40	0,121

На основе КС Landsat рассчитано распределение площадей различных типов растительного покрова и механически нарушенных территорий, подверженных нефтяному загрязнению за 1999, 2000 и 2007 гг. (табл. 2). Например, на Вахском месторождении в 1999 и 2000 гг. наиболее загрязненными оказались болотные типы почвенно-растительного покрова (61 и 58 % общей нефтезагрязненной территории месторождений в указанные годы). Кроме того за этот период, 35 и 37 % территории нефтезагрязнений пришлось на техногенные грунты коридоров нефтепроводов. На Советском месторождении в 1999—2000 гг. 34...36 % площадей нефтезагрязнений пришлось на территории произрастания вторичной растительности и 29...30 % — на техногенные грунты коридоров нефтепроводов. Как видно из табл. 2, в 2000 г. распределение площадей типов растительного покрова и механически нарушенных территорий с нефтезагрязнениями по сравнению с 1999 г. в целом не изменилось для рассматриваемых месторождений.

Таблица 2

Распределение площадей типов растительного покрова и механически нарушенных территорий месторождений, подверженных нефтяному загрязнению

Тип поверхности	Нефтезагрязненные площади, %, по месторождениям					
	Вахское	Советское	Вахское	Советское	Вахское	Советское
	1999		2000		2007	
1	1	1	1	—	3	2
2	—	18	—	14	—	—
3	1	—	1	—	—	—
4	61	18	58	20	21	22
5	2	34	3	36	71	10
6	35	29	37	30	5	66

Примечание. Тип поверхности: 1 — хвойный лес; 2 — пойменные экосистемы; 3 — мелколиственный лес; 4 — моховые и травяные болота; 5 — вторичная растительность на месте механических нарушений лесов и болот; 6 — техногенные грунты коридоров нефтепроводов

В 2007 г. на Вахском месторождении распределение изменилось, и наиболее масштабной по загрязнению оказалась территория с вторичной растительностью на месте вырубок лесов и механических нарушений болот (71 % общей нефтезагрязненной территории). На территории Советского месторождения в 2007 г. наибольшее загрязнение (66 %) пришлось на техногенные грунты коридоров нефтепроводов, 22 % — на болотные типы почвенно-растительного покрова и 10 % — на места с вторичной растительностью.

На КС дешифрируются, как правило, участки с сильным нефтяным загрязнением, с концентрацией нефтепродуктов в почвах выше 5000 мг/кг, что относится к категории очень сильного загрязнения. Так, на территории Советского месторождения с помощью наземных исследований в пробе почвы в 2007 г. было определено содержание нефтепродуктов в количестве 5864,7 мг/кг [2].

Как известно, в почвах нефть и нефтепродукты могут находиться в следующих формах [7]:

- в парообразном и жидком легкоподвижном состоянии, в свободной или растворенной водной или водно-эмульсионной фазе — в пористой среде;
- в свободном неподвижном состоянии, играя роль вязкого или твердого связующего между частицами и агрегатами почвы — в пористой среде и трещинах;
- в связанном состоянии — на частицах почвы, в том числе на гумусовой составляющей почвы;
- в виде плотной органоминеральной массы — в поверхностном слое почвы.

Наряду с нефтепродуктами экологическую опасность в связи с их высокой токсичностью для биоценозов представляют хлориды, при высоких содержаниях в почвах вызывающие деградацию почвенно-растительного покрова [2]. Значительные загрязнения почвы хлоридами связаны с разливами высокоминерализованных пластовых вод продуктивных горизонтов. В настоящее время пластовые воды представляют собой смесь исходных пластовых вод и растворов, закачиваемых в систему поддержки пластового давления. Например, в попутных нефтяных водах Вахского месторождения содержание хлоридов в 1991—1997 гг. составило 10,6 г/л. Нормативные лимитирующие показатели по содержанию солей в почвах не разработаны, средние годовые фоновые концентрации на территориях лицензионных участков ХМАО изменяются в пределах от 17,1 до 86,5 мг/кг. Наблюдается общая тенденция к увеличению содержания хлоридов как в контрольных, так и в фоновых пунктах отбора проб на территории лицензионных участков. Количество измерений с концентрацией хло-

ридов, превышающих фоновые значения, ежегодно возрастает — от 13 % в 2004 г. до 27 % в 2009 г. В почвенных пробах отмечены случаи концентрации хлоридов более 1000 мг/кг. Так, в почвенной пробе Советского месторождения содержание хлоридов в 2007 г. составило 3854,8 мг/кг, а в 2008 г. — 4210 мг/кг [2].

Расчет массы испарившихся углеводородов с поверхности нефтеразливов

Аварийные разливы нефти не только ухудшают состояние почвенного и растительного покровов, но и загрязняют атмосферный воздух. Летучие ароматические углеводороды (легкие фракции нефти), обладающие повышенной токсичностью для живых организмов, легко разрушаются и удаляются из почвы. В летнее время с поверхности разливов испаряется от 20 до 40 % легкой фракции нефти [6]. С поверхности нефтеразливов наиболее быстро испаряются алканы, циклоалканы и некоторые ароматические углеводороды. Из испарившихся углеводородов канцерогенными для живых организмов являются пентан, гексан, циклогексан и бензол [8].

Степень загрязнения атмосферы вследствие аварийного разлива нефти определяется массой летучих низкомолекулярных углеводородов, испарившихся с покрытой нефтью поверхности земли или водоема. Масса углеводородов (m), испарившихся с поверхности земли, покрытой разлитой нефтью, определяется по формуле [4]:

$$M = qF \cdot 10^{-6},$$

где F — площадь нефтенасыщенного грунта, м²; q — удельная величина испарения углеводородов в атмосферу с поверхности нефти, г/м².

Величина q зависит от плотности нефти, средней температуры поверхности испарения, толщины слоя нефти на дневной поверхности земли, продолжительности процесса испарения свободной нефти с дневной поверхности земли.

На примере территории Советского и Вахского месторождений определим массу углеводородов, испарившихся с поверхности нефтезагрязненных земель (см. табл. 1). Физико-химические свойства нефти данных месторождений представлены в табл. 3. Как видно из табл. 3, нефть Советского месторождения в среднем более парафинистая, с большим содержанием смол и серы, плотность и вязкости нефти ниже по сравнению с нефтью Вахского месторождения.

При расчете массы углеводородов, испарившихся с поверхности нефтеразливов на Советском и Вахском месторождениях летом (с июня по август) 1999 г. и летом 2000 и 2007 гг., толщина нефтяного



Физико-химические свойства нефти Советского и Вахского месторождений

Месторождения	Физико-химические свойства нефти (средние значения)					
	Плотность нефти при 20 °С, г/см ³	Вязкость нефти при 20 °С, мм ² /с	Содержание серы, %	Содержание парафинов, %	Содержание смол, %	Содержание асфальтенов, %
Советское	0,8462	8,06	0,82	4,12	7,25	1,05
Вахское	0,8507	8,28	0,68	2,75	5,69	1,99

слоя была принята равной в среднем 1...5 см, средняя температура поверхности испарения, рассчитанная на основе [2, 9], составила 13 °С. Учитывая рассчитанные площади нефтяных разливов (см. табл. 1), и удельную величину выбросов углеводородов в атмосферу с поверхности нефти $q = 1763 \text{ г/м}^2$, на рассматриваемых месторождениях в атмосферу поступило по проведенным расчетам с июня 1999 г. по август 2000 г. около 726,36 т (Советское) и 762,5 т (Вахское) углеводородов.

В 2007 г. из-за уменьшения площадей нефтезагрязненных земель практически в 2—3 раза (см. табл. 1) в атмосферу поступило гораздо меньше (в 2—3 раза) углеводородов — 463,67 т и 213,32 т на Советском и Вахском месторождениях соответственно.

Характеристика состояния и изменения растительного покрова с использованием нормализованного разностного вегетационного индекса

Для исследования изменения состояния почвенно-растительного покрова на нефтезагрязненных участках Советского и Вахского месторождений, определенных по КС Landsat 1999 г., были рассчитаны средние значения вегетационного индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) на этих участках за летний период 1999, 2000 и 2007 гг. (рис. 2). NDVI рассчитывается по КС Landsat по формуле [10]:

$$\text{NDVI} = \frac{P_{nir} - P_{red}}{P_{nir} + P_{red}},$$

где P_{nir} и P_{red} — значения яркости пикселя в ближнем инфракрасном диапазоне и в красном диапазоне соответственно.

Индекс NDVI применяется для определения изменений состояния растительного покрова по разновременным снимкам [9]. Значение индекса NDVI на КС Landsat является отношением разности яркостей пикселя, определенных в инфракрасном (0,75...0,9 мкм) и красном (0,63...0,69 мкм) диапазонах спектра к их сумме. В красной области

спектра находится максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом, а в инфракрасной области — максимум отражения клеточными структурами листа. Как правило, для густой растительности он составляет 0,7, для разреженной растительности — 0,3...0,5, для открытой почвы — 0,025 и искусственных материалов — -0,5 [10].

На территориях нефтезагрязненных земель Советского и Вахского месторождений NDVI в июле и сентябре 1999 г. составили 0,05 и 0,12. По причине изменения водно-физических свойств почв и деградации растительного покрова в июле 2000 г. на участках нефтезагрязнений с однолетней давностью индексы составили уже -0,06. В июне и июле 2007 г. на участках нефтезагрязнений 8-летней давности на территориях Вахского и Советского месторождений значения индексов были 0,22 и 0,23 соответственно, что соответствует по классификации NDVI [10] разреженному растительному покрову.

Увеличение в 4 раза значений NDVI нефтезагрязненных участков в 2007 г. по сравнению с 2000 г. свидетельствует о восстановлении растительного покрова и приросте его биомассы. Известно, что при естественном разрушении нефти через 4,5...5 лет после разлива начинается микробиологическое раз-

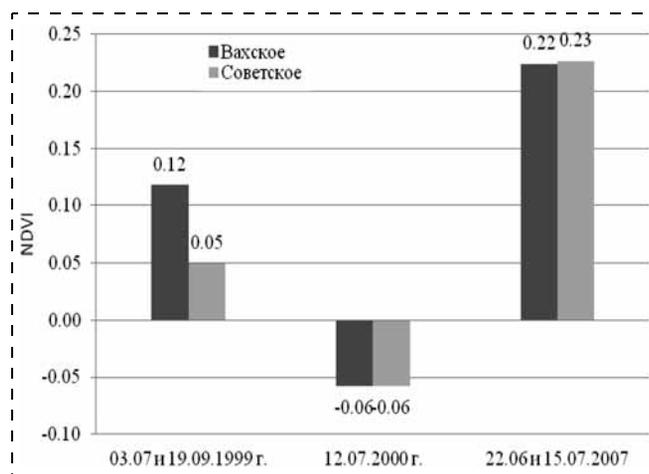


Рис. 2. Изменение средних значения NDVI на нефтезагрязненных участках Вахского и Советского месторождений

ложение оставшейся после испарения части углеводородов и смолисто-асфальтовых компонентов и постепенное восстановление биоценозов [7]. Самовосстановление загрязненных участков лесов и болот происходит медленно и со сменой видов растений. Например, на нефтезагрязненных участках болот через 20 лет вместо доминирующих ранее сосново-кустарничково-сфагновых сообществ формируются пушицево-сфагновые (осоковые) растительные сообщества с проективным покрытием в 1,7—2,5 раз меньше, чем на аналогичных незагрязненных участках [11—13].

Заключение

На основе обработки КС Landsat территорий Вахского и Советского нефтяных месторождений средствами ERDAS imagine, ArcGIS и ArcView выявлено, что в 1999 и 2000 гг. на их территориях площадь нефтезагрязнений составляла около 0,4 км². К 2007 г. произошло сокращение нефтезагрязненных земель до 0,2 км². На месторождениях значительная часть нефтезагрязнений (от 20 до 60 %) приходится на болота, которые характеризуются низкой устойчивостью к механическому воздействию и химическому загрязнению. Остальные площади нефтезагрязнений приходятся на места механических нарушений лесов и болот и техногенных грунтов коридоров нефтепроводов.

Выявлено, что на нефтезагрязненных участках в 1999 и 2000 гг. растительность Вахского и Советского месторождений находилась в угнетенном состоянии, значения NDVI были низкими и изменялись в диапазоне от -0,06 до 0,12. По сравнению с 1999—2000 гг. в 2007 г. значения индексов увеличились примерно в 4 раза и составили 0,22 и 0,23, что свидетельствует о приросте биомассы растительного покрова и улучшении экологического состояния исследуемой территории с 1999 по 2007 гг. Установлено, что с июня по август 1999—2000 гг. на Советском и Вахском месторождениях в атмосферу поступило около 726...762 т углеводородов. В 2007 г. вследствие уменьшения площадей нефтезагрязненных земель в атмосферу поступило в 2—3 раза меньше углеводородов — 463,67 т и 213,32 т на Советском и Вахском месторождениях соответственно.

Полученные на основе КС и геоинформационных программ сведения позволяют проводить

оценку негативного воздействия на окружающую природную среду, анализировать экологическую обстановку регионов и принимать соответствующие меры по ее улучшению.

Список литературы

1. **Блоков И. П.** Краткий обзор о прорывах нефтепроводов и объемах разливов нефти в России http://www.greenpeace.org/russia/Global/russia/report/Arctic-oil/Oil_spills.pdf
2. **Информационный бюллетень** "О состоянии окружающей среды Ханты-Мансийского автономного округа — Югры в 2008—2009 годах". — Ханты-Мансийск: НПЦ Мониторинг, 2010. — 130 с.
3. **Методическое руководство** по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах. — М.: Государственное унитарное предприятие "Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России", 2002. — 133 с.
4. **Методика** определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах (утв. Минтопэнерго РФ 1 ноября 1995 г.). URL: <http://www.ecoguild.ru/docs/usherblarn.doc>.
5. **Перемитина Т. О., Алексеева М. Н., Яценко И. Г.** Оценка влияния нефтеразливов на состояние растительного покрова и приземного слоя атмосферы с использованием космических снимков // Оптика атмосферы и океана. — 2011. — Том 24. — № 7. — С. 606—610.
6. **Экологический мониторинг:** Доклад о состоянии и охране окружающей среды Томской области / Глав. ред. А. М. Адам; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ "Облкомприрода". — Томск: Дельтаплан, 2013. — 172 с.
7. **Гриценко А. И., Акопова Г. С., Максимов В. М.** Экология, нефть и газ. — М.: Наука, 1997. — 598 с.
8. **Гигиенический норматив** "Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест". URL: <http://libgost.ru/>.
9. **Азьмука Т. И.** Климат почв Среднего Приобья. — Новосибирск: Наука, 1986. — 119 с.
10. **Алексеева М. Н., Яценко И. Г., Перемитина Т. О.** Оценка состояния окружающей среды нефтедобывающих территорий на основе данных дистанционного зондирования с применением геоинформационных технологий // Безопасность жизнедеятельности. — 2013. — № 1. — С. 30—35.
11. **Изображения Земли** из космоса: примеры применения. — М.: "Сканекс", 2005. — 100 с.
12. **Зубайдуллин А. А.** К вопросу рекультивации нефтезагрязненных земель на верховых болотах // Биологические ресурсы и природопользование. — Нижневартовск. — 1998. — Вып. 2. — С. 106—116.
13. **Управление** экологическими рисками, связанными с нефтяным загрязнением болот и заболоченных земель, на территории ХМАО — Югра // Отчет о результатах научно-исследовательской работы по гранту Евросоюза. URL: <http://www.sibniipr.ru/?part=proj&c=proj-ru>.



Л. В. Брындина, канд. техн. наук, доц., **М. А. Елагина**, канд. техн. наук, зав. кафедрой, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I
E-mail: bryndinv@mail.ru

Использование актиномицетов в очистке сточных вод

*Рассмотрена возможность очистки сточных вод от примесей коллоидного происхождения актиномицетами. Проведена сравнительная оценка флокулирующей способности актиномицета *Streptomyces chromogenes* s. g.0832 и синтетических флокулянтов фирмы Praestol-Marken. Установлено, что микроорганизм актиномицет способен очищать загрязненные сточные воды от сложных органических загрязнений.*

Ключевые слова: актиномицет, биофлокуляция, очистка сточных вод, ζ -потенциал

L. V. Bryndina, M. A. Elagina

Using Actinomycetes in Waste Water Treatment

*The possibility of purification of waste water from impurities colloidal origin actinomycetes is studied. A comparative evaluation of flocculating ability of the actinomycete *Streptomyces chromogenes* s. g.0832 and flocculants firm Praestol-Marken is given. It is established that this bacterium is able to purify contaminated runoff from complex organic contaminants on the same level.*

Keywords: actinomycete, bioflocculation, waste water treatment, ζ -potential

Загрязнение окружающей среды сточными водами продолжает расти и может привести к необратимым последствиям. Наиболее разумным было бы полное прекращение поступления неочищенных или частично очищенных стоков во внешнюю среду, и как следствие снижение потребления производством природных компонентов за счет повторного и многократного их использования. Однако создание таких замкнутых систем сопровождается определенными трудностями. Прежде всего следует отметить, что на производствах образуется большое количество различных по видовому составу жидкостей. Особенно сложно удалять примеси, находящиеся в коллоидном и растворенном состоянии. Для очистки жидкостей от примесей необходим универсальный способ, позволяющий удалять наиболее распространенные компоненты стоков (белки, жиры, неорганические примеси и т. д.).

Существующие способы очистки сточных вод имеют как положительные, так и отрицательные стороны. Однако на сегодняшний день большую популярность приобретает очистка сточных вод флокулянтами, так как они могут очистить стоки от примесей, находящихся в коллоидном состоянии. В табл. 1 приведены широко известные флокулянты, применяемые в очистке сточных вод.

По данным, представленным в табл. 1, можно сделать вывод о том, что биофлокулянты могут составить серьезную конкуренцию синтетическим и

природным флокулянтам. Биофлокулянты, как и природные флокулянты, имеют естественное происхождение, а значит, их отрицательное воздействие на окружающую среду будет минимальным или полностью отсутствовать. В то же время биофлокулянты, так же как и синтетические флокулянты, имеют высокую молекулярную массу, что играет важную роль в процессе флокуляции (чем больше молекулярная масса, тем лучше флокуляция). Биофлокулянты образуют устойчивые большие флокулы, которые легко осаждаются. Эти свойства биофлокулянтов позволяют обратить на них внимание, как на альтернативный способ очистки отработанных технологических и сточных вод.

В данном исследовании изучена сорбционная способность актиномицета — микроорганизма *Streptomyces chromogenes* s.g. 0832. Согласно данным работы [1] актиномицеты рода *Streptomyces* оказывают сильное влияние на видовое разнообразие микробного сообщества благодаря своей высокой антагонистической активности и способны приспособиваться к самым негативным условиям окружающей среды. Они разлагают устойчивые и труднодоступные для других микроорганизмов органические вещества [3].

Была проведена сравнительная оценка флокулирующей способности синтетических флокулянтов фирмы Praestol-Marken и актиномицета *Streptomyces chromogenes* s.g. 0832.

Флокулянты, применяемые в очистке сточных вод

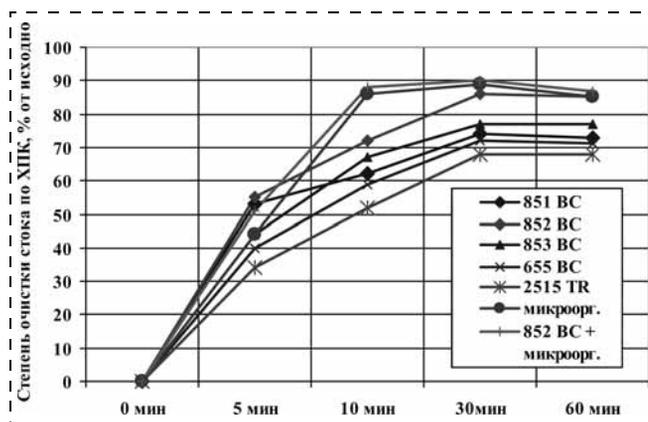
Флокулянт	Происхождение	Заряд	Молекулярная масса	Примечание
Кремневая кислота	Природное	Анионный	1500	Не токсична
Крахмал и его модификации	Природное	Анионный	$1 \dots 6 \cdot 10^6$	Не токсичен
Альгинат натрия (из морских водорослей)	Природное	Анионный	$15 \dots 170 \cdot 10^3$	Не токсичен
Флокулянты на основе целлюлозы	Природное	Анионный	40...450	Не токсичны
Флокулянты на основе гуаровых смол (из семян бобового растения <i>Cyamopsis psoraliaadis</i>)	Природное	Неионный	$220 \cdot 10^3$	Не токсичны
Хитозан (из хитина ракообразных)	Природное	Катионный	$5 \dots 15 \cdot 10^4$	Не токсичен, эффективен для сточных вод, содержащих органические коллоиды
Полиэтиленоксид (Полиокс, Алокс Е-65)	Синтетическое	Неионный	$4 \cdot 10^4 \dots 5 \cdot 10^7$	Токсичен, не зависит от рН раствора, флоккулы не прочные
Флокулянты на основе полиакриламида (ПАА-1, ПАА-ГС, Магнофлок, Праестол)	Синтетическое	Катионный, анионный, неионный	$1 \dots 6 \cdot 10^6$	Токсичны
Полиэтиленимин	Синтетическое	Катионный	$4 \dots 11 \cdot 10^4$	Токсичен (канцероген)
Биофлокулянты	Природное	Катионный, анионный, неионный	$5 \cdot 10^4 \dots 8 \cdot 10^6$	Не токсичны

Таблица 2

Флокулянты фирмы Praestol-Marken

Обозначение флокулянта	Характеристика флокулянта	Плотность, кг/м ³	рН
851 BC	Слабо катионный	570...670	7
852 BC	Средне катионный	570...670	7
853 BC	Сильно катионный	570...670	7
655 BC	Очень сильно катионный	570...670	7
2515 TR	Слабо анионный	600...750	7...8

Характеристика флокулянтов фирмы Praestol-Marken представлена в табл. 2. Исследования проводили со сточными водами мясной промышленности. Все образцы вносили в количестве 0,5 % к объему стока и через определенные промежутки времени определяли основные характеристики сточной воды. Микроорганизм предварительно выращивали в глубинных условиях 48 ч при температуре 28...30 °С на среде следующего состава (г/дм³): картофельный крахмал — 50; соевая мука — 5; измельченное перо — 10; КН₂РО₄ — 0,8; СаСО₃ — 4,0; FeSO₄ — 0,01; ZnSO₄ — 0,02. Начальная величина рН культивирования 11,0. Химическое по-


Рис. 1. Влияние вида флокулянта на степень очистки стока

требление кислорода и мутность сточной воды определяли классическим способом [2].

Экспериментальные данные, представленные на рис. 1, показали, что при обработке сточных вод всеми рассматриваемыми флокулянтами максимальная степень очистки достигается через 30 мин после их внесения в сточную воду. При этом лучшие флокулирующие

Таблица 3

Изменение ζ-потенциала в процессе очистки стока

Продолжительность очистки стока, мин	0	5	10	15	20	25	30	60
Скорость U при 1 В на 1 см [$U \cdot 10^{-6}$]	17,3	17,9	19,6	20,0	19,9	22,4	32,0	35,0
ζ-потенциал клеток, мВ	-1,3	-11	-28	-32	-34	-37	-50	-27

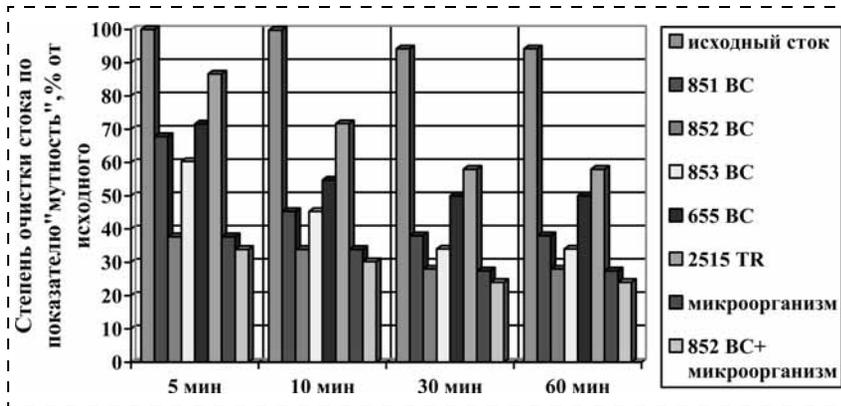


Рис. 2. Влияние вида флокулянта на изменение мутности стока

шие свойства проявил среднекатионный флокулянт 852 BC. Степень очистки стока по ХПК составила в этом случае 86 % от исходного значения (см. рис. 1), мутность обрабатываемой сточной воды также снизилась на 74 % от исходного значения (рис. 2).

Очистка сточных вод актиномицетом *Streptomyces chromogenes* s.g. 0832 как биофлокулянт увеличилось до 89 % по ХПК и до 72,6 % по показателю "мутность". При совместном внесении флокулянтов в очищаемый сток степень очистки составила 87 % по ХПК и 76 % по показателю "мутность". Экспериментальные данные подтверждают, что использование актиномицета в качестве флокулянта дает результат, сопоставимый с известными синтетическими флокулянтами. Увеличение степени очистки стока при совместном внесении флокулянтов можно объяснить тем, что флокулянт 852 BC, как катионный, сни-

жает ξ -потенциал клеток микроорганизма (табл. 3), что в свою очередь уменьшает агрегативную устойчивость системы. В данном случае формирование устойчивых флокул происходит через флокулянт 852 BC за счет мостичных связей между клетками микроорганизма и примесей, находящихся в стоке. Следует подчеркнуть, что флокулянт 852 BC не только выполняет роль мостиков, но и частично нейтрализует поверхностный заряд коллоидных частиц и, следовательно, уменьшает силы отталкивания.

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод, что

вероятной причиной биофлокуляции является не только снижение потенциала клеток микроорганизма, но и образование мостичных связей между частицами через адсорбированные макроионы. В пользу этого говорят и данные о росте степени очистки сточных вод. Предлагаемый биофлокулянт может успешно конкурировать с синтетическими флокулянтами в водоподготовке и очистке сточных вод. Его применение позволит упростить технологию водочистки, повысить ее экологическую безопасность.

Список литературы

1. Зенова Г. М., Звягинцева Д. Г. Разнообразие актиномицетов в наземных экосистемах. — М.: МГУ. — 2002. — 132 с.
2. Лурье Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. — М.: Химия, 1984. — 448 с.
3. Jiang C., Xu L. Diversity of aquatic actinomycetes in lakes of the middle plateau, Yunnan, China // Appl. Environ. Microbiol. — 1996. — V. 62, No. 1. — P. 249–253.

УДК 504:621(075,8)

В. А. Ермолаева, канд. хим. наук, доц. кафедры, Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
E-mail: kafedraTV-mivlgu@mail.ru

Выбор оптимального вида железобактерий для биологической очистки воды от соединений железа

Рассмотрена возможность использования бактерий для очистки водопроводной воды от соединений железа, проанализировано строение различных видов железобактерий, дана характеристика подземных вод, рассмотрено влияние геохимических свойств пород и присутствия органических веществ на окислительно-восстановительный потенциал подземной воды, обсуждается вопрос выбора оптимального вида микроорганизмов для очистки воды определенного состава.

Ключевые слова: железобактерии, очистка водопроводной воды, водородный показатель, окислительно-восстановительный потенциал

V. A. Ermolaeva

The Use of Iron Bacteria for Biological Water Purification from Iron Compounds

The possibility of using bacteria to clean of tap water from the iron compounds, analyzed the structure of various types of iron bacteria, the characteristic of ground water, the influence of geochemical properties of the rocks and the presence of organic substances on the redox potential of groundwater, discusses the choice of the optimal type of microorganisms to clean water of a certain composition.

Keywords: iron bacteria, purification of tap water, pH, oxidation-reduction potential

Введение

Актуальность проблемы получения чистой питьевой воды не вызывает сомнений. Необходимо модернизировать старые и разрабатывать новые методы очистки воды. Существует огромное множество физических, физико-химических и химических методов удаления нежелательных примесей из воды. Биологические методы применяются в основном для очистки сточных вод, при этом широко используются самые разнообразные микроорганизмы. Представляет интерес рассмотрение возможности использования бактерий для очистки водопроводной воды, в частности, железобактерий для очистки воды от соединений железа [1].

В исследовании изучено строение различных видов железобактерий, возможность присутствия и условия существования в системах водоснабжения. Рассмотрен вопрос о возможности использования железобактерий для биологической очистки воды от соединений железа, а также вопрос выбора оптимального вида микроорганизмов для очистки воды.

Характеристика типичных железобактерий

Существование железобактерий было доказано в конце XIX века. Это сборная группа прокариотных микроорганизмов, способных отлагать (обычно в слизистой капсуле) оксид железа (III). В настоящее время к железобактериям относят организмы, имеющие различное систематическое положение: нитчатые и одноклеточные бактерии, флексибактерии, микоплазмы, цианобактерии и др. Согласно учению С. Н. Виноградского о хемосинтезе истинные железобактерии — типичные хемолитотрофы, получающие энергию для автотрофной ассимиляции CO_2 за счет окисления двухвалентного железа до трехвалентного. Это обитатели кислых вод (*Thiobacillus ferrooxidans*, *Leptospira ferrooxidans*). Однако исследования показывают, что чистые культуры железобактерий обладают гетеротрофным типом обмена, и окисление железа не служит источником энергии для ассимиляции углекислоты, т. е. окисление железа —

побочная функция некоторых гетеротрофных организмов. Процесс отложения ими оксидов железа связан с разрушением органического вещества из окружающей среды.

Нитчатые железобактерии (*Leptothrix*, *Sphaerotilus*, *Gallionella*) участвуют в образовании болотных железных руд, приносят вред, засоряя водопроводные трубы и образуя на их внутренней поверхности охристые отложения. Некоторые железобактерии (*Metallogenium*) способны отлагать в слизистой капсуле также оксиды марганца [2].

Для исследования возможности использования железобактерий для биологической очистки воды не имеет принципиального значения физиологическая функция процесса аккумуляции из окружающей среды соединений железа.

Характеристика подземных вод

Подземные воды являются одной из наиболее часто используемых, уязвимых и динамичных составляющих геологической среды и представляют собой сложную многокомпонентную систему, включающую целый комплекс неорганических и органических соединений, газов и живого вещества. Химический состав подземных вод формируется под действием физико-химических и биохимических процессов, приводящих к равновесию между водой, водовмещающими породами, газами и живым веществом [3].

Водородный показатель pH — десятичный логарифм концентрации водородных ионов, взятый с обратным знаком — характеризует кислотность среды. Природные воды обычно содержат растворенный углекислый газ и бикарбонатные ионы, которые образуют буферную систему с угольной кислотой, поэтому значение показателя pH подземных вод изменяется в ограниченном диапазоне и находится в пределах 5...8. Очень высокие значения pH, т. е. более 8,5, обычно свойственны содовым водам. Средние значения pH характерны для вод с высоким содержанием бикарбонатов. Очень низкие значения pH (менее 4) имеют воды, содержащие свободные кислоты, образующиеся



при окислении сульфидных минералов (обычно пирита), либо воды, контактирующие с вулканическими газами, содержащими сероводород, соляную кислоту и другие летучие вещества. У подземных вод осадочных пород, богатых глиной, значение рН более низкое, чем у вод известняков [4]. Значение рН снижается до 5,5...5 в ультрапресных подземных водах хлоридно-кальциевого типа и некоторых углекислых минеральных водах, до 4,5...4 — в болотных водах.

Для характеристики качества воды, особенностей его формирования, важен окислительно-восстановительный потенциал Eh, который в значительной степени зависит от газового состава воды (O_2 , H_2 и др.). В связи с этим окислительно-восстановительный потенциал следует определять непосредственно в месте выхода отбора пробы горизонта. В природных подземных водах значение потенциала Eh обычно колеблется в пределах от $-0,5$ до $+0,7$ В. Окислительно-восстановительный потенциал Eh определяется всей совокупностью происходящих в воде окислительных и восстановительных процессов, имеет большое значение для установления форм нахождения и условий миграции элементов.

Потенциалзадающее действие системы водорода $H_2 = 2H^+ + 2e$ проявляется как в естественных, так и в техногенных условиях. Значения Eh снижаются при образовании H_2 в результате электрохимических взаимодействий подземных вод с железом обсадных труб, суммарное выражение которых: $Fe + 2H_2O = Fe^{2+} + H_2 + 2OH^-$. Эта реакция сопровождается увеличением концентраций Fe^{2+} и H_2 в воде, а также увеличением ее рН. В результате всех этих реакций окислительно-восстановительный потенциал подземных вод простаивающих скважин может снижаться до отрицательных значений.

Органические вещества изменяют соотношения между окисленными и восстановленными формами элементов в потенциалзадающих системах подземных вод, что ведет к соответствующим смещениям значений Eh в этих водах [5]. Процессы преобразования органических веществ происходят при непосредственном участии микроорганизмов, которые в результате своей деятельности на основе органических субстратов потребляют и выделяют вещества, являющиеся окислителями и восстановителями. Такая деятельность микроорганизмов является мощным потенциалзадающим фактором. При этом особое значение имеют гетеротрофные микроорганизмы, так как для их деятельности необходимо существование в среде готового субстрата органических веществ.

Наиболее значительное уменьшение Eh характерно для анаэробов, в результате жизнедеятельности которых образуются такие продукты как CO_2 и H_2O , а также различные восстановленные

соединения H_2S , H_2 . Наиболее значительное снижение Eh достигается при использовании микроорганизмами субстрата, представленного соединениями углеводов. Предполагается, что при этом образуются вещества типа альдегидов, имеющих резко восстановительные свойства. Совокупность всех этих явлений и очень большое разнообразие органических веществ подземных вод и почв определяют значительную сложность оценки влияния органических веществ на окислительно-восстановительные процессы в подземных водах.

Расчет значений Eh подземных вод, содержащих органические вещества, представляет определенную трудность. Прямая зависимость между содержанием органических веществ в подземных водах и значениями их окислительно-восстановительного потенциала отсутствует, устанавливается большое разнообразие значений Eh.

На окислительно-восстановительный потенциал подземных вод влияют также геохимические свойства пород, с которыми взаимодействуют эти воды, особенно свойства органических веществ этих пород. Битуминозные вещества и торфы могут снизить Eh взаимодействующих с ними растворов до -200 мВ, угли и угленосные породы — до -300 мВ.

В общей глобальной схеме Eh подземных вод уменьшается с ростом рН. Действительно, максимальные ($+860$ мВ) значения Eh обнаружены в кислых водах ($pH < 2$), а минимальные (-600 мВ) — в резкощелочных ($pH \sim 12,5$). Различные геохимические типы подземных вод имеют разные пределы изменений окислительно-восстановительного потенциала. Так, в кислородсодержащих водах Eh, как правило, более 200 мВ. Низкие значения Eh обнаружены в минерализованных водах, взаимодействующих с нефтяными залежами и битуминозными породами и содержащих свободный сероводород, значение их Eh опускается до -500 мВ. Углекислые воды обычно имеют положительные значения Eh, при этом максимальные его значения ($+300$ мВ и более) обнаруживаются в гидрокарбонатно-кальциевых водах [6].

Окислительно-восстановительный потенциал Eh вместе с показателем рН, температурой и содержанием солей в воде характеризуют состояние стабильности воды. В частности этот потенциал необходимо учитывать при определении стабильности содержания железа в воде.

По значению окислительно-восстановительного потенциала подземные воды классифицируются следующим образом [7].

1. $Eh > +(0,1...1,15)$ В — окислительная среда; в воде присутствует растворенный кислород, металлы Fe^{3+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Mo^{2+} и др.

2. $Eh = 0,0...+0,1$ В — переходная окислительно-восстановительная среда, характеризуется не-

устойчивым геохимическим режимом и переменным содержанием кислорода и сероводорода, а также слабым окислением и слабым восстановлением разных металлов.

3. $E_h < 0,0$ В — восстановительная среда; в воде присутствуют сероводород и металлы Fe^{2+} , Mn^{2+} , Mo^{2+} и др.

Анализируя значения рН и E_h и используя диаграмму Пурбе (рис. 1) можно установить возможность существования соединений Fe^{2+} , Fe^{3+} , $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, $FeCO_3$, FeS , $(FeOH)^{2+}$.

Диаграмма Пурбе отражает возможность существования термодинамически устойчивых соединений железа при данных рН и E_h , а также показывает направление протекания химических реакций в этих условиях. Из диаграммы следует, что область существования иона Fe^{2+} достаточно обширна: практически от нулевых значений водородного показателя до рН = 8...8,5, в широком диапазоне E_h от -0,5 до 0,77 В. Действительно, преобладающей формой существования соединений железа в подземных водах является гидрокарбонат двухвалентного железа, который устойчив при наличии больших количеств углекислоты и отсутствии растворенного кислорода (область достаточно низкой кислотности среды). Однако растворимость двуокиси углерода изменяется с изменением давления и температуры, рН воды, откачиваемой из скважины, повышается. При удалении углекислоты и повышении рН до 4,5 ионы Fe^{2+} быстро окисляются через ряд промежуточных соединений до малорастворимого гидроксида железа (III). Скорость процессов окисления, гидролиза и коагуляции гидроокиси

железа возрастает с увеличением рН воды. Эти процессы быстро завершаются при рН = 7,5.

Интервал средних значений E_h и рН соответствует устойчивому существованию гидроксида железа (III). Таким образом, с химической точки зрения водная среда со средними значениями E_h и рН благоприятна для протекания реакций окисления ионов железа (II), образования осадка гидроксида железа (III) и проведения процесса обезжелезивания воды.

Области распространения железобактерий

Железобактерии являются типичными представителями микрофлоры подземных вод. Состояние железа в водных растворах зависит от концентрации водородных ионов и растворенного кислорода, что описывается диаграммами полей устойчивости в координатах E_h — рН. В соответствии с областью устойчивости Fe^{2+} в системе координат E_h — рН железобактерии подразделяются на три большие группы.

1. Ацидофильные хемолитотрофы, предпочитающие высокое значение E_h , низкое значение рН (*Thiobacillus*).

2. Хемоорганотрофы, разрушающие железорганические соединения, обитающие в водах с высоким значением E_h и нейтральным значением рН (*Siderocapsa*, *Arthrobacter*).

3. Микроаэрофильные хемолитотрофы и органотрофы, предпочитающие умеренные значения E_h и близкое к нейтральному значение рН (*Gallionella*, *Leptothrix*, *Crenothrix*).

В качестве микробиологических агентов систем водоснабжения выступают представители двух последних групп.

Различные виды бактерий в зависимости от особенностей протекания их физиологических процессов предпочитают водную среду с определенными значениями E_h и рН (рис. 2).

Проанализируем строение различных видов железобактерий, их особенности [8]. *Gallionella* — сапрофитные микоплазмы, слегка изогнутые бобовидные клетки с длинными переплетенными стебельками длиной до 1000 мкм. Более 90 % сухой массы этих организмов приходится на окисное железо. Размеры клеток составляют 0,5...1,5 мкм. *Leptothrix* — нитчатый микроорганизм, образует гидроокись железа, которая откладывается на поверхности клеток в виде слизистого чехла. Когда чехол становится достаточно плотным и препятствует сообщению клеток с внешней средой, клетки покидают его и приступают к выработке нового. Свободные клетки имеют жгутики и подвижны. Наиболее

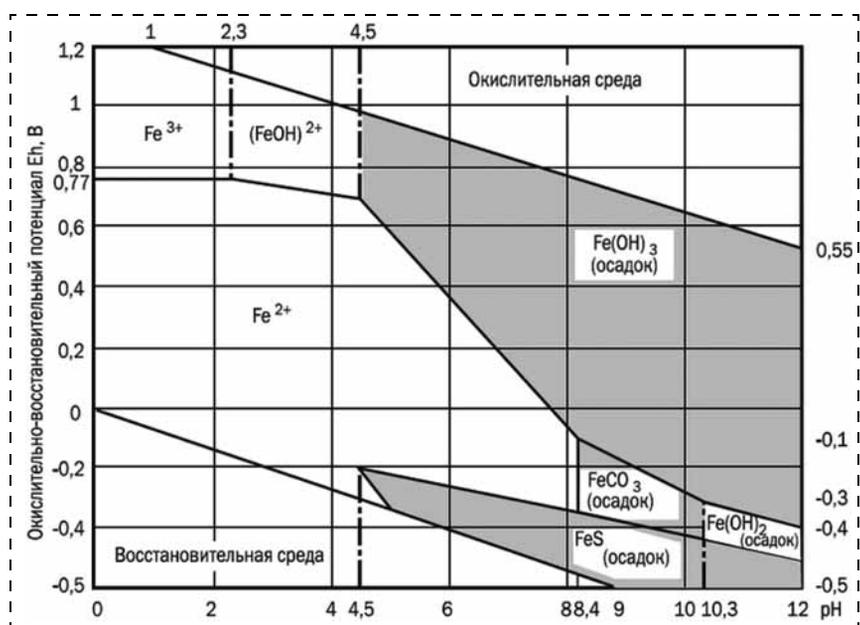


Рис. 1. Диаграмма устойчивости соединений железа в воде (диаграмма Пурбе)

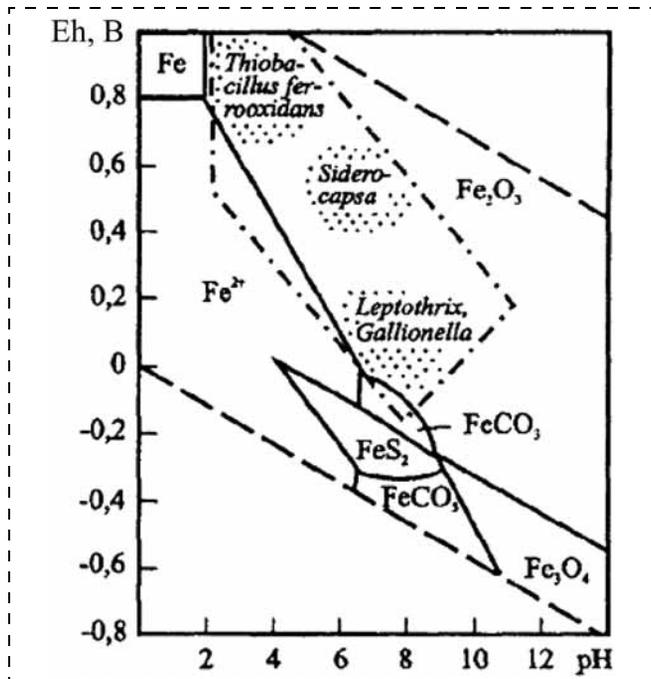


Рис. 2. Группы железобактерий в соответствии с областями устойчивости соединений железа

распространенный вид данного рода — *Leptothrix ochracea*. *Crenothrix* имеет коническую форму чехла и прикрепляется к субстрату узким концом. Длина нитей *Crenothrix* достигает 3 мм, клетки размножаются поперечным и продольным делением. Виды *Siderocapsa* характеризуются большой морфологической вариабельностью. Наиболее распространены кокки или короткие палочки, погруженные в капсулу, окруженную желтыми или коричневыми отложениями, содержащими железо или марганец. Механизмы окисления железа у этих организмов разнообразны. Присутствие различных форм железобактерий связано с химическим составом воды и условиями эксплуатации систем водоснабжения.

Выбор оптимального вида микроорганизмов для очистки воды

Проведенные исследования [9] доказывают факт развития железобактерий на фильтрующей загрузке при использовании метода фильтрования с упрощенной аэрацией и участие их в процессе обезжелезивания воды. Кроме этого железобактерии поселяются в водопроводных трубах и участвуют в процессах аэробной биокоррозии, способствуя образованию дифференцированно аэрируемых участков на поверхности субстрата и кислородной деполяризации металла.

Исследована также возможность повышения эффективности функционирования станции обезжелезивания питьевой воды [1]. В качестве рекомендаций

для повышения эффективности предложено использование самопромывающейся установки, состоящей из биореактора с носителями прикрепленных микроорганизмов. В биореакторе протекает окисление соединений железа и марганца при участии железобактерий. Это одно из современных направлений нехимической очистки подземных вод — биологическая очистка с использованием аэробных микроорганизмов железобактерий. Заключительным этапом биологического обезжелезивания является сорбционная очистка для задержания продуктов жизнедеятельности железобактерий и окончательное обеззараживание воды. При всех своих достоинствах, экологичности и перспективности, у биоочистки есть один недостаток — относительно низкая скорость процесса. Это означает, что для обеспечения большой производительности требуются большие габариты емкостных сооружений.

Таким образом, при использовании биологического метода очистки возникает необходимость выбора вида железобактерий, оптимально приспособленных к существованию и жизнедеятельности при определенных значениях pH и Eh. Особый интерес вызывают представители рода *Leptothrix*, так как окисление железа необходимо клеткам для ликвидации токсичного продукта метаболизма — перекиси водорода, который ингибирует их рост. Следовательно, клетки микроорганизмов активно аккумулируют железо, так как испытывают в нем физиологическую потребность. Тем более, что этот микроорганизм предпочитает воду с умеренными значениями pH и Eh, которая является наиболее типичной для центрального региона, а его нитчатое строение позволяет хорошо закрепляться на субстрате.

Для определения наиболее подходящего вида железобактерий необходимо соотнести значения Eh и pH подземной воды, поступающей в систему водоснабжения, и условия, благоприятные для жизнедеятельности данного микроорганизма.

Список литературы

1. Ермолаева В. А. Исследование возможности повышения эффективности функционирования станции обезжелезивания питьевой воды // Безопасность жизнедеятельности. — 2011. — № 11. — С. 24—30.
2. Фирсов Н. Н. Микробиология: Словарь терминов. — М.: Дрофа, 2006.
3. <http://gendocs.ru/v2536/page=3> Лекции по гидрогеологии.
4. <http://geohydrology.ru/> Гидрогеология. Курс лекций Стенфордского университета.
5. Крайнов С. Р., Швен В. М. Гидрохимия: Учебное пособие. — М.: Недра, 1992. — 463 с.
6. <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-15/119.htm>
7. http://www.ekomarket.ru/analiz_vody/redox
8. Сидорова Д. С. Характеристика типичных железобактерий // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2012. — № 1. — С. 112.
9. Менча М. Н. Железобактерии в системах питьевого водоснабжения из подземных источников // Водоснабжение и санитарная техника. — 2006. — № 7. — С. 25—32.

Е. В. Михеева, канд. биол. наук, вед. науч. сотр., Уральский филиал Всероссийского научно-исследовательского института по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций, г. Екатеринбург, **М. Г. Нифонтова**, д-р биол. наук, вед. науч. сотр., Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург
E-mail: e_v_mih@mail.ru

Торфяные залежи как индикаторы радиоактивного загрязнения

Приведены данные о содержании радиоактивных изотопов в торфяных залежах болот, продемонстрированы индикаторные способности торфа в отношении радиоактивного загрязнения окружающей природной среды. Предложено использовать информацию о составе и распределении радионуклидов в торфе для оперативного и долгосрочного радиационного мониторинга и для прогнозных исследований.

Ключевые слова: радиоактивные изотопы, торф, болото, загрязнение, мониторинг, прогноз

E. V. Mikheeva, M. G. Nifontova

Peat Deposits as Indicators of Radioactive Pollutions

The article presents data on the concentration of radioactive isotopes in the marsh peat deposits, demonstrated the indicator ability of peat for the regarding radioactive contamination of the environment. It's proposed to use of the information on the composition and distribution of radionuclide in the peat for operational and long-term radiation monitoring and forecasting studies.

Keywords: radioactive isotopes, peat, marsh, pollutions, monitoring, prognosis

Активное использование атомной энергии диктует необходимость постоянного мониторинга радиационной обстановки с целью защиты окружающей природной среды и населения от негативного влияния радионуклидов.

Болотные экосистемы широко распространены на территории Российской Федерации. Торфяные залежи являются одними из наиболее эффективных геохимических барьеров, удерживающих радионуклиды [1], и предоставляют отличные возможности для радиационного мониторинга.

Необходимым условием сорбционной стабильности болотных систем является сохранение болотной растительности и постоянства гидрологического режима [2]. Стабильность экосистем может быть нарушена в результате осушения торфяников или торфяных пожаров. Одним из негативных влияний торфяных пожаров, которые в последние годы происходят довольно часто, может быть перенос на значительные расстояния депонированных в торфах радионуклидов [1]. Однако следует помнить, что реальная угроза радиоактивного заражения территории в результате торфяного пожара возникает либо в случае выгорания торфа на значительную глубину залежи, либо в случае небольшого временного промежутка между фиксацией торфом радионуклидов и началом пожара,

что обусловлено вертикальной миграцией радионуклидов в толще торфа со временем.

В то время, как необходимость борьбы с пожарами очевидна [3–5], перспективы использования торфяников для радиационной индикации, а также для долгосрочного и поставарийного радиомониторинга не достаточно освещены в литературе, касающейся проблем безопасности. Содержание и распределение радионуклидов в торфяных залежах отражают глобальные аэральные выпадения, сформировавшиеся в результате испытаний ядерного оружия Советским Союзом, США, Великобританией, Китаем и Францией, а также загрязнения в результате функционирования предприятий ядерного топливного цикла.

К наиболее значимым свойствам торфа, определяющим его индикаторную способность в отношении радиоактивной обстановки, относится высокая сорбционная активность.

Сорбционные возможности торфяной залежи изучены на примере Ольховского болота, в которое в течение нескольких десятков лет сбрасывались дебалансные воды Белоярской атомной электростанции (Свердловская область). В качестве контрольной была использована торфяная залежь болота вблизи озера Песчаное (в 60 км от Ольховского болота), которое не подвергалось техноген-



ному загрязнению. Относительные показатели загрязнения радионуклидами торфяной залежи представлены в таблице. За единицу принята концентрация радионуклидов в контрольной залежи. Как видно из таблицы, содержание радионуклидов на периодически заливаемых дебалансными водами участках в несколько раз меньше по сравнению с постоянно залитыми участками. Содержание стронция-90 в торфе постоянно залитых участков Ольховского болота в 7,1–8,8 раз, а периодически заливаемых — в 1,3–2,1 раза превышает его содержание в торфе контрольной залежи. На постоянно залитых сбросными водами участках Ольховского болота запас цезия-137 на 2 порядка, а на периодически заливаемых — на 1 порядок выше, чем его содержание в контрольных залежах. Абсолютное содержание радионуклидов в 25-сантиметровом слое торфяных залежей исследованных болот (80-е годы XX века) составило:

- для Ольховского болота по ^{90}Sr 0,04...1,57 кБк/кг; по ^{137}Cs 1,7...146,38 кБк/кг;
- для контрольных залежей — 0,13 и 0,12 кБк/кг соответственно [6].

Установлено, что основное количество радионуклидов сосредоточено в 75-сантиметровом верхнем слое торфа болот. Наибольшее количество изотопов стронция и цезия выявлено в верхнем 25-сантиметровом слое торфа Ольховского болота. В более глубоких слоях торфяной залежи концентрация радионуклидов значительно меньше.

Концентрация радионуклидов в торфяной залежи Ольховского болота в расчете на 1 м² залежи, относительные величины в сравнении с болотом вблизи озера Песчаное (контрольная залежь)

Место отбора проб торфа	^{90}Sr	^{137}Cs
Контрольная залежь	1	1
Ольховское болото		
Постоянно залитые участки		
Верхове	7,1	133,8
Середина	7,0	112,5
Низове	8,8	236,1
Периодически заливаемые участки		
Верхове	1,3	15,8
Середина	2,1	29,1

Установлено, что концентрация и запас цезия-137 в торфяной залежи Ольховского болота в десятки раз выше, чем стронция-90 ввиду особенностей производственного цикла Белоярской АЭС, с определенным составом сбрасываемых дебалансных вод. Зона максимального накопления радионуклидов приурочена к местам слива дебалансных вод, т. е. к местам поступления загрязнителей. С удалением от мест слива концентрация радионуклидов снижается.

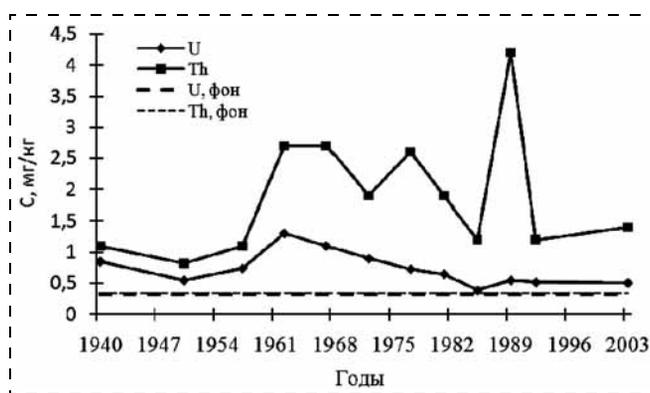
Снижение концентрации радионуклидов в верхних слоях торфяной залежи со временем, как правило, связано с их вертикальной миграцией при увеличении объема воды в болоте, а также с нарастанием новой, незагрязненной дернины в результате расширения болота [6, 7].

Приведенные сведения показывают, что торфяные болота обладают высокой сорбционной способностью. В торфе могут накапливаться и длительное время удерживаться искусственные радионуклиды. Благодаря сорбционной активности торф снижает радиоактивное воздействие на компоненты окружающей среды в случае радиоактивного загрязнения и служит отличным индикатором в отношении техногенного загрязнения территории радиоизотопами.

Торфяные залежи способны предоставить ценный фактический материал и для реконструкции радиационной обстановки окружающей природной среды. Для восстановления радиационной ситуации значительных временных промежутков наиболее ценной является информация о концентрациях ^{137}Cs и ^{90}Sr , так как они относятся к долгоживущим радиоизотопам.

Данные о спектре радиоактивных изотопов, их концентрации и распределении в толще торфа служат основой для успешной реконструкции радиационной обстановки и могут быть использованы для целей долгосрочного радиационного мониторинга. Примером удачной реконструкции радиационной обстановки являются исследования, проведенные на территории Томской области [8]. На рисунке показано, что увеличение концентраций урана U и тория Th отражает динамику загрязнения исследуемой территории в результате деятельности Сибирского химического комбината (СКХ).

К индикаторам техногенного радиоактивного загрязнения в данном случае отнесены повышение концентрации долгоживущих и делящихся радионуклидов, и появление в спектре загрязнителей трансурановых элементов. В зоне влияния СКХ содержание делящихся радионуклидов, например



Накопление урана и тория в торфе верхового болота в зоне влияния СКХ [8]

^{239}Pu , ^{241}Am в торфе верхового болота было минимально в начале функционирования предприятия (1940 г.) и составляло 0,26 мг/кг; максимальное значение — 0,91 мг/кг зафиксировано в 1963 г. Затем содержание радионуклидов плавно снижалось [8].

В заключение необходимо отметить, что использование данных о количественном и качественном составе радионуклидов в торфе, их распределении в горизонтальной и вертикальной плоскости торфяной залежи позволяет осуществлять оперативный и долгосрочный радиационный мониторинг, выявлять районы с глобальным (фоновым) и повышенным уровнем содержания радионуклидов, достаточно полно характеризовать качественные и количественные характеристики аварийных выпадений, в некоторых случаях — указывать их источник, ретроспективно восстановить радиационную обстановку территории, провести прогнозные радиологические исследования.

Список литературы

1. Мурахтанов Е. С., Ахременко С. А., Акименков Н. В. и др. Радиационно-экологическая обстановка Брянской области. — Брянск, 1994. 80 с.

2. Кононович А. Л., Луппов В. А., Маковский В. И., Нифонтова М. Г., Колтик И. И., Рафиков Е. М. Влияние радиоактивного загрязнения, депонированного в болоте, на радиационную обстановку в прилегающем районе // Атомная энергия. — 1991. — Т. 71. — Вып. 3. — С. 249—254.
3. Воробьев Ю. Л., Акимов В. А., Соколов Ю. И. Лесные пожары на территории России: состояние и проблемы. — М.: ДЕКС. ПРЕСС, 2004. — 312 с.
4. Соловьев С. В. Экологические последствия лесных и торфяных пожаров. // Дис. на соис. уч. ст. канд. техн. наук. — М.: Академия государственной противопожарной службы МЧС России, 2006. — 220 с.
5. Цаликов Р. Х., Акимов В. А., Козлов К. А. Оценка природной, техногенной и экологической безопасности России. — М.: ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2009. — 464 с.
6. Маковский В. И., Нифонтова М. Г., Новгородова Г. Г. Аккумуляционная роль Ольховского болота в зоне действия Белоярской АЭС // Влияние Ольховского болота на экологическое состояние района Белоярской АЭС. — Свердловск, 1991. — С. 3—24.
7. Нифонтова М. Г., Маковский В. И., Куликов Н. В. ^{90}Sr и ^{137}Cs в торфяных отложениях низинного болота в зоне влияния Белоярской АЭС // Экология. — 1986. — № 3. — С. 46—52.
8. Рихванов Л. П., Замятина Ю. Л., Межибор А. М., Архангельская Т. А., Иванов А. Ю. Реконструкция радиационной обстановки на территории Томской области по стратифицированным природным образованиям // Известия Томского политехнического университета. — 2011. — Том 319. — № 1. — С. 199—203.

УДК 625.784

А. П. Свинцов, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, **Аль-Харами Тами Хаиф**, асп., инж., Российский университет дружбы народов, г. Москва
E-mail: svintsovap@rambler.ru

Обеспечение экологической безопасности водных ресурсов путем повышения надежности трубопроводов инфраструктурных систем

Предотвращение влияния на водные источники негативного воздействия трубопроводов, переходящих под автомобильными дорогами, посредством их защиты от механических повреждений, образующихся от транспортных нагрузок.

Ключевые слова: водные ресурсы, загрязнение, трубопровод, транспорт, повреждения

A. P. Svintsov, Al-Harami Tami

Ecological Safety of Water Resources by Improving the Reliability of Pipeline Infrastructure Systems

A prevent negative impact of pipelines on water resources, which cross under the highway, is presented by protecting them from mechanical damages resulting from transport loads.

Keywords: water resources, pollution, pipeline, transport, damage



Водные ресурсы и водное хозяйство занимают особое место в хозяйственной жизни любой страны вследствие их стратегической значимости в обеспечении социально-экономической, санитарно-гигиенической и экологической безопасности населения. В этой связи важнейшим направлением обеспечения населения России водопроводной питьевой водой и средствами водоотведения является повышение надежности инфраструктурных систем жизнеобеспечения: трубопроводов сетей водоснабжения и водоотведения.

В условиях существенного износа водопроводных сооружений и сетей, который в некоторых регионах страны достигает 70 %, высокая аварийность трубопроводов приводит к множественным утечкам воды (неучтенный расход воды составляет более 20 %). Величина скрытых утечек в Москве составляет около 5 %, но в абсолютном выражении при водопотреблении 4,5 млн м³/сут., она достигает уровня 255 тыс. м³/сут. [1]. Планово-предупредительный ремонт инфраструктурных систем жизнеобеспечения: трубопроводов сетей водоснабжения и водоотведения во многих городах уступает место аварийно-восстановительным работам.

Одним из элементов трубопроводов сетей водоснабжения и водоотведения, наиболее повреждаемых внешними механическими нагрузками, являются их переходы под автомобильными дорогами. Разрушение участков трубопроводов, переходящих под автомобильными дорогами, приводит к размыванию основания дороги с последующим ее разрушением, утечками питьевой воды из сети водоснабжения или загрязнению окружающей среды канализационными стоками из сети водоотведения.

Показателем уровня жизни населения является его доступ к качественной питьевой воде. В мировой практике принято считать, что если индекс эксплуатации водных ресурсов (ИЭВР) превышает 20 %, то это говорит о дефиците воды. При уровне ИЭВР выше 40 % наблюдается высокая напряженность в обеспечении водой. Дефицит воды в мире в 2000 г. находился на уровне 230 млрд м³/год, к 2025 г. дефицит пресной воды увеличится до 1,3...2,0 трлн м³/год. В 2030 г. 47 % населения в мире будут жить под угрозой водного дефицита [2, 3]. В докладе ООН "Вода в меняющемся мире" акцентировано внимание на том, что многие страны уже в настоящее время находятся на пределе возможностей использования водных ресурсов. Ресурсы пресной воды в России вполне достаточны для удовлетворения потребностей как в настоящее время, так и в отдаленной перспективе. Сопоставление общего объема возобновляемых ресурсов пресной воды с объемом ее потребления позволяет утверждать о вполне достаточной обеспеченности

страны водными ресурсами (ИЭВР в целом по России в 2011 г. составил менее 2 %) [2].

Проблема обеспечения населения водопроводной водой питьевого качества приобретает особую актуальность в условиях значительного повышения антропогенной нагрузки на источники водоснабжения. По некоторым оценкам в мире очищается только 2 % сточных вод, в то время как не более 30 % населения Земли имеет доступ к водопроводной воде. В настоящее время около 1,5 млрд человек на планете не имеют прямого доступа к достаточному количеству воды с необходимым питьевым качеством, около 2,5 млрд человек не имеют доступа к системам канализации, от чего 15 млн человек ежегодно умирает. Речь идет о том, что 80 % болезней передается через воду. По данным ООН почти 10 % болезней в мире можно избежать с помощью улучшения водоснабжения, очистки воды, гигиены и эффективного управления водными ресурсами [4, 5].

Экологическая безопасность водоснабжения населения представляет собой состояние защищенности личности от угроз нарушения прав свободного доступа к питьевой воде как жизненно важному продукту питания и социально значимому средству удовлетворения хозяйственно-бытовых потребностей и является важнейшим элементом санитарно-гигиенической и продовольственной безопасности страны. Проблема доступа к качественной питьевой воде настолько актуальна, что Генеральная Ассамблея ООН приняла резолюцию, в которой провозглашается право на безопасную и чистую питьевую воду и санитарии как право человека, имеющее существенно важное значение для полноценной жизни и полного осуществления всех прав человека.

Потери воды при транспортировке от водных источников до потребителей (в 2011 г. они составили 7,2 км³), интенсивное расходование воды всеми отраслями хозяйственной деятельности (59,5 км³), сбросы сточных вод в поверхностные водоемы (48,1 км³) приводят к загрязнению воды, увеличению затрат на очистку, повышение требований к методам и технологиям очистки [2]. В этой связи актуальной становится задача предотвращения загрязнения поверхностных и подземных вод. Сочетание экономических, экологических и технических факторов на базе обеспечения всеобщей доступности водопроводной воды питьевого качества позволит поднять водоснабжение на должный качественный уровень, снизить потери воды путем внедрения комплекса водосберегающих мероприятий, соответствующих причинам образования потерь воды [6–8].

Водопрводно-канализационное хозяйство России имеет в своем распоряжении 530,9 тыс. км водопроводных и 176,5 тыс. км канализационных сетей, в том числе в Москве 11,7 тыс. км и 8,2 тыс. км, соответственно. Ежегодно 150 км трубопроводов достигает уровня 100 % износа, что приводит к многочисленным авариям и загрязнению водных ресурсов [9, 10].

Трубопроводы проложены под землей, а значит находятся под воздействием сил, действующих от перемещения грунтов, движения подземных вод, временных или постоянных динамических и статических нагрузок от движущегося или стоящего транспорта. Динамические и статические нагрузки от транспорта, передающиеся через грунт, вызывают повреждения трубопроводов, находящихся не только под автомобильными дорогами, но и в непосредственной близости от них. Напряжения, возникающие в грунте от движущегося транспорта, рассеиваются на глубине 0,7 м при усовершенствованных дорожных покрытиях и 0,75...0,8 м при булыжном покрытии [11]. Это особенно важно в связи со значительным увеличением плотности автомобильных дорог с твердым покрытием (49,2 км на 1000 км² территории), их эксплуатационной длиной (841 тыс. км) и интенсивностью перевозок грузов и пассажиров [12]. Увеличение транспортных потоков привело к существенному возрастанию разрушающего воздействия автомобилей на трубопроводы инфраструктурных систем жизнеобеспечения, особенно на трубопроводы, переходящие под автомобильными дорогами.

Наиболее часто механические повреждения образуются под воздействием толчков различного происхождения, мощных и значительных, динамических и статических нагрузок от транспортных средств, особенно при переходе трубопроводов под автомобильными дорогами. Трубопроводы сетей водоснабжения и водоотведения в процессе эксплуатации получают различные механические повреждения: смещение труб относительно первоначальной оси, образование обратного уклона и частичных смещений, разрушение и деформация днищ, стенок и свода труб; расхождение стыков труб; нарушение герметичности за счет образования продольных, поперечных и кольцевых трещин и пр. Это характерно для чугунных труб сетей водоснабжения, а также для чугунных и керамических труб сетей водоотведения, особенно при глубине заложения до 2 м и при диаметре труб 100...450 мм.

Например, в результате телеинспекции технического состояния полости трубопровода было выявлено расхождение стыка канализационных труб. Это повреждение заключается в том, что трубы

смещены по вертикали и горизонтали, а также по уклону. Нарушение целостности стыков канализационных труб приводит к инфильтрации и эксфильтрации. При этом инфильтрация наблюдается при расположении участка трубопровода ниже уровня грунтовых вод, в результате чего на очистные сооружения канализации транспортируется грунтовая вода из окружающей среды, очистка которой не предусмотрена. Уровень наполнения трубопровода в этом случае очень низкий, что является результатом ее эксфильтрации в прилегающий грунтовый массив через щелевое отверстие. Повреждения такого типа обнаруживают, как правило, после проседания грунта или выхода стоков на поверхность, а также в результате загрязнения подземных вод.

Разрушение труб, расположенных под автомобильными дорогами или вблизи них, приводит к невозможности транспортирования водопроводной воды или канализационных стоков. Кроме того, самопроизвольное истечение воды через проломы представляет собой потери воды (если она питьевая) или загрязнение окружающей среды (если трубопровод транспортирует сточные воды). В результате повреждений сточная вода вытекает в грунт, загрязняя его и поверхностные и подземные воды, и становится переносчиком возбудителей инфекционных заболеваний людей и животных.

Повышение надежности инфраструктурных сетей как одно из направлений решения водно-экологических проблем непосредственно влияет на решение задачи обеспечения населения доброкачественной питьевой водой. Антропогенная нагрузка на подземные воды, обусловленная различными видами хозяйственной деятельности, продолжает оставаться одним из основных факторов, влияющих на гидрогеохимические процессы и вызывающих загрязнение подземных вод. В последние годы крайне обострилась транспортная, а вместе с ней и экологическая ситуация в городах России, так как автомобильный транспорт является одним из крупнейших источников загрязнения не только атмосферного воздуха и растительного мира, но и оказывает влияние на качество поверхностных и подземных вод.

Быстрый рост парка автотранспортных средств (в 2011 г. он достиг 42,7 млн шт.) значительно увеличивает негативное воздействие на окружающую среду. Превышение уровней предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ (ЗВ) — отработавших газов (ОГ), которые содержат легкие и тяжелые аэрозоли оксидов азота, углерода и углеродородов и соединений свинца и цинка, приводит к интенсивному оседанию ЗВ вдоль автомобильных дорог и на прилегающих территориях, за-



грязнению почвы, растительного покрова и подземной воды.

Постоянное обновление парка автомобилей, увеличение его численности создают реальную угрозу окружающей среде, оцениваемую в 85 млрд руб./год [2]. В целом по России не соответствует санитарным нормам и правилам более 35,7 % поверхностных и 15,8 % подземных источников питьевого водоснабжения [2]. Водные источники (как поверхностные, так и подземные) взаимосвязаны между собой и используются в совокупности не только на местном уровне, но и в межгосударственном масштабе. Следовательно, их загрязнение в одной стране может стать причиной серьезной экологической катастрофы в другой. Качество воды большинства природных источников в настоящее время уже не соответствует нормативным требованиям. Повышенная загрязненность природных водоемов — источников водоснабжения и приемников очищенных сточных вод приводит к тому, что подготовка питьевой воды требует более совершенных и дорогостоящих технологий, что существенно повышает ее себестоимость.

Снижение негативного влияния воздействия автотранспорта на водные источники наиболее эффективно может быть достигнуто за счет применения прогрессивных конструктивных решений защиты трубопроводов, переходящих под автомобильными дорогами. Для обеспечения предотвращения разрушений трубопроводов, переходящих под автомобильными дорогами, используются различные технические решения (лотковая система для прокладки трубопроводов, переходы трубопроводов под автомобильной дорогой, состоящие из защитного кожуха и из трубы и др.). Однако эти решения характеризуются особенностями, сдерживающими их эффективное применение.

В Российском университете дружбы народов разработано и защищено патентом РФ техническое решение устройства для защиты трубопроводов, переходящих под автомобильными и железными дорогами, от механических повреждений [12].

Переход трубопровода под автомобильной дорогой содержит трубопровод, гравийно-песчаную подушку, дорожное покрытие, грунто-цементную плиту, армированную в нижней части поперечными и продольными стержнями и опирающуюся на грунтовый массив. Длина плиты превышает ширину дорожного покрытия на величину образования пирамиды продавливания от крайних ребер дорожного покрытия на толщину грунто-цементной плиты, а ширина поперечного сечения грунто-цементной плиты равна величине основания треугольника, образованного линиями, соединяющими ребра основания грунто-цементной плиты и

наружные поверхности трубопровода под углом не менее угла естественного откоса песка, уложенного поверх трубопровода.

Устройство для защиты трубопровода от механических повреждений работает следующим образом. Нагрузка от движущихся по дорожному покрытию автомобилей передается на основание покрытия. Грунто-цементная плита, армированная продольными и поперечными стержнями, расположенными в ее нижней (растянутой) зоне, воспринимает растягивающие усилия, возникающие в поперечном и продольном направлениях при нахождении транспортного средства на дороге, которую пересекает трубопровод. Повышенная по сравнению с грунтовым массивом механическая прочность армированной цементно-грунтовой плиты позволяет воспринять нагрузки от транспортных средств, движущихся по дорожному покрытию, а слой песка смягчает воздействия нагрузок, воспринимаемых грунто-цементной плитой и частично передаваемых в направлении трубопровода.

Превышение длины грунто-цементной плиты над шириной дорожного покрытия на величину образования пирамиды продавливания от крайних ребер дорожного покрытия на толщину грунто-цементной плиты позволяет обеспечить восприятие арматурными стержнями усилий, возникающих в грунто-цементной плите от механических нагрузок, передаваемых дорожным покрытием от транспортных средств.

Схема устройства для защиты трубопровода от механических повреждений представлена на рисунке.

Ширина поперечного сечения грунто-цементной плиты равна величине основания треугольника, образованного линиями, соединяющими ребра основания грунто-цементной плиты и наружные поверхности трубопровода под углом не менее угла естественного откоса песка, уложенного поверх трубопровода, что позволяет максимально использовать несущую способность песка в условиях, когда он находится в состоянии предельного равновесия.

При расположении внешней нагрузки над серединой ширины грунто-цементной плиты возникающие усилия в слое песка над трубопроводом воспринимаются песком в ядре уплотнения в пределах естественного откоса. При расположении нагрузки над ребрами грунто-цементного массива естественный откос песка находится за пределами (или только касается) поверхности трубы и нагрузки передаются по линии естественного откоса, отклоняясь от вертикального направления.

Применение разработанного технического решения перехода трубопровода под автомобильной

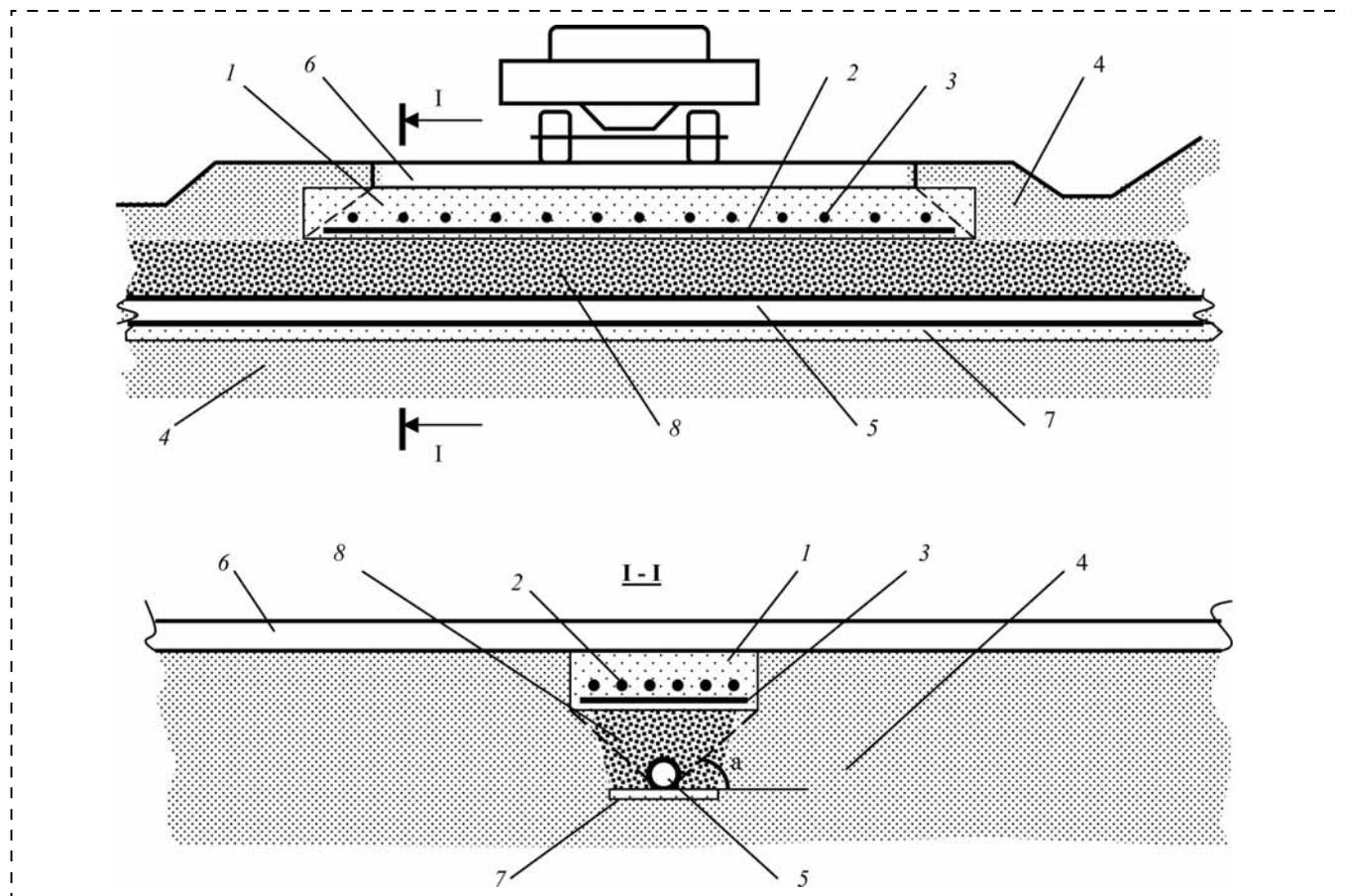


Схема перехода трубопровода под автомобильной дорогой:

1 — грунто-цементная плита; 2 — продольная арматура; 3 — поперечная арматура; 4 — грунтовой массив; 5 — трубопровод; 6 — дорожное покрытие; 7 — гравийно-песчаная подушка; 8 — песок

дорогой позволяет предотвратить разрушение труб от воздействия транспортных нагрузок, повысить надежность инфраструктурных систем жизнеобеспечения и снизить загрязнение почв и поверхностных и подземных водных ресурсов.

Список литературы

1. Косыгин А. Б., Ханин В. Н., Государев К. И., Фомина И. В. Обнаружение скрытых утечек с использованием системы мониторинга водопроводной сети // Водоснабжение и санитарная техника. — 2010. — № 4. — С. 22–26.
2. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2011 году: государственный доклад / Министерство природных ресурсов Российской Федерации, 2012. — 351 с.
3. Жильцов С., Зонн И. Борьба за воду // Индекс безопасности. — 2008. — № 3 (86). — С. 51–52.
4. Progress on sanitation and Drinking Water. Update. — UNICEF. World Health Organization. — 2010. — P. 43.
5. World Development Report 2006: Equity and Development. The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, 2006. — 298 p.
6. Свинцов А. П., Квартенко В. С. Водопотребление и водоснабжение в жилищном фонде // Безопасность жизнедеятельности. — 2008. — № 10. — С. 35–38.
7. Квартенко В. С., Свинцов А. П. Экологические проблемы водоснабжения населения // Экология и промышленность России. — 2008. — № 9. — С. 24–27.
8. Свинцов А. П., Квартенко В. С. Социально-экологическая безопасность водоснабжения населения. — М.: Изд-во РУДН, 2008. — 192 с.
9. Баймуканов М. О важности анализа состояния водопроводных сетей // Полимерные трубы. — 2006. — № 5 (14). — С. 26–29.
10. Савченко С. Развитие и модернизация водопроводно-канализационного хозяйства Москвы // Префектура Юго-Восточного административного округа города Москвы. Электронный ресурс: http://www.uvao.ru/uvao/ru/info/n_1912/o_348635.
11. Храменков С. В., Примин О. Г., Орлов В. А. Бестраншейные методы восстановления трубопроводов. — М.: Изд-во Прима-Пресс-М, 2002. — 283 с.
12. Свинцов А. П., Николенко Ю. В., Аль-Харам Тами Хаиф, Семенович К. И. Переход трубопровода под автомобильной дорогой // Патент на полезную модель RUS 110162. 14.04.2011.

УДК 614.8

Н. В. Твердохлебов, доц., вед. науч. сотр., Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, Москва
E-mail: tnv1946@mail.ru

Совершенствование понятийного аппарата в области защиты от чрезвычайных ситуаций — объективная необходимость

Обоснована необходимость уточнения определения понятия "чрезвычайная ситуация" и классификации чрезвычайных ситуаций. Рассмотрены недостатки существующего определения понятия "чрезвычайная ситуация" и существующего разделения чрезвычайных ситуаций на классы, группы и виды. Предложено новое определение понятия "чрезвычайная ситуация" в широком смысле слова и новая классификация ЧС в зависимости от сферы их возникновения, объекта локализации чрезвычайных событий, лежащих в основе той или иной ЧС, и характера первоначальных поражающих факторов, воздействующих на человека, окружающую среду или материальные средства.

Ключевые слова: понятийный аппарат, чрезвычайная ситуация, классификация, социальные угрозы, определение понятия, аварийно-спасательные работы

N. V. Tverdohlebov

Improvement of the Conceptual Framework in the Field of Protection against Emergency Situations is an Objective Necessity

In article necessity of specification of definition of the concept "emergency situation" and classification of emergency situations is proved. Shortcomings of existing definition of the concept "emergency situation" and existing division of emergency situations into classes, groups and types are considered. New definition of the concept "emergency situation" in the broadest sense and new classification of an emergency depending on the sphere of their emergence, object of localization of the extraordinary events underlying this or that emergency and character of initial striking factors influencing person, environment or appliances is offered. Offered classification is presented schematically.

Keywords: conceptual framework, emergency situation, classification, social threats, concept definition, emergency rescue works

Эффективность планирования и выполнения мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций (ЧС) и ликвидации их последствий в значительной степени зависит от четкости понятийного аппарата в области ЧС.

Поэтому в Рекомендациях по гармонизации законодательства государств-членов Организации Договора о коллективной безопасности (ОДКБ) в области реагирования на ЧС [1] указывается на необходимость закрепления единообразной классификации ЧС с использованием единых понятий и критериев.

Главный пробел понятийного аппарата в области защиты от ЧС, по мнению автора, состоит в том, что на сегодня нет единого, четкого и адекватного определения понятия "чрезвычайная ситуация" в широком смысле слова.

Существующие определения понятий ЧС сформулированы в научной и учебной литературе [2—4], словарях, ГОСТах [5], а ЧС природного и техногенного характера и в Федеральном законе РФ от 21.12.1994 № 68-ФЗ [6].

Вместе с тем, все имеющиеся толкования понятия ЧС не позволяют однозначно относить к ЧС дорожно-транспортные происшествия (ДТП), пожары и некоторые социальные бедствия. Поэтому даже в государственных докладах о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера пожары и то только крупные, а также ДТП с тяжелыми последствиями то включаются в состав ЧС техногенного характера (2008 г.), то исключаются (2010 г.) [7]. При этом, ссылки на критерии отнесения ДТП и пожаров к

ЧС, которые установлены документами МЧС России [8, 9], не совсем оправданы.

ДТП как событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, сооружения, грузы либо причинен иной материальный ущерб (Федеральный закон РФ от 10.12.1995 № 196-ФЗ [10]), в ряде случаев должны быть отнесены к ЧС даже при отсутствии погибших и пострадавших. Прежде всего это такие ДТП, в ходе ликвидации последствий которых необходимо: заблокировать пострадавших или ликвидировать вторичные факторы поражения (возгорание транспортного средства, утечку горючего, перевозимых АХОВ, радиоактивных веществ, нефтепродуктов).

Аналогичные рассуждения справедливы и для пожаров.

Определение понятия ЧС было бы более содержательным при учете следующих моментов.

Во-первых, возникновение любой чрезвычайной ситуации требует, по меньшей мере, принятия мер по оказанию помощи людям, находящимся в зоне ЧС, а также по локализации или уменьшению до приемлемого уровня опасных факторов, воздействующих на человека, материальные ценности и природную среду. А исходя из Федерального закона РФ от 22.08.1995 № 151-ФЗ [11], действия по спасению людей, материальных ценностей, локализации или доведению до минимально возможного уровня воздействия опасных факторов для людей и природной среды относятся к аварийно-спасательным работам (п. 4 ст. 1).

Следовательно, вопрос отнесения того или иного события к чрезвычайной ситуации должен устанавливаться не только по количеству пострадавших и нанесенному материальному ущербу, но и по такому ключевому признаку, как необходимость проведения аварийно-спасательных работ. Тогда не все ДТП, социальные бедствия, в том числе и террористические акты, даже с гибелью людей, а также аварии, произошедшие на производстве, надо будет относить к ЧС.

Во-вторых, при определении понятия ЧС в широком смысле слова следует учитывать социальные угрозы и опасности (в том числе и терроризм). Это обуславливается и тем, что в условиях снижения авторитета государственной власти, падения нравственности и последствий финансового кризиса в стране в ближайшие годы возрастет социальная напряженность, алкоголизация населения и уличная преступность [12].

На основании изложенного предлагается следующее определение понятия ЧС в широком смысле: "Чрезвычайная ситуация это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, катастрофы, иного события, происшедшего в ходе деятельности человека, опасного

природного явления или социально опасного действия, повлекшие (могущие повлечь) человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или природной среде, материальные потери или нарушение условий жизнедеятельности людей, и требующая проведения аварийно-спасательных работ".

Принципиальное отличие данного определения ЧС от существующих заключается в том, что к ЧС предлагается относить лишь такую сложившуюся обстановку, для разрешения которой необходимо проведение аварийно-спасательных работ. Кроме этого в предлагаемом определении ЧС в состав причин, вызывающих чрезвычайные ситуации, предлагается включать и социально опасные действия. Это сделано не только по причине возрастания количества социально опасных действий, но и по причине возрастания тяжести их последствий, а также противоречивости характера социальных угроз и опасностей.

Еще одним пробелом существующего понятийного аппарата в области ЧС является недостаточно четкое и однозначное разделение ЧС на классы, группы и виды в зависимости от сферы их возникновения, характера явлений и процессов, масштаба возможных последствий и других факторов, т. е. их классификация.

Говоря о классификации ЧС, необходимо отметить, что ст. 10 Закона № 68-ФЗ [6] определено, что установление классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера отнесено к полномочиям Правительства Российской Федерации. Однако на сегодня Правительством РФ такая классификация установлена только по масштабам последствий ЧС [13–15], но и она вызывает возражения из-за различных критериев и показателей.

Нормативно определенной классификации ЧС по сфере и причинам возникновения, объектам воздействия и природе первоначальных поражающих факторов, воздействующих на человека, окружающую среду или материальные средства, пока нет, в том числе и для ЧС природного и техногенного характера.

Используемая в нашей стране классификации ЧС, согласно которой они подразделяются на чрезвычайные ситуации природного, техногенного, биолого-социального и военного характера [5], а также классификация ЧС природного и техногенного характера стран СНГ [16] имеют недостатки, которые приводят к неточностям и путанице как при отработке документов, так и при взаимодействии в ходе ликвидации ЧС.

При этом включение чрезвычайных экологических ситуаций и ЧС военного характера, наряду с природными и техногенными ЧС, в отдельный тип, а эпидемий, эпизоотий и эпифитотий — в биолого-социальные ЧС не вполне обосновано по следующим соображениям.



Причиной чрезвычайных экологических ситуаций могут быть как аварии, катастрофы или иные события, произошедшие в ходе деятельности человека, так и опасные природные явления. Ущерб от них также может быть нанесен непосредственно как природной среде, так и здоровью людей. Таким образом, они должны относиться и к природным, и к техногенным ЧС.

Военные конфликты как формы разрешения межгосударственных или внутригосударственных противоречий с применением военной силы приводят к человеческим жертвам, ущербу здоровью людей и природной среде, материальным потерям и нарушению условий жизнедеятельности людей и требуют проведения мероприятий по их защите. Но выполнение этих мероприятий возложено не на Единую государственную систему предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), а на систему гражданской обороны. Особый правовой режим при этом устанавливается не введением чрезвычайного положения, а введением военного положения в соответствии с Федеральным конституционным законом от 30.01.2002 г. № 1-ФКЗ [17]. Это относится как к крупномасштабным, региональным, локальным войнам, так и к вооруженным конфликтам. Исходя из изложенного понятие "ЧС военного характера" из классификации ЧС необходимо исключить.

Эпидемии, эпизоотии и эпифитотии обусловлены жизнедеятельностью болезнетворных (патогенных) микроорганизмов. Проявление действия болезнетворных микробов может быть вызвано рядом причин: нарушением биологического равновесия между микроорганизмами, нарушением экологического равновесия в природе, снижением защитных функций человека, животных и растений, за счет образования новых микробов в результате мутаций и др. Эти причины могут возникнуть как в результате природных явлений (спонтанных, не зависящих от деятельности людей), так и антропогенных (связанных с деятельностью человека — выбросом, утечкой микробов из лабораторий в ходе производственных процессов в окружающую среду). Поэтому эти ЧС как отдельный вид (биологические ЧС) должны быть включены и в природные, и в техногенные ЧС.

Исходя из данных рассуждений и практической значимости классификацию ЧС предлагается построить по группам учитывая в первую очередь:

- сферу и причину возникновения ЧС (что лежит в их основе);
- объект локализации случившегося события, инициирующего ту или иную чрезвычайную ситуацию;
- природу первоначальных поражающих факторов, воздействующих на человека, окружающую среду или материальные средства.

Эти признаки, на основе которых предлагается классифицировать все ЧС, являются необходимыми и достаточными. Систематизация ЧС по ним будет наиболее практичной, так как раскрывает сущность и масштабы явлений, определяющих ЧС, что будет способствовать выработке однозначности решений по их предупреждению, локализации и ликвидации.

В предлагаемом подходе к классификации ЧС за основу (базу) берется источник ЧС, в результате которого она произошла, и сфера ее возникновения.

Если ЧС произошла в природной среде в результате опасного стихийного явления, то она относится к чрезвычайной ситуации природного происхождения. Если ЧС произошла в техногенной среде в результате аварии, катастрофы или иного события, произошедшего в ходе деятельности человека, то она относится к чрезвычайной ситуации техногенного происхождения. И наконец, если ЧС произошла в социальной среде в результате социально опасных действий индивида или группы лиц, то она относится к чрезвычайной ситуации социального происхождения. Такой подход к базовой классификации ЧС является, по-видимому, самым очевидным.

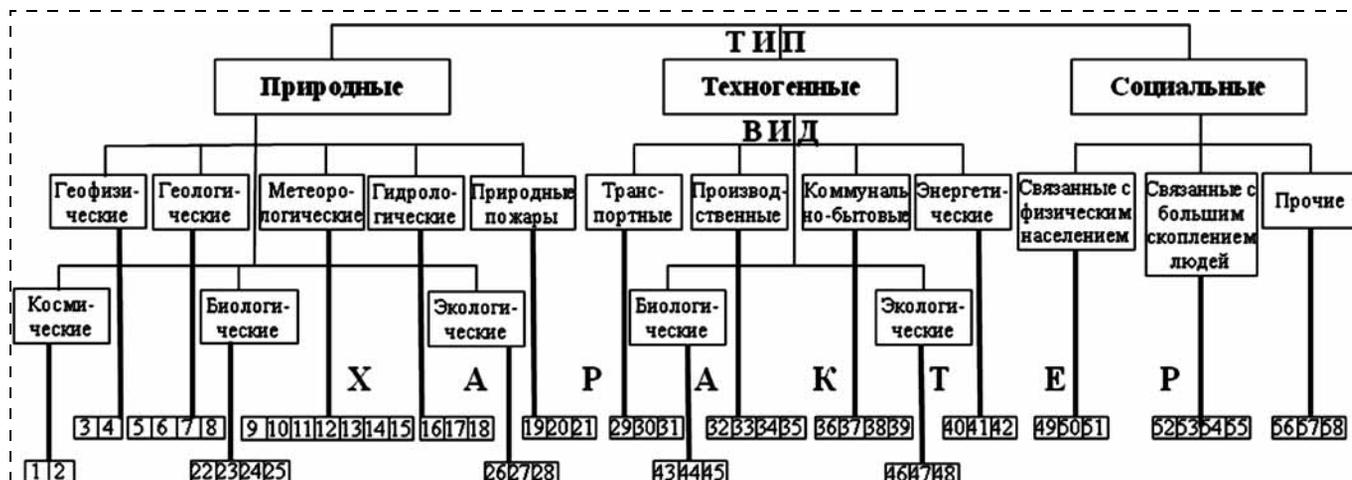
В свою очередь, природные, техногенные и социальные ЧС, исходя из объекта локализации чрезвычайных событий, лежащих в основе той или иной ЧС, с определенной степенью условности могут быть разделены на виды. При этом тот или иной вид объекта локализации чрезвычайных событий может входить в природные объекты (любые объекты живой и неживой природы, созданные без участия человека), технические объекты (любые объекты, созданные с участием человека) и социальные объекты (человек и любые формальные или неформальные объединения людей).

И, наконец, все виды ЧС необходимо классифицировать по характеру первоначальных поражающих факторов, воздействующих на человека, окружающую среду или материальные средства.

Предлагаемая классификация представлена на рисунке. Анализируя эту классификацию, хотелось бы обратить внимание на следующие моменты.

Включение в классификацию ЧС социальных ЧС как отдельного типа связано с противоречивым характером причин, следствием которых являются социальные угрозы. С одной стороны, главная предпосылка появления социальных катаклизмов — это несовершенство человеческой природы, а с другой — социально-экономические процессы, протекающие на данном историческом этапе развития в обществе.

Градация экологических ЧС как природного, так и техногенного типов на литосферные, гидросферные и атмосферные обусловлена изменением состояния и последствиями, которые могут выражаться в деградации почвы, разрушении озонового



Условные обозначения ЧС по характеру:

1 – падение космических тел, 2 – солнечные магнитные бури, 3 – землетрясения, 4 – извержение вулканов, 5 – оползни, 6 – лавины, 7 – сели, 8 – курумы, 9 – ураганы, 10 – бури, 11 – смерчи, 12 – град, 13 – ливень, 14 – обледенение, 15 – сильная метель, 16 – наводнения, 17 – цунами, 18 – шторм, 19 – лесные, 20 – торфяные, 21 – степные, 22 – эпидемии, 23 – эпизоотии, 24 – эпифитотии, 25 – массовое распространение вредителей растений, 26 – литосферные, 27 – гидросферные, 28 – атмосферные, 29 – ДТП, 30 – транспортные аварии (катастрофы), 31 – полная приостановка движения соответствующего вида транспорта, 32 – механическое разрушение (повреждение) зданий (сооружений), 33 – механическое разрушение (повреждение) технологического оборудования, 34 – пожар, 35 – взрыв, 36 – механическое разрушение (повреждение) зданий (сооружений), 37 – выход из строя сети (механическое повреждение, размораживание) теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения, 38 – пожар, 39 – взрыв бытового газа, 40 – механическое разрушение технологического оборудования генерирующих мощностей и электрических сетей, 41 – пожар, 42 – взрыв, 43 – эпидемии, 44 – эпизоотии, 45 – эпифитотии, 46 – литосферные, 47 – гидросферные, 48 – атмосферные, 49 – терроризм, 50 – бандитизм, 51 – разбой, 52 – массовые беспорядки, 53 – погромы, 54 – несанкционированные митинги и шествия, 55 – перекрытие транспортных коммуникаций, 56 – групповой суицид, 57 – массовые голодовки, 58 – голод.

Предлагаемая классификация чрезвычайных ситуаций

слоя, заражении или загрязнении АХОВ радиоактивными веществами, тяжелыми металлами, нефтью и нефтепродуктами и т. п., и изменением верхней тонкой оболочки литосферы и гидросферы, и атмосферы как в результате деятельности человека, так и в результате природных явлений.

Включение биологических и экологических ЧС как видов в ЧС природного и техногенного типов обусловлено тем, что причиной их возникновения могут быть опасные природные явления и события, произошедшие в ходе деятельности человека в техногенной сфере, а ущерб от них также может быть нанесен и природной среде, и здоровью людей. Так, многолетняя деятельность ПО "Маяк" (Челябинская область) со сбросом отходов радиохимического производства в реку Теча, озеро Карачай и в подземные бетонные хранилища, а также авария 1957 г. привели не только к гибели людей, но и к радиационному загрязнению, охватившему территорию 25 тыс. км² с населением более 500 тыс. человек [18].

Извержение исландского вулкана Эйяфьядлай-окудль в 2010 г. привело как к увеличению в воздухе концентрации вулканического пепла, так и к необходимости эвакуации части населения. Извержение подобных вулканов приводили к изменениям климата и заражению атмосферного воздуха. Например, извержение индонезийского вул-

кана Тамбора в 1815 году понизило среднегодовую температуру на всей планете на 2,5 градуса, а в результате извержения исландского вулкана Лаки в 1783—1784 гг. от голода и отравления фтористым водородом в Исландии погибли до четверти всего населения, половина поголовья лошадей и 80 % овец. В Англии умерли 20 тыс. человек [19].

Учитывая необходимость защиты населения и территории от космических опасностей, что подтверждается последствиями падения Чебаркульского метеорита 15 февраля 2013 г., а также сильнейшей магнитной бури 1989 г., представляется необходимым в состав природных ЧС включить ЧС космического вида.

В результате падения Чебаркульского метеорита полоса поражения от ударной волны составила около 130 км в длину и 50 км в ширину. В данной ЧС более 7 тыс. зданий получили повреждения, а за медицинской помощью обратились более 1,6 тыс. человек [20].

В марте 1989 года геомагнитная буря вывела из строя высоковольтный трансформатор на гидроэлектростанции в канадском Квебеке. В результате этого морозной зимней ночью 6 млн жителей провинции на 9 ч остались без электричества, тепла и радиосвязи [21].

По характеру поражающих факторов ЧС космического вида возможно разделить на ЧС, свя-



занные с падением небесных тел (астероидов, метеоритов, комет) на землю, и на ЧС, связанные с солнечной активностью

Безусловно, представленные подходы к определению термина "чрезвычайная ситуация" и к классификации ЧС требует обсуждения и научных исследований, а в последующем, видимо, и закрепления в нормативных документах.

Список литературы

1. **Постановление** Парламентской Ассамблеи ОДКБ от 17 мая 2012 г. № 5.
2. **Белов С. В., Девисилов В. А., Ильницкая А. В.** и др. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов / Под общей редакцией С. В. Белова. — 8-е издание, стереотипное. — М.: Высшая школа, 2009.
3. **Мастрюков Б. С.** Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Учебник для вузов. — Изд. 5-е, перераб. — М.: Академия, 2008.
4. **Буланенков С. А., Воронов С. И., Губченко П. П.** и др. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях. Учебное пособие / Под общей редакцией М. И. Фалеева. — Калуга: ГУП "Облиздат", 2001.
5. **ГОСТ Р 22.0.02—94** "Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий".
6. **Федеральный закон** РФ от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера".
7. **Государственные доклады** о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. — М.:

- МЧС России; ФГУ ВНИИ ГОЧС, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011.
8. **Приказ МЧС России** от 8 июля 2004 г. № 329 "Об утверждении критериев информации о чрезвычайных ситуациях".
 9. **Приказ МЧС РФ** от 21 ноября 2008 г. № 714 "Об утверждении Порядка учета пожаров и их последствий".
 10. **Федеральный закон** от 10 декабря 1995 г. № 196-ФЗ "О безопасности дорожного движения".
 11. **Федеральный закон** от 22 августа 1995 г. № 151-ФЗ "Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей".
 12. **Государственная программа** "Обеспечение общественного порядка и противодействие преступности", утвержденная Распоряжением Правительства РФ от 15 декабря 2012 г. № 2394-р.
 13. **Постановление** Правительства РФ от 21 мая 2007 г. № 304 "О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера".
 14. **Постановление** Правительства РФ от 21.08.2000 г. № 613 "О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов".
 15. **Постановление** Правительства РФ от 17 мая 2011 г. № 376 "О чрезвычайных ситуациях в лесах, возникших вследствие лесных пожаров".
 16. **Классификатор** чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера стран СНГ, принятый решением Межгосударственного совета по чрезвычайным ситуациям природного и техногенного характера стран СНГ от 15 августа 2002 г. № 16.
 17. **Федеральный конституционный закон** от 30 января 2002 г. № 1-ФКЗ "О военном положении".
 18. **Соловьев В., Ильин Л., Баранов А.** и др. Ближайшие медицинские последствия радиационных инцидентов за полувекковой период деятельности атомной отрасли // Бюлл. по атомн. энергии. 2002. № 9.
 19. **Гущенко И. И.** Извержения вулканов мира. — М.: Наука, 1979.
 20. М.: РИА Новости, <http://ria.ru/society/20130312/926826741>
 21. **Лазутин Л. Л.** Мировые и полярные магнитные бури. — М.: НИИЯФ МГУ, 2012.

УДК 622.691- 4

А. М. Большаков, д-р техн. наук, зав. отделом, **М. И. Захарова**, инж.,
Институт физико-технических проблем Севера им. Ларионова СО РАН, г. Якутск
E-mail: marine3@yandex.ru

Анализ риска аварий на резервуарах при низких температурах эксплуатации

Представлены данные анализа риска аварий резервуаров с нефтепродуктами, эксплуатирующихся в экстремальных природно-климатических условиях Севера.

Ключевые слова: анализ риска, сценарии, вероятность, частота, индивидуальный риск

A. M. Bolshakov, M. I. Zakharova

Accidents Risk Analysis on Reservoirs at Low Temperatures of Exploitation

The accidents risk analysis on reservoirs at low temperatures of exploitation is presented in article.

Keywords: risk analysis, scenarios, probability, frequency, individual risk

Введение

В настоящее время безопасность в природно-техногенной сфере является важнейшей проблемой во всем мире. К числу высокорисковых объектов техносферы относятся резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов. Неконтролируемое развитие аварийных ситуаций в резервуарных парках, связанных с взрывами и пожарами, может привести к значительным разрушениям и к гибели людей.

Для элементов технических систем, расположенных в условиях Севера, определяющим внешним фактором являются низкие температуры атмосферного воздуха, которые ухудшают основные физико-механические свойства конструкционных материалов, повышают возможность хрупкого разрушения материалов. При низких температурах меняются физические свойства нефтепродуктов. Для многих сортов нефти и нефтепродуктов минимальная температура воздуха ниже температуры застывания, поэтому происходит сгущение нефти, что приводит к необходимости разогрева нефтепродуктов. Вследствие этого появляется потенциальная опасность пожарного риска. Также замечено, что часто взрывы происходят при температуре окружающей среды ниже 0 °С [1].

В результате возрастает потенциальная угроза для здоровья и жизни людей, окружающей среды при экстремальных природно-климатических условиях Севера.

Отмеченные обстоятельства делают необходимой оценку риска резервуарных парков при низких температурах эксплуатации.

1. Основные причины аварий на резервуарах, эксплуатирующихся при низких температурах

Сущность анализа риска заключается в отборе и обработке всей доступной информации для идентификации опасности и оценки ее возможных последствий. По результатам анализа аварий резервуаров, произошедших при низких температурах, получены данные об основных причинах хрупкого разрушения, пожара и взрыва резервуаров (табл. 1—3) [2].

Анализ разрушений резервуаров при низких температурах (ниже –50 °С) эксплуатации показывает, что предельное состояние сооружения определяется как хрупкое разрушение, имеющее внезапный характер и происходящее при низкой температуре. Аварии сопровождаются выбросом значительного количества нефтепродуктов, которые представляют серьезную экологическую опасность.

Таблица 1
Основные причины аварий, связанных со взрывом резервуара, при низких температурах

Причины, влияющие на частоту взрыва резервуара с нефтепродуктом	Вероятность реализации данного события
Резервуар с нефтепродуктом попал в очаг пожара	0,18
Воздействие статического электричества на резервуар с нефтепродуктом	0,09
Нарушение правил технической и пожарной безопасности	0,45
Диверсия	0,09
Воздействие резкого колебания температуры атмосферного воздуха	0,09
Причины взрыва пустого резервуара с остатками паров нефтепродукта	
Нарушение правил технической и пожарной безопасности	1

Таблица 2
Основные причины пожара резервуаров при низких температурах

Причины, влияющие на частоту пожара резервуаров с нефтепродуктами	Вероятность реализации данного события
Нарушение технологического процесса при электроподогреве сырой нефти	0,4
Попадание в очаг пожара	0,2
Ошибка персонала	0,4
Воздействие пожара резервуара на соседнее оборудование	
Поражение соседних объектов	0,1
Без поражения соседних объектов	0,9

Таблица 3
Основные причины хрупкого разрушения резервуаров при низких температурах (ниже –50 °С)

Причины	Вероятность
Сталь низкого качества	0,57
Сварные соединения, имеющие технологические дефекты	0,43
Повышение местных напряжений	0,29
Просадка резервуара	0,14
Возникновение сквозных дефектов – свищей и их слияние	0,14
Взрывные работы в карьере	0,14
Неправильный ввод технологического трубопровода	0,14
Старение металла резервуара	0,14
Наличие дефекта в виде трещины	0,29
Резкое понижение температуры воздуха	0,14



Наиболее частой причиной аварий резервуаров с нефтепродуктами являются:

- нарушение правил технической и пожарной безопасности,
- использование сталей низкого качества,
- сварные соединения, имеющие технологические дефекты.

Основная опасность резервуаров, приводящая к катастрофическим последствиям с большим материальным ущербом и гибелью людей, связана с возможностью взрыва и пожара.

2. Пожары и взрывы на резервуарах

По результатам анализа статистики аварий при низких температурах пожары и взрывы происходили в основном на резервуарах с бензином и нефтью. Случаи пожаров на резервуарах с дизельным топливом и мазутом редки. 76 % взрывов и пожаров произошли на работающих резервуарах, 24 % на очищаемых и ремонтируемых резервуарах.

Пожары в резервуарах с учетом возможности выброса и растекания горячей жидкости можно разделить на три основных вида [3]:

внутренний пожар — пожар со взрывом внутри газового пространства и с последующим горением жидкости внутри резервуара;

пожар на дыхательных устройствах резервуара — пожар с горением на дыхательных устройствах или на других проемах в газовой части резервуара;

наружный пожар — пожар с проливом или выбросом жидкости из резервуаров.

В стадии возникновения пожара необходимо проанализировать следующие процессы:

- 1) образование горючей паровоздушной смеси внутри резервуара;
- 2) образование горючей паровоздушной смеси снаружи резервуара;
- 3) появление источников зажигания.

В стадии развития пожара необходимо проанализировать следующие процессы:

1) в открыто горящем резервуаре — характеристики факела пламени, температуру горения, скорость выгорания и прогрева жидкости, возможность выброса и площадь растекания горячей жидкости;

2) в обогреваемом пожаром резервуаре — интенсивность тепловых потоков на резервуар, прогрев корпуса, газового пространства и поверхностного слоя жидкости, концентрацию паров нефтепродукта и избыточное давление газовой среды;

3) в резервуаре с горением паров на проемах — возможность стабилизации пламени, интенсивность обогрева и температурные напряжения в крыше, прогрев поверхности жидкости и расход паров через проемы.

3. Взрыв внутри газового пространства резервуара

При неподвижном хранении нефти и нефтепродуктов, когда концентрация их паров в газовом пространстве резервуара достигает состояния насыщения, оценку горючести паровоздушной смеси можно выполнить по температурным пределам воспламенения [3]:

$$T_{\text{НПВ}} < T < T_{\text{ВПВ}}, \quad (1)$$

где T — расчетная температура жидкости; $T_{\text{НПВ}}$, $T_{\text{ВПВ}}$ — соответственно нижний и верхний температурные пределы воспламенения.

За расчетную температуру насыщения принимается суточная температура окружающей среды. В результате оценки горючести смеси по температурным пределам воспламенения при низких температурах окружающей среды наиболее опасным является резервуар с бензином и нефтью, а резервуар с керосином и дизельным топливом безопасен при низких температурах. В некоторых случаях при подогреве нефтепродуктов меняется рабочая температура жидкости и резервуар с бензином и нефтью переходит в пожаробезопасное, а с керосином и дизельным топливом — в опасное состояние.

При проведении различных технологических операций концентрация паров в газовом состоянии отклоняется от состояния насыщения. В этом случае оценку следует выполнять по концентрационным пределам воспламенения [3]:

$$C_{\text{НПВ}} < C < C_{\text{ВПВ}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{НПВ}}$, $C_{\text{ВПВ}}$ — соответственно нижний и верхний концентрационные пределы воспламенения.

Вследствие низкой температуры вспышки (порядка -40 °С) и высокой упругости паров бензина обычно считают, что в технологических процессах хранения и транспорта жидких нефтепродуктов именно бензин представляет повышенную пожарную опасность. При хранении в закрытом резервуаре указанные выше опасные свойства бензина нередко способствуют обеспечению его безопасности за счет поддержания рабочей концентрации паров выше ВПВ, что при неподвижном хранении обычно соблюдается в случае положительных температур окружающей среды. Но при отрицательных температурах окружающей среды даже насыщенная концентрация паров в резервуаре с бензином находится в области воспламенения.

Взрыв паровоздушной смеси в резервуаре, как правило, приводит к подрыву, реже — к срыву крыши с последующим пожаром резервуара.

Не исключена опасность, что взрыв паровоздушной смеси в резервуаре или затяжной пожар резервуара может привести к разрушению резервуара с последующим образованием гидродинамической волны, которая способна разрушить соседние резервуары, что увеличит площадь разлива горящего продукта.

4. Образование горючей паровоздушной смеси снаружи резервуара при низких температурах окружающей среды

При изменении уровня жидкости, температуры или при дегазации в транзитных подготовках нефти выделяющиеся газы и пары выходят из резервуаров через дыхательные устройства в атмосферу. Дыхание резервуаров является причиной потерь от испарения нефти и нефтепродуктов, загрязнения окружающей среды и образования горючей паровоздушной среды в наружном пространстве на территории резервуарных парков.

Опасный технологический режим — лишь один из компонентов, необходимых для возникновения горючей смеси на территории резервуарных парков. Вторым компонентом являются опасные метеорологические условия.

В холодное время года всю территорию Восточной Сибири охватывает мощный сибирский антициклон, в котором происходит формирование континентального воздуха, в нижних слоях более холодного, чем арктический. Формирование континентального воздуха в зимнее время при ясной тихой погоде, способствующей большой потере тепла земной поверхностью в результате излучения, приводит к сильному охлаждению воздуха снизу и образованию мощных инверсий, т. е. к возрастанию температуры с высотой.

Районом исключительно мощных и продолжительных инверсий является Якутия. Для холодного времени года, особенно с декабря по февраль, для большей части территории характерны слабые ветры и штили, которые обуславливают слабое перемешивание воздуха, а, следовательно — слабый вертикальный теплообмен, поэтому здесь возникают мощные приземные инверсии (повышение температуры воздуха с высотой), которые усиливаются в горных районах [4].

Интенсивность турбулентного перемешивания существенно зависит от термической стратификации атмосферы, которая характеризуется в основном вертикальным градиентом температуры воздуха. Если температура падает с высотой, то состояние атмосферы неустойчивое, так как теплый воздух устремляется вверх и усиливает перемешивание. Если температура растет с высотой (инверсия), то состояние атмосферы устойчивое, так как наиболее холодные и тяжелые слои воздуха уже находятся внизу.

При низких температурах атмосферного воздуха имеет место учет аномальных условий, которые связаны с образованием мощных инверсий, штилей, высоких плотностей примесей. Эти условия значительно затрудняют рассеивание примеси в

атмосфере, что приводит к скоплению взрывопожароопасных нефтяных паров.

Вероятность образования горючей смеси или наружной пожароопасной зоны в окрестности резервуара рассчитывают по формуле:

$$P_{гс} = P_{тр}P_{ому}, \quad (3)$$

где $P_{тр}$ — вероятность технологического режима с концентрированным выбросом паровоздушной смеси; $P_{ому}$ — вероятность опасных метеорологических условий.

Например, Якутия характеризуется продолжительными инверсиями, поэтому вероятность опасных метеорологических условий будет зависеть в основном от вероятности возникновения штиля (скорость ветра менее 1 м/с). По наблюдениям метеорологов за последние 10 лет, максимальная вероятность возникновения штиля с декабря по февраль в условиях продолжительных инверсий составляет 0,5.

5. Определение возможных сценариев развития аварии при взрыве резервуара при низких температурах эксплуатации методом дерева событий

Обобщение вероятностей аварий по различным сценариям удобнее всего осуществлять методом деревьев событий (ДС). Широкое использование методов ДС вызвано простотой и ясностью исходной идеи, используемой при постановке задачи моделирования. Построение дерева событий позволяет проследить за последствиями каждого возможного исходного события и вычислить максимальную вероятность главного события от каждого из таких исходных событий.

В результате анализа и систематизации данных по авариям резервуаров и при низких температурах эксплуатации построено дерево событий при взрыве резервуара (см. рисунок) [1].

Условная вероятность возникновения инициирующего события — взрыва резервуара, принималась равной 1. Условные вероятности развития аварийных ситуаций определяли по анализу статистических данных по взрывам резервуаров при низких температурах эксплуатации.

Рассмотрим наиболее опасный сценарий — разрушение резервуара с формированием горячей гидродинамической волны прорыва. Для оценки условной вероятности этого сценария представим его как сложное событие, являющееся произведением условных вероятностей таких событий как взрыв в газовом пространстве резервуара, разрушение, пожар $P_1 \rightarrow$ формирование горячей гидродинамической волны прорыва, разрушение об-



Дерево событий при взрыве резервуара с нефтепродуктом при низких температурах эксплуатации

Таблица 4

Критические параметры теплового облучения резервуаров с нефтепродуктами, при достижении которых может произойти взрыв [5]

Время действия теплоты, мин.	5	10	15	20	29	>30
«Критическая» интенсивность теплового потока, кВт/м ²	34,9	27,6	24,8	21,4	19,9	19,5

валования, растекание горящего нефтепродукта по территории объекта $P_2 \rightarrow$ поражение соседних резервуаров (оборудований) $P_3 \rightarrow$ поражение персонала P_4 (см. рисунок).

Частоту возникновения наиболее опасного сценария определим по следующей формуле:

$$H(C_{\max}) = \lambda P_1 P_2 P_3 P_4, \quad (4)$$

где λ — частота взрыва резервуара при низких температурах, 1/год; $H(C_{\max})$ — см. рисунок.

На основе анализа статистических данных по авариям с 1960 по 2013 г., произошедшим при низких температурах, частота взрыва резервуара в резервуарных парках составила $\lambda = 5,2 \cdot 10^{-4}$ год⁻¹. Частота возникновения наиболее опасного сценария при взрыве резервуара в условиях низких температур составит $7 \cdot 10^{-5}$ год⁻¹.

6. Тепловое воздействие пожаров разлива нефтепродуктов

Пожар разлива характеризуется выделением большого количества теплоты, способной вызывать не только поражение людей, но и воспламенение соседних объектов, в том числе резервуаров с нефтепродуктами, что может сопровождаться взрывом. Критические параметры теплового облучения резервуаров с нефтепродуктами, приводящие к взрыву, представлены в табл. 4.

Интенсивность теплового излучения, кВт/м², на расстоянии r при пожаре разлитых нефтепродуктов вычисляется по формуле [5]:

$$q(r) = EF_{\Sigma}(r)T_{\Pi}(r), \quad (5)$$

где E — среднеповерхностная интенсивность излучения пламени, кВт/м²; $F_{\Sigma}(r)$ — угловой коэффициент облученности; $T_{\Pi}(r)$ — коэффициент про-

Таблица 5
Среднеповерхностная интенсивность излучения пламени E
в зависимости от диаметра очага [6]

Топливо	E , кВт/м ² , при диаметре очага				
	10 м	20 м	30 м	40 м	50 м
Бензин	60	47	35	28	25
Дизельное топливо	40	32	25	21	18
Нефть	25	19	15	12	10

пускания атмосферы; r — расстояние от геометрического центра пламени до мишени, м.

Значение E принимается на основе имеющихся экспериментальных данных. Для некоторых жидких углеводородных топлив указанные данные приведены в табл. 5.

Угловой коэффициент $F_{\Sigma}(r)$, являющийся геометрической характеристикой теплообмена излучением системы тел в непоглощающей среде, в общем случае определяется по уравнению [5]:

$$F_{\Sigma}(r) = \int_{F_1} dF_1 \int_{F_2} \frac{\cos\beta_1 \cos\beta_2}{\pi r^2} dF_2, \quad (6)$$

где F_1 , F_2 — площади облучающего (пламени) и облучаемого (мишени) тел системы, м²; β_1 , β_2 — соответствующие углы между нормалью к одной площадке и направлением на другую, град.

При определении коэффициента пропускания атмосферы $T_{\Pi}(r)$ следует учесть потери теплового излучения при прохождении через атмосферу вследствие поглощения и рассеяния молекулами газа, скоплениями молекул (аэрозолями), снегом и туманом.

В работе Маршалла [7] даются значения $T_{\Pi}(r)$ для различных значений относительной влажности воздуха, соответствующие приведенным ниже уравнениям.

При относительной влажности воздуха до 20 %:

$$T_{\Pi}(r) = 1 - 0,12\ln(r). \quad (7)$$

При относительной влажности от 20 до 50 %:

$$T_{\Pi}(r) = 0,96 - 0,12\ln(r). \quad (8)$$

При относительной влажности от 50 до 100 %:

$$T_{\Pi}(r) = 0,92 - 0,12\ln(r). \quad (9)$$

Зимой внутри материков средних широт относительная влажность очень высока (выше 50 %). Низкие значения относительной влажности наблюдаются зимой в муссонных районах (до 50 % и ниже) [4].

По уравнению (5) определим безопасные расстояния r для человека, используя формулы (9), (7), (6), результаты расчетов представим в табл. 6.

Для сравнения также приведем оценку безопасного расстояния по методике, приведенной в ГОСТ Р 12.3.047—98 [6], где коэффициент пропускания атмосферы $T_{\Pi}(r)^*$ не зависит от относительной влажности воздуха и определяется по следующей формуле:

$$T_{\Pi}(r)^* = \exp[-7,0 \cdot 10^{-4}(r - 0,5d)], \quad (10)$$

где d — эффективный диаметр пролива нефтепродукта при аварии в резервуаре, м.

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}, \quad (11)$$

где S — площадь пролива нефтепродукта, м².

Коэффициент пропускания атмосферы $T_{\Pi}(r)$ — постоянная величина, которая зависит только от площади пролива нефтепродукта, т. е. не зависит от изменения относительной влажности воздуха [6].

По результатам оценки безопасных расстояний для человека при реализации наиболее опасного сценария на резервуаре РВС-3000 с нефтепродуктом выявлено, что при учете ослабления интенсивности теплового излучения при прохождении через атмосферу, расстояние от центра пламени до безопасного расстояния для человека при относительной влажности воздуха от 50 до 100 % уменьшается на 44 м (168—124) по сравнению с оценкой

Таблица 6
Результаты оценки безопасных расстояний для человека при реализации наиболее опасного сценария на резервуаре РВС-3000 с нефтепродуктом при различных значениях коэффициента пропускания атмосферы

Степень поражения	Интенсивность теплового излучения, кВт/м ²	Расстояние от геометрического центра пламени до облучаемого объекта (человека), м		
		при оценке $T_{\Pi}(r)$ по формуле (9)	при оценке $T_{\Pi}(r)$ по формуле (7)	при оценке $T_{\Pi}(r)^*$ по формуле (10)
Без негативных последствий в течение длительного времени	1,4	124	131	168
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2	104,4	106	122



безопасного расстояния без учета ослабления интенсивности теплового излучения. Также при изменении относительной влажности от диапазона 50...100 % (см. табл. 6) до диапазона 20 %, расстояние от центра пламени до безопасного расстояния для человека увеличивается на 7 м.

Следовательно, в оценках безопасных расстояний целесообразно учитывать ослабление интенсивности теплового излучения при прохождении через атмосферу.

7. Оценка индивидуального риска

Одной из наиболее часто употребляемых характеристик опасности является индивидуальный риск — вероятность (или частота) поражения отдельного индивидуума в результате воздействия исследуемых факторов опасности при реализации неблагоприятного случайного события [8]. Этот вид риска рассматривается в качестве первичного и основного понятия, в связи с приоритетом человеческой жизни как высшей ценности, и позволяет осуществлять установление приемлемого и неприемлемого уровней риска.

Индивидуальный риск при техногенных опасностях в основном определяется потенциальным риском и вероятностью поражения человека в районе возможного действия опасных факторов. Потенциальный риск рассматривается как пространственное распределение частоты реализации поражающего воздействия.

Оценка индивидуального риска проводится по следующей формуле:

$$R_{ind,j} = H(C_j) P_j^*, \quad (12)$$

где j — номер сценария, $j = 1, 2, \dots, 7$; $H(C_j)$ — частота возникновения сценария j (см. рисунок); P_j^* — условная вероятность поражения человека при сценарии j .

Оценим индивидуальный риск при реализации наиболее опасного сценария C_{max} при аварии на резервуаре РВС-3000.

Радиус растекания горящего нефтепродукта при аварии РВС-3000 составляет 104,3 м, в зоне действия открытого пламени условная вероятность поражения человека равна единице $P_j^* = 1$. Тепловое излучение на расстоянии от 104,4 м от центра пламени безопасно для человека в брезентовой одежде (см. табл. 6), следовательно, в этой

зоне нет поражения человека. Таким образом, индивидуальный риск в зоне действия открытого пламени при реализации наиболее опасного сценария составит $7 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$.

Заключение

Пожарный риск для персонала принимается условно приемлемым, если индивидуальный риск меньше 10^{-6} год^{-1} , и безусловно неприемлемым, если индивидуальный риск больше 10^{-4} год^{-1} . Если индивидуальный риск находится в диапазоне от 10^{-6} до 10^{-4} год^{-1} , то принимается, что пожарный риск находится в зоне жесткого контроля риска [11].

По результатам оценки индивидуального риска в опасной зоне (в зоне действия открытого пламени) в условиях Севера, выявлено, что пожарный риск для персонала находится в зоне жесткого контроля риска. В этой зоне риск считается допустимым только тогда, когда приняты меры, позволяющие снизить его настолько, насколько это практически целесообразно [9].

Список литературы

1. **Большаков А. М., Захарова М. И.** Определение возможных сценариев возникновения, развития и вероятности реализации аварийных ситуаций на резервуарах для хранения нефти и нефтепродуктов при низких температурах эксплуатации // Проблемы анализа риска. — 2012. — Т. 9, № 3. — С. 22–33.
2. **Bolshakov A., Zakharova M.** Definition of possible scenarios of occurrence, development and realization probability of emergencies on dangerous industrial objects at low temperatures of exploitation // Journal of International Scientific Publications: Materials, Methods & Technologies. — 2012. — V. 6. — P. 3. — P. 4–16.
3. **Волков О. М.** Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами. — С.-Пб.: Изд-во политехнического университета, 2010.
4. **Анапольская Л. Н., Копцева И. Д.** Климатические параметры Восточно-Сибирского и Дальневосточного экономических районов. Научно-справочное пособие. — Л.: Гидрометеоздат, 1979. — 389 с.
5. **Яковлев В. В.** Экологическая безопасность, оценка риска: Монография. — СПб.: СПбГПУ, 2007.
6. **ГОСТ Р 12.3.047—98.** Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
7. **Маршалл В.** Основные опасности химических производств: Пер. с англ. — М.: Мир, 1989. — 672 с.
8. **Альмов В. Т., Тарасова Н. П.** Техногенный риск: Анализ и оценка: Учебное пособие для вузов. — М.: ИКЦ "Академкнига", 2004. — 118 с.
9. **Руководство по оценке пожарного риска для промышленных предприятий.** — М.: ВНИИПО, 2006.

УДК 911.2:528.9

Т. И. Кузнецова, канд. геогр. наук, ст. науч. сотр., **В. М. Плюснин**, д-р геогр. наук, проф., директор, Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск
E-mail: kuznetzova@irigs.irk.ru

Геосистемные картографические интерпретации для информационного обеспечения управления экологическим риском Байкальского региона

Предложен геосистемный подход к классификации и геоинформационному картографированию экологического риска.

На базе Интернет-ресурсов, фондовых литературных и картографических источников с использованием современных ГИС-технологий проведен анализ пространственно-временного состояния геосистем Байкальского региона как комплекса условий, определяющих или лимитирующих особенности жизнедеятельности людей. На основе полученных представлений об изменчивости геосистем в результате спонтанного развития или под воздействием антропогенных факторов разработана система признаков—индикаторов экологического риска. Проведено зонирование исследуемой территории по степени ее предрасположенности к экологическому риску.

Для обеспечения управления экологическим риском разработана интерпретационная информационно-картографическая система природной среды Байкальского региона геосистемного геоэкологического содержания. Приведен фрагмент авторской карты.

Ключевые слова: изменчивость природной среды, экологический риск, геосистемные признаки-индикаторы, специализированная классификация геосистем, геоинформационное картографирование, геоэкозоны

T. I. Kuznetsova, V. M. Plyusnin

Geosystem Cartographic Interpretations for Information Support of Ecological Risk Management in the Baikal Region

A geosystem approach to the classification and geoinformational mapping of the ecological risk is proposed.

Based on Internet resources, archival literary and cartographic sources, and using advanced GIS-technologies, an analysis is made of a space-time state of geosystems in the Baikal region as a set of conditions, defining or limiting the features of the human life activity. On the basis of the ideas obtained about the variability of geosystems as a result of spontaneous development or under the influence of anthropogenic factors, a system of signs-indicators of ecological risk was developed. Zoning of the study area according to the degree of ecological risk proneness was conducted.

To support ecological risk management an interpretative informational-cartographic system of the natural environment of the Baikal region with geosystem geo-ecological content was developed. A fragment of the authors' map is presented.

Keywords: variability of the natural environment, ecological risk, geosystem signs-indicators, specialized classification of geosystems, geoinformational mapping, geoecozones

Постановка проблемы

Понятию "экологический риск" в междисциплинарной науке о рисках придается значение, подразумевающее вероятность наступления неблагоприятных для природной среды (ПС) событий вследствие развития природных процессов и явлений или антропогенного вмешательства, которые, в конечном итоге, приводят к неблагоприятным социально-экономическим последствиям [1, с. 16—19].

Для управления экологическим риском (ЭР) любого крупного региона необходима информация о

том, в какой именно ПС находится человек, какой тип деятельности он может или не может в этой среде осуществлять, какие могут быть в результате этого изменения и как можно минимизировать их отрицательные последствия для природы и человека. Этот факт придает проблеме индикации ЭР комплексное пространственно-временное (картографическое) содержание и, в конечном итоге, приводит к необходимости специализированной типизации и зонированию территории по степени изменчивости ПС, или "предрасположенности к экологическим рискам" [1, с. 5].



В идеале представляется, что в качестве такого обеспечения должна служить проблемно-целевая ландшафтно-интерпретационная "информационно-картографическая система (ИКС)" [2, с. 17] природной среды. В лаборатории картографии, геоинформатики и дистанционных методов Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН (г. Иркутск) в рамках постоянно обновляемого цифрового Атласа устойчивого развития Байкальского региона (Республика Бурятия, Забайкальский край, Иркутская область) разрабатывается научно-методологический инструментарий создания такой ИКС. В круг решаемых в данной работе научных задач входит разработка: 1 — научной концепции анализа ЭР; 2 — схемы геоэкологического зонирования территории исследуемого региона по комплексу признаков — индикаторов ЭР; 3 — содержания программно-целевой ИКС ПС, отвечающей требованиям информационного обеспечения анализа ЭР.

Научная концепция анализа ЭР

Индикаторы ЭР. В настоящее время для прогнозирования ЭР широко применяется метод экологи-

ческих индикаторов — признаков, "свойственных системе или процессу, на основании которых производится определение или оценочная классификация состояния экологических систем, процессов и явлений, а также качественная или количественная оценка тенденций их изменений" [3, с. 19]. При этом используются экологические критерии нескольких типов: природоохранные, ориентированные на сохранение целостности экосистем и их компонентов; антропоэкологические — на оценку воздействия на человека; ресурсно-хозяйственные — на оценку типа и степени воздействия на природу в системе общество—природа; социально-экономические — на результирующие оценки благополучия экономической системы и качества жизни людей и пр.

Для классификации ЭР Байкальского региона использовались модели общенаучных типологических ландшафтных карт, созданных на основе "геосистемной структурно-динамической концепции" [4, с. 23]. В этом случае "в качестве интегральных индикаторов" [5, с. 202] ЭР рассматриваются характеристики геосистем, целевая интерпретация которых способна обеспечить информацией и о пространственно-временном

Таблица 1

Признаки специализированной типологической классификации геосистем

Признаки	Характеристика признаков
Иерархические	Локальный, региональный, планетарный уровень
Генетические	История возникновения и развития: пространственно-временные состояния (антропоген, 30-40 тыс. лет)
Функциональные	Интенсивность функционирования (ее факторы), продуктивность растительности, чувствительность
Динамические	Динамические категории, категории устойчивости и изменчивости, характер, степень и темпы изменения, пр.
Экологические	Условия среды, экологический потенциал и нормирование антропогенной нагрузки, степень пригодности для выполнения конкретных функций и комфортности
Ресурсные	Природно-ресурсный потенциал (интегральный и частные)
Тип воздействия	Природный, природно-антропогенный, антропогенный
Факторы воздействия	По преобладающим видам воздействия
Форма проявления	Фоновое, очаговое, точечное, линейное
Последствия воздействия	Характер, степень и темпы изменения
Время возникновения	Ретроспективные, современные, прогнозируемые ситуации
Острота ситуации	Стабильные, умеренно острые, острые, очень острые
Скорость развития	Стремительные, быстро развивающиеся, медленно развивающиеся, скачкообразные
Уровень проявления	Топологический, региональный, планетарный
Возможность решения	Разрешимые, трудноразрешимые, неразрешимые
Приоритетность решения	Приоритетные, неприоритетные
Способы решения	Организационные, правовые, экономические и пр.
Категории охраны природы	Предупредительная, комбинированная, объектно-компонентная
Рекомендации оптимизации	Оптимизационные мероприятия по улучшению ситуации
Реакция на предлагаемый набор мероприятий	Период восстановления, преобразования геосистем и улучшения ситуации

состоянии геосистем, и об оптимальном выполнении ими экологических и целевых функций, и о необходимых природоохранных мероприятиях для минимизации ЭР. Составление индикационных карт ЭР проводится на основе анализа взаимосвязей между явлениями, показанными на первичной общенаучной карте геосистем, и теми практически важными показателями, которые необходимо отобразить на производной карте.

Известно, что в геосистемных исследованиях ЭР рассматривается как некоторая "вероятность и степень опасности негативных изменений в структуре и функционировании геосистем в случае естественных или антропогенно обусловленных событий и процессов в среде обитания" [6, с. 19]. Поэтому данные об изменчивости геосистем как "одном из важнейших сложных свойств геосистем, обусловленных воздействием на них разнообразных внутренних и внешних, естественных и антропогенных факторов" [7, с. 200], используются для индикации ЭР [8]. Характеристики генезиса, структуры, динамики (преобразовательной и стабилизирующей) и функционирования геосистем Байкальского региона во взаимосвязи с особенностями их использования и внешнего, в том числе антропогенного воздействия, составляют особую систему признаков-индикаторов ЭР (табл. 1).

Система специализированных классификаций. Для индикации ЭР Байкальского региона разработана особая система классификаций геосистем, которая включает базовую специализированную классификацию и производные от нее оценочные и прогнозные классификации.

Основаниями деления базовой специализированной типологической классификации выступают те признаки геосистем, которые в наибольшей степени проявляются в процессе взаимодействия с различными формами деятельности людей (см. табл. 1). Исходной основой создания такой классификации является типологическая общенаучная классификация геосистем академика В. Б. Сочавы [4, с. 108—120]. Процесс создания производной классификации включает следующие процедуры: 1) анализ структуры и организации геосистем; 2) геоэкологическую интерпретацию геосистемной информации; 3) перевод каждой геосистемной категории в структуру качественных относительных оценок и прогнозирование ЭР.

Демонстрационный материал производной типологической классификации ограничен приведенным систематическим списком геосистем Байкальского региона.

Классификационные категории геосистем Байкальского региона

А. ПРИРОДНЫЕ СТРУКТУРЫ

1. СЕВЕРОАЗИАТСКИЕ ГОЛЬЦОВЫЕ И ТАЕЖНЫЕ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ

Байкало-Джугджурские и Восточноаянские гольцово-верхнетаежные: 1. Гольцовые тундровые и альпийские, подгольцовые кустарниковые, листвен-

нично-редколесные, каменноберезовые и темнохвойно-редколесные холодных избыточно влажных местообитаний минимально и низкопродуктивные (с).

Байкало-Джугджурские горнотаежные: 2. Горнотаежные лиственничные редуцированного развития умеренно холодных влажных местообитаний низкопродуктивные (с). 3. Межгорных понижений и долин таежные лиственничные редуцированного развития холодных (инверсионных) влажных местообитаний низкопродуктивные (с). 4. Межгорных понижений и долин таежные темнохвойные редуцированного развития холодных (инверсионных) влажных местообитаний средне- и низкопродуктивные (п). 5. Горнотаежные лиственничные ограниченного развития умеренно теплых влажных местообитаний повышено продуктивные (к). 6. Межгорных понижений и долин таежные лиственничные ограниченного развития умеренно теплых влажных и избыточно влажных местообитаний среднепродуктивные (м, с). 7. Горнотаежные лиственничные оптимального развития теплых влажных и умеренно влажных местообитаний повышено продуктивные (м, уд). 8. Подгорные и межгорных понижений лиственнично-таежные оптимального развития теплых влажных и умеренно влажных местообитаний повышено продуктивные (м, уд). 9. Подгорные подтаежные лиственничные теплых умеренно и недостаточно влажных местообитаний повышено продуктивные (п, уд).

Южно-Сибирские горнотаежные: 10. Горнотаежные темнохвойные редуцированного развития умеренно холодных влажных местообитаний низкопродуктивные (с). 11. Горнотаежные темнохвойные ограниченного развития умеренно теплых влажных местообитаний повышено продуктивные (к). 12. Подгорные и межгорных понижений таежные темнохвойные ограниченного развития умеренно теплых влажных местообитаний повышено и среднепродуктивные (м, с). 13. Подгорные и межгорных понижений таежные кедрово-лиственничные ограниченного развития умеренно теплых влажных и умеренно влажных местообитаний среднепродуктивные (п). 14. Горнотаежные темнохвойные оптимального развития умеренно теплых и теплых избыточно влажных местообитаний высокопродуктивные (м). 15. Подгорные и межгорных понижений таежные темнохвойные оптимального развития умеренно теплых и теплых влажных местообитаний повышено продуктивные (п). 16. Горнотаежные сосновые умеренно теплых и теплых умеренно и недостаточно влажных местообитаний среднепродуктивные (п). 17. Подгорные подтаежные сосновые теплых умеренно влажных местообитаний повышено продуктивные (п, уд). 18. Подгорные подтаежные лугово-болотные в сочетании с лугами и сосновыми лесами теплые повышено и среднепродуктивные (с).

Среднесибирские равнинно-плоскогорные: 19. Южно-таежные темнохвойные возвышенностей умеренно теплых и теплых влажных местообитаний повышено продуктивные (к). 20. Южнотаежные темнохвойные



(на равнинах) умеренно теплых и теплых избыточно влажных местообитаний повышено продуктивные (м). 21. Сосновые боровые равнин и долин олиготрофно-ксеро-мезофитного режима умеренно теплых недостаточно влажных местообитаний среднепродуктивные (с).

II. СЕВЕРОАЗИАТСКИЕ СТЕПНЫЕ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ

Южносибирские: 22. Подгорных равнин лугово-степные, долинные солончаково-луговые в сочетании с сазовыми степями теплых недостаточно влажных местообитаний повышено продуктивные (уд).

III. ЦЕНТРАЛЬНОАЗИАТСКИЕ СТЕПНЫЕ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ И УЛЬТРАКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ

Горные Западнозбайкальские даурского пита: 23. Склоновые и пологосклоновые теплых сухих местообитаний средне- и низкопродуктивные (к). 24. Подгорные межгорных понижений и долин теплых сухих и очень сухих местообитаний (литофильные, мерзлотные, солонцеватые, на зандровых и озерных песках, развеечных песков) низко- и минимально продуктивные (уд).

Высоких равнин и денудационных останцов Онон-аргунские гемикриофильные (полухолодные): 25. Высоких равнин, пологих склонов, подгорных равнин преимущественно дерновинно-злаковые, пижмовые и пижмово-разнотравные теплых и сухих местообитаний повышено и среднепродуктивные (уд). 26. Днищ падей, долинные, низинные, бессточных озер (солончаковатые) теплых сухих местообитаний низко- и минимально продуктивные (с).

Б. ФАКТОРЫ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Крупноочаговые: а — селитебно-хозяйственные городские (по преобладающим отраслям, воздействующим на окружающую среду): 27 — многофункциональные промышленно-транспортные; 28 — топливно-энергетические; 29 — горнодобывающей промышленности; 30 — цветной металлургии; 31 — цветной металлургии и целлюлозно-бумажной промышленности; 32 — химической и нефтехимической промышленности; 33 — целлюлозно-бумажной и лесохимической промышленности; 34 — лесной и деревообрабатывающей промышленности; 35 — лесной и деревообрабатывающей промышленности в сочетании с другими отраслями промышленности; 36 — прочих отраслей промышленности; 37 — промышленное в сочетании с другими отраслями хозяйства; б — селитебно-хозяйственные преимущественно сельские: 38 — агропромышленные; 39 — сельскохозяйственные; 40 — сельскохозяйственные личных подсобных хозяйств; 41 — промысловые в сочетании с сельскохозяйственным; 42 — рекреационные в сочетании с сельскохозяйственным; 43 — транспорт-

ные (в крупных центрах в сочетании с промышленным); 44 — прочих отраслей.

[Численность жителей населенных пунктов (тыс.): 45 — свыше 300, 46 — от 100 до 300, 47 — от 50 до 100, 48 — от 10 до 50, 49 — от 5 до 10, 50 — от 2 до 5, 51 — от 1 до 2, 52 — менее 1].

Линейно-очаговые: в — транспортно-коммуникационные: 53 — железнодорожные; 54 — автотранспортные; 55 — газопроводов; 56 — нефтепроводов.

Мелкоочаговые: г — горнопромышленные (по способам добычи полезных ископаемых): 57 — открытый (карьеры, разрезы, дражные полигоны); 58 — подземный (шахты, штольни); 59 — подземный (скважины); 60 — сочетание открытого и подземного способов добычи.

[Степень нарушенности геосистем: 61 — очень сильная; 62 — сильная; 63 — средняя; 64 — незначительная].

Обозначения. Динамические категории и экологическая стабильность, или потенциальная устойчивость геосистем: к — коренные (наиболее стабильные), м — мнимокоренные (стабильные), с — серийные (менее стабильные), п — переходные (условно стабильные), уд — устойчиво длительнопроизводные разной степени измененности.

Примечание. Биологическая продуктивность растительности (годовой прирост растительности при данных значениях тепла и влаги, выраженный в сухой массе органического вещества надземных и подземных частей растений): минимальная (менее 20 ц/га), низкая (20...40 ц/га), средняя (40...60 ц/га), повышенная (60...80 ц/га), высокая (более 80 ц/га).

Теплообеспеченность (сумма средних суточных температур выше 10 °С): холодные (600...800 °С), умеренно холодные (800...1200 °С), умеренно теплые (1 200...1600 °С), теплые (1600...2000 °С), очень теплые (2000...2400 °С).

Влагообеспеченность (радиационный индекс сухости по М. И. Будыко): избыточно влажные (менее 0,5), влажные (0,5...0,9), умеренно влажные (1,0...1,4), недостаточно влажные (1,5...1,9), сухие (2,0...2,5), очень сухие (более 2,5) [2].

Типологическая специализированная классификация геосистем выглядит неизбежно громоздкой, и в ней используется специальная терминология геосистемного геоэкологического содержания (см. "Классификационные категории..."). Это делает ее сложной для потребителя. Но, если идти по предложенному пути, то возможно ее упрощение посредством создания системы параллельных взаимосвязанных классификаций (группировок), выполненных по сходству (или различию) признаков геосистем.

Производные оценочные и прогнозны классификации геосистем создаются по данным относительной качественной оценки свойств геосистем и их изменчивости в результате совокупного воздействия природных и антропогенных факторов. Они имеют разное содержание природного, ресурсно-экологиче-

ского, производственно-экологического, природоохранного направления.

Геоэкологические интерпретации. Многоаспектная картографическая интерпретация географической информации проводилась с использованием геосистемной геоэкологической концепции, которая позволила рассматривать каждую геосистему одновременно как 1) экологическую среду, 2) ресурсную среду и 3) среду жизнедеятельности людей, обеспечивая этим интеграцию многочисленных сопряженных междисциплинарных данных по единым классификационным категориям геосистем (см. табл. 2 и рисунок на 3-й стр. обложки).

В первом случае геосистемы характеризуются исключительно как природные образования, имеющие сложное организационно-иерархическое системное устройство и развивающиеся по законам, действующим, прежде всего, в географической среде (см. "Классификационные категории..."). Иерархическая организация геосистем позволила, во-первых, представить каждую геосистему более высокого ранга по отношению к входящим в ее состав системам как среду формирования и развития; во-вторых, обеспечить изучение структурных особенностей геосистем и характера их использования на широком природном фоне. При этом характеристики геохор рассматривались как

внешние условия функционирования геосистемы, а характеристики геомеров позволили определить комплекс условий ПС. Так, например, по их местоположениям устанавливались гравитационные, циркуляционные, инсоляционные характеристики, а также тепло-, влагообеспеченность и биологическая продуктивность растительности.

Структурно-динамические характеристики рассматривались как наиболее важные признаки-индикаторы ЭР, потому что в инварианте геосистемы воплощен ее природный потенциал, "определяющий наблюдаемые в природе переменные состояния и те производные структуры, которые можно создать с целью оптимизации природной обстановки или стимуляции воспроизводства ресурсов" [4, с. 33]. Структурное разнообразие определяет свойство экологической стабильности (устойчивости) как возможности геосистемы достигать достаточно существенных структурных различий, необходимых для ее развития и восстановления (см. "Классификационные категории..."). "Активное антропогенное воздействие в условиях слабой устойчивости ПС существенно увеличивает степень экологического риска" [1, с. 6].

При анализе изменчивости геосистем в результате внешнего, в том числе антропогенного воздействия, исследовалось также все относящееся к стабилизирующей динамике, а именно: "саморегуляции как

Таблица 2

Геоэкозоны, выделенные по комплексу условий, ориентированных на человека

Геоэкозоны* (см. рисунок на 3-й стр. обложки)	Экологический потенциал	Климатические факторы дискомфорта	Природные условия жизнедеятельности
1 (1)	Экстремально низкий	Очень значительный дефицит тепла, избыток влаги	Экстремальные
2 (2, 10)	Очень низкий	Значительный дефицит тепла	Очень неблагоприятные
3 (3, 4)	Максимально низкий	Очень значительный дефицит тепла, температурные инверсии	Максимально неблагоприятные
4 (23)	Очень низкий	Значительный дефицит влаги, выражена цикличность увлажнения	Неблагоприятные
5 (24,26)	Максимально низкий	Очень значительный дефицит влаги, выражена цикличность увлажнения	Очень неблагоприятные
6 (22,25)	Наиболее высокий	Дефицит влаги	Наиболее благоприятные
7 (21, 16)	Относительно низкий	Относительный дефицит влаги	Условно неблагоприятные
8 (5)	Относительно невысокий	Дефицит тепла	Относительно неблагоприятные
9 (6)	Низкий	Температурные инверсии избыточное увлажнение	Неблагоприятные
10 (11)	Относительно низкий	Дефицит тепла	Относительно неблагоприятные
11 (12,13)	Невысокий	Дефицит тепла, избыток влаги	Относительно благоприятные
12 (7, 8)	Относительно невысокий	Избыток влаги	Неблагоприятные
13 (9, 17, 18)	Высокий	Некоторый дефицит влаги	Очень благоприятные
14 (14, 15,19, 20)	Повышенный	Несколько избыточное увлажнение	Благоприятные

* Цифрами обозначены выделы на карте (см. рисунок на 3-й стр. обложки); цифрами в скобках обозначены основные подразделения природной структуры (см. «Классификационные категории...»).



части сложного процесса восстановления нарушенной структуры геосистем" [4, с. 71]. Выявлялись: 1) степень нарушенности структуры геосистем (при значительных ее нарушениях роль саморегуляции снижается); 2) интегральная интенсивность функционирования (саморегуляция более действенна в оптимальных условиях тепла и влаги); 3) режимы связей (отрицательные обратные связи наиболее способствуют восстановлению геосистем); 4) структура биоты геосистемы (чем разнообразнее экосистема, тем она стабильнее) (см. "Классификационные категории...", подписи к рисунку).

Во втором случае "геосистема — среда" рассматривалась как комплекс условий, ориентированных на человека и его потребности в месте и средствах обитания, ресурсах производственной деятельности и отдыха (табл. 3). В этом плане гомогенитет геосистем свидетельствовал об однородности условий ПС и о возможности применения в соответствующей обстановке единообразных приемов эксплуатации природных богатств и оптимизации жизненных и ресурсных условий местности.

Характеристики функционирования геосистем индицируют соотношения тепло- влагообеспеченности, биологической продуктивности, суммарного испарения, емкости биологического круговорота. Одновременно они индицируют относительную (резистентную) устойчивость, или чувствительность геосистем

к антропогенному воздействию и природный ресурсный потенциал как способность геосистем удовлетворять определенные общественные функции в процессе взаимодействия природы и общества. Эти же характеристики определяют основные экологические функции геосистем (см. подписи к рисунку).

Способность обеспечивать потребности людей во всех необходимых условиях существования людей, т. е. создавать специфическую местную среду обитания оценивалась экологическим потенциалом геосистем (ЭПГ). Несомненно, что наибольшую взаимосвязь экологический потенциал имеет с типами геосистем (см. табл. 3). В процессе качественной оценки "интегрального и частных потенциалов геосистем" [9, с. 130] Байкальского региона проводилось определение факторов, ограничивающих их использования (современные природные процессы, чувствительность к антропогенному воздействию и т. д.). На основе анализа природных режимов геосистем оценивалась, например, степень комфортности климата (см. табл. 3). Наряду с этим показатели тепло- и влагообеспеченности, биологической продуктивности растительности (см. "Классификационные категории...") использовались для индикации местного природно-ресурсного потенциала.

В третьем случае мы имеем дело со средой, целиком связанной с деятельностью человека — это поселки, города, хозяйственная инфраструктура и пр.

Таблица 3

Структура информационно-картографической системы природной среды Байкальского региона для управления ЭР

I. Исходная информационно-интерпретационная база. Масштаб
1. Ландшафтные карты (1:1 500 000; 1:5 000 000) 2. Тематические карты разного содержания и масштаба 3. Историко-географические материалы (антропоген: 30-40 тыс. лет) 4. Разномасштабные космоснимки (КС) 5. Интернет-ресурсы
II. Базовые специализированные карты и таблицы. Масштаб
1. Историко-географические карты геосистем и таблицы (8 000 000, 5 000 000) 2. Геосистемы Байкальского региона (1:5 000 000) 3. Геосистемы Байкальского региона и их использование (1:5 000 000).
III. Интерпретационные типологические карты
1. Карта геоэкологических ситуаций Байкальского региона (1:5 000 000)
IV. Производные карты зонирования
<i>Оценочные</i> (1:5 000 000): 1. Карты текущего состояния геосистем (структура; функционирование; динамические категории; устойчивость; чувствительность; изменчивость; экологический потенциал и пр.) 2. Карта условий среды (тепло- и влагообеспеченность, биологическая продуктивность, степень комфортности климата, степень благоприятности для типов жизнедеятельности пр.) 3. Карта современных природных процессов, ограничивающих использование геосистем (литоморфные, гидроморфные, криоморфные, аридизации и пр.) 4. Карта типов и степени антропогенного воздействия на геосистемы 5. Карта нарушенности структуры геосистем <i>Прогнозные</i> (1:5 000 000): 6. Карта пространственно-временной изменчивости геосистем (характер, степень и темпы изменения) <i>Рекомендательные</i> (1:5 000 000): 7. Карта категорий охраны природы 8. Карта рекомендуемых природоохранных мероприятий для минимизации ЭР 9. Карта возможной реакции на предлагаемый набор охранных мероприятий

(см. "Классификационные категории..."). Здесь геосистемы представляют собой фон, на котором функционируют все технические устройства, а их состояние определяется совокупностью природных и антропогенных факторов формирования ПС. В этой части исследования выявлялось все, относящееся к факторам антропогенного воздействия и его последствий. Геосистемы с нарушенной структурой разделены по категориям "нарушенности структуры" [4, с. 72]: очень сильная, сильная, средняя, незначительная.

На основе анализа взаимодействия всех трех сред определялись экологические (средоформирующая, средорегулирующая, средозащитная) (см. подписи к рис.) и хозяйственные функции (лесохозяйственная, сельскохозяйственная и пр.) (см. "Классификационные категории..."), разрабатывались нормативные ограничения природопользования, обосновывались пространственные пределы нагрузок, категории охраны природы.

По комплексу эколого-географических условий природной среды — индикаторов ЭР проведено геоэкологическое зонирование территории Байкальского региона. Из-за невозможности привести карту в натуральную величину, демонстрационный материал ограничен приведенным систематическим списком геоэкозон Байкальского региона (см. рисунок).

Структура информационно-картографической системы (ИКС). Структура ИКС природной среды Байкальского региона (см. табл. 3) разработана в приложении к решению практических задач информационного обеспечения регионального анализа ЭР. Практически процесс ее создания включает следующие процедуры: 1 — создание целевой базы географических данных; 2 — разработку базовой специализированной классификации геосистем; 3 — создание базовой карты геосистем; 4 — многоаспектную целереализующую интерпретацию информации и создание системы производных классификаций геосистем; 5 — формализацию информации (представление системы классификаций геосистем в табличной форме); 6 — модификацию контурной основы базовой карты и разработку сопряженной системы контурных карт; 7 — комплексирование информации и создание программно-целевых тематических слоев ИКС; 8 — интеграцию информации и формирование единой ИКС природной среды Байкальского региона.

Интерпретационно-информационную основу ИКС составляет специально созданный единый, постоянно дополняемый и обновляемый банк географических данных из ранее изданных традиционных и электронных тематических карт, современных космических снимков (КС) среднего и высокого разрешения, сделанных с космических аппаратов "Ресурс", "Landsat-7", "Terra", и многочисленных литературных источников (см. табл. 3). В качестве общей географической и математической основы использована отредактированная система DCW масштаба 1:1 000 000.

После ввода данных, согласования различных слоев информации, ее модификации на базе программ MapInfo Professional и ENVI была создана специализированная базовая основа "Геосистемы Байкальского

региона" (см. табл. 3). Используемая при этом единая многоуровневая специализированная классификация геосистем (см. "Классификационные категории...") обеспечила создание системы сопряженных электронных карт, отражающих расчленение геосистем как по уровню сложности и структурной организации, так и по типам связей и взаимодействий их компонентов, позволяя тем самым выявить самые разные признаки — индикаторы ЭР при единой группировке пространственных данных. Контурные геосистем (геомов и их классификационных объединений) рассматриваются как информационные ячейки разных иерархических уровней сосредоточения междисциплинарной географической информации по региону исследования.

ИКС ПС Байкальского региона обладает свойствами, характерными для всех географических (картографических) систем: комплексностью, программно-целевой определенностью, целостностью (эмергентностью), наглядностью, практической ценностью. Структурно-функциональные типы электронных карт (базовые, интерпретационные, производные) (см. табл. 3) отражают последовательность разработки и методы согласования содержания электронных карт.

Специализированная ИКС ПС Байкальского региона с обширным объемом систематизированной междисциплинарной географической информации предназначена для практического использования специалистами различного профиля при решении задач управления ЭР. Она обладает возможностями оперативного обновления информации и обеспечивает создание новых оценочных, прогнозных и рекомендательных карт ПС.

Работа выполнена при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации "Русское географическое общество" (проект № 13-05-41105 РГО-а).

Список литературы

1. **Экологический риск:** анализ, оценка, прогноз / Материалы Всероссийской конференции. — Иркутск, 1998. — 148 с.
2. **Снытко В. А., Батуев А. Р., Башалханов И. А., Кузнецова Т. И.** и др. Электронное атласное картографирование для обеспечения устойчивого развития регионов Сибири // География и природ. ресурсы. — 2003. — № 3. — С. 16—26.
3. **Яйли Е. А., Музалевский А. А.** Управление безопасным функционированием сложных систем в условиях ЧС с использованием инструмента риска // Безопасность жизнедеятельности. — 2006. — № 7. — С. 33—39.
4. **Сочава В. Б.** Теоретическая и прикладная география. Избранные труды / В. Б. Сочава. — Новосибирск: Наука, 2005. — 288 с.
5. **Сочава В. Б.** Проблемы физической географии и геоботаники. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1986. — 340 с.
6. **Устойчивое развитие** и экологический риск: Терминологический словарь / Сост. В. А. Долингер, В. В. Козин, Н. В. Ромейко. — Ханты-Мансийск: ГУ—ИПП "Полиграфист", 1998. — С. 19.
7. **Хромых В. С.** Некоторые теоретические вопросы изучения динамики ландшафтов // Вестн. Том. гос. ун-та. — 2007. — № 298. — С. 198—207.
8. **Кузнецова Т. И., Плюснин В. М.** Методология информационно-картографического обеспечения анализа экологических рисков // Проблемы анализа риска. — 2012. — Т. 9. — № 5. — С. 47—62.
9. **Рюмин В. В.** Опыт оценки природного потенциала ландшафтов // География и природ. ресурсы. — 1984. — № 4. — С. 125—132.

УДК 378

И. В. Терпигорева, канд. техн. наук, доц., **Е. М. Ганцева**, канд. техн. наук, доц.,
Уфимский государственный авиационный технический университет
E-mail: terpigoreva@mail.ru

Формирование компетенций у студентов при изучении дисциплины "Законодательство в безопасности жизнедеятельности"

Рассмотрен опыт преподавания дисциплины "Законодательство в безопасности жизнедеятельности" для студентов направления 280700 — Техносферная безопасность.

Ключевые слова: компетенции, закон, нормативный документ

I. V. Terpigoreva, E. M. Gantseva

Forming the Student Competence by Studying the Course "Legislation in the Sphere Safety of Activities"

This article provides teaching experience of the subject "Life safety legislative acts" for the students of the direction 280700 "Safety in the technosphere".

Keywords: competence, law, standardized document

На кафедре "Безопасность производства и промышленная экология" Уфимского государственного технического университета осуществляется подготовка бакалавров по направлению 280700 Техносферная безопасность.

Выпускники кафедры после обучения получают диплом бакалавра или магистра, что позволяет им работать в органах государственного надзора и контроля, в региональных управлениях по охране окружающей среды и безопасности труда, в проектных и исследовательских организациях, занимающихся проблемами обеспечения производственной и экологической безопасности, в отделах охраны окружающей среды и труда организаций и предприятий.

В область профессиональной деятельности практически всех выпускников входят организация и управление безопасностью жизнедеятельности (БЖД).

Управление безопасностью жизнедеятельности — это система мероприятий, направленных на обеспечение безопасности в соответствии с изменяющимися условиями внутренней и внешней среды. Известно, что любая управленческая деятельность основывается на законодательной базе.

Дисциплина "Законодательство в БЖД" в учебном плане находится в вариативной части профессионального цикла и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные знания и навыки, необходимые для бакалавра по направле-

нию подготовки 280700 Техносферная безопасность. Данная дисциплина занимает важное место в системе подготовки высококвалифицированных кадров в области безопасности жизнедеятельности, защиты в чрезвычайных ситуациях (ЧС), защиты окружающей среды, поскольку она готовит правовую базу для управления безопасностью.

Изучение рассматриваемой дисциплины базируется на изучении следующих дисциплин:

"Правоведение" (гуманитарный, социальный и экономический цикл, вариативная часть Б. 1);

"Безопасность жизнедеятельности" (профессиональный цикл, базовая часть Б. 3)

Вместе с тем, дисциплина "Законодательство в БЖД" является основой для изучения таких дисциплин профессионального цикла, как "Управление техносферной безопасностью" и "Надзор и контроль в сфере безопасности".

Целью освоения дисциплины "Законодательство в БЖД" является приобретение знаний в области правовых, законодательных и нормативно-технических основ безопасности жизнедеятельности.

Основными обобщенными задачами дисциплины "Законодательство в БЖД" являются:

- **приобретение** знаний законодательных, нормативно-правовых актов в области безопасности труда, экологической безопасности, промышленной безопасности и защиты в чрезвычайных ситуациях;

- **овладение** правовым обоснованием управленческих решений по обеспечению БЖД, нормативным обеспечением оценки состояния производственной и окружающей среды;
- **формирование** способностей для аргументированного обоснования своих решений с юридической точки зрения, способностей по оценке деятельности предприятий и организаций и их отдельных подразделений по обеспечению безопасности жизнедеятельности.

В соответствии с Федеральным Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 280700 Техносферная безопасность (квалификация бакалавр), утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 14.12.2009 г. № 723, в результате освоения дисциплины необходимо сформировать у обучающегося общекультурные и профессиональные компетенции.

Общекультурные компетенции (ОК):

- гражданственность (знание и соблюдение прав и обязанностей гражданина; свободы и ответственности) (ОК-3);
- способность работать самостоятельно (ОК-8);
- способность принимать решения в пределах своих полномочий (ОК-9);
- способность использовать организационно-управленческие навыки в профессиональной и социальной деятельности (ОК-15).

Профессиональные компетенции (ПК):

- способность ориентироваться в основных нормативно-правовых актах в области обеспечения безопасности (ПК-9);
- готовность к выполнению профессиональных функций при работе в коллективе (ПК-10);
- готовность использовать знания по организации охраны труда, охраны окружающей среды и защиты в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики.

Весь материал курса "Законодательство в БЖД" разделен на шесть модулей.

1. Источники права, органы управления и обеспечения БЖД.
2. Законы и подзаконные акты по обеспечению БЖД населения.
3. Законы и подзаконные акты, регулирующие вопросы охраны окружающей среды.
4. Законы и подзаконные акты, регулирующие вопросы охраны труда.
5. Законы и подзаконные акты, регулирующие вопросы защиты населения и территорий и действия в ЧС.
6. Законы и подзаконные акты, регулирующие вопросы промышленной безопасности.

Дидактический минимум учебно-образовательных модулей дисциплины "Законодательство в БЖД" представлен в табл. 1.

Кроме полученных знаний, студент должен

уметь:

- подбирать необходимую нормативную документацию для оценки состояния окружающей природной и (или) производственной среды (ПК-9, ОК-8);
- давать правовое обоснование мероприятий по обеспечению БЖД (ОК-3, ОК-8);
- оформлять документацию на получение разрешения на природопользование (ОК-15);
- составлять отчетную документацию Росстата России по охране окружающей среды и охране труда (ОК-15);
- организовывать работу по обеспечению БЖД в подразделении (ОК-15, ОК-9);

владеть:

- навыками работы с системой стандартов по безопасности труда (ССБТ), "Охрана природы", "Безопасность в чрезвычайных ситуациях" (БЧС), классификатором санитарно-гигиенических нормативов и методических документов Санэпиднадзора Минздрава России и системой строительных норм и правил (ПК-9).

Соответствие содержания модулей и результатов обучения представлено в табл. 2.

Для формирования компетенций, установленных Федеральным Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 280700 Техносферная безопасность, в процессе преподавания дисциплины "Законодательство в БЖД" используются одновременно несколько форм учебного процесса, представленных на рисунке.

Лекция — ведущая форма организации учебного процесса. Ее особое значение состоит в том, что она знакомит, расширяет, углубляет и совершенствует ранее полученные знания, формирует научное мировоззрение. На лекции мобилизуется внимание, вырабатываются навыки слушания, восприятия, осмысления и записывания информации.

Студентам необходимо готовиться к восприятию лекции, чтобы сознательно усваивать материал, мыслить вместе с преподавателем. В предварительную подготовку к лекции входит целенаправленная познавательно-практическая деятельность накануне лекции. Сюда входит просматривание записей предыдущей лекции с целью восстановления в памяти ранее изученного материала; составление контрольных вопросов к лекции, позволяющих выделять ключевые моменты; ознакомление с заданиями для самостоятельной работы, включенными в программу, подбором литературы.

Подготовка к лекции мобилизует студента на творческую работу, главными в которой являются умения слушать, воспринимать, анализировать, записывать. Завершающим этапом работы над лекцией является обработка, закрепление и углубление знаний по теме.

Для закрепления полученных знаний предусматриваются **практические занятия**, в частности



Таблица 1

Дидактический минимум модулей дисциплины "Законодательство в БЖД"

№ пп	Наименование модуля	Дидактический минимум
1	Источники права, органы управления и обеспечения БЖД	Порядок разработки, принятия, введения в действие. Основное содержание законов. Законы по обеспечению БЖД. Постановления Правительства РФ. Региональные, ведомственные и отраслевые законодательные акты по БЖД. Государственная система стандартов безопасности труда (ССБТ). Санитарные нормы и правила Минздрава России (СанПиН). Отражение вопросов охраны природы и рационального природопользования в строительных нормах и правилах (СНиП). Нормативные правовые акты Минтруда, Минстроя, Госгортехнадзора и Энергонадзора. Органы управления безопасностью труда, надзора и контроля за охраной труда
2	Законы и подзаконные акты по обеспечению БЖД населения	Закон о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения. Закон об охране здоровья граждан. Закон об экологической экспертизе. Закон о пожарной безопасности. Закон о защите прав потребителя
3	Законы и подзаконные акты, регулирующие вопросы охраны окружающей среды	Закон об охране окружающей среды. Закон об охране атмосферного воздуха. Закон об экологической экспертизе. Земельный кодекс. Водный кодекс. Лесной кодекс. Положение о Министерстве природных ресурсов РФ. Положение о федеральной службе по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Постановление Правительства о порядке взимания платы за загрязнение окружающей среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия.
4	Законы и подзаконные акты, регулирующие вопросы охраны труда	Трудовой кодекс РФ (в части охраны труда). Трудовой кодекс Республики Башкортостан (РБ). Закон об обязательном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Закон о коллективных договорах. Положение о Государственной инспекции труда. Положение о расследовании и учете несчастных случаев на производстве. Положение о порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда. Постановление Минтруда России о Правилах обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты
5	Законы и подзаконные акты, регулирующие вопросы защиты населения и территорий и действия в ЧС	Закон о защите населения от ЧС природного и техногенного характера (в части обеспечения БЖД). Закон об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей. Постановление о классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Закон о чрезвычайном положении. Закон о противодействии терроризму. Положение о Министерстве по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий РФ (МЧС России)
6	Законы и подзаконные акты, регулирующие вопросы промышленной безопасности	Закон о промышленной безопасности опасных производственных объектов РФ и РБ. Закон об отходах производства и потребления. Положение о федеральном горном и промышленном надзоре. Положение о федеральном надзоре России по ядерной и радиационной безопасности. Положение об энергетическом надзоре России. Постановление об утверждении Правил безопасности для газоперерабатывающих заводов и производств. Постановление об организации государственного надзора за безопасностью гидротехнических сооружений. Постановление о Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору. Приказ об утверждении Порядка оформления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов и перечня, включаемых в нее сведений. Приказ об утверждении Порядка оформления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов и перечня, включаемых в нее сведений. Приказ о лицензировании Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору видов деятельности в соответствии с Федеральным законом "О лицензировании отдельных видов деятельности"

Таблица 2

Соответствие модулей и результатов обучения

Результаты обучения	Модули					
	1	2	3	4	5	6
Общекультурные компетенции						
Гражданственность (знание и соблюдение прав и обязанностей гражданина; свободы и ответственности)	*	*	—	—	*	—
Способность работать самостоятельно	—	*	*	*	*	*
Способность принимать решения в пределах своих полномочий	—	*	*	*	*	*
Способность использовать организационно-управленческие навыки в профессиональной и социальной деятельности	—	—	*	*	*	*
Профессиональные (дисциплинарные) компетенции						
Способность ориентироваться в основных нормативно-правовых актах в области обеспечения безопасности	—	*	*	*	*	*
Готовность к выполнению профессиональных функций при работе в коллективе	—	*	*	*	*	—
Готовность использовать знания по организации охраны труда, охраны окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики	*	—	*	*	*	*



Используемые формы учебного процесса

проведение *семинаров*, на которых рассматриваются не только нормативно-правовые акты, но и судебная практика по данному вопросу.

Семинар является логическим продолжением работы, начатой на лекции. Если лекция закладывает основы научных знаний, дает студенту возможность усвоить их в обобщенной форме, то семинары и другие практические занятия углубляют, конкретизируют и расширяют эти знания, помогают овладеть ими на более высоком уровне репродукции и трансформации. Эти формы учебного процесса способствуют закреплению умений и навыков самостоятельной работы, полученных в процессе работы над лекцией.

Семинары проводятся с целью углубленного изучения конкретного правового вопроса. Это позволяет связывать законодательные положения с жизнью, содействуя выработке практических навыков работы. Вместе с тем, семинары являются также средством контроля за результатами самостоятельной работы студентов, своеобразной формой коллективного подведения ее итогов.

Большое обучающее и развивающее значение семинарских занятий состоит в том, что они приучают студентов свободно оперировать приобретенными знаниями, доказывать выдвигаемые в их докладах и выступлениях положения, полемизировать с товарищами, теоретически объяснять жизненные явления.

Семинар проводится со всем составом группы студентов. Преподаватель заблаговременно определяет тему, цель, задачи семинара, планирует его проведение, формулирует основные и дополнительные вопросы по теме, распределяет задания с учетом индивидуальных возможностей студентов и их желаний, подбирает литературу, проводит консультации.

Наряду с семинарами, где материал распределяется между отдельными студентами, проводятся и такие, на которых специальные докладчики не выделяются. Право выступления с сообщениями в этом случае предоставляется по желанию или по вызову преподавателя.

При проведении практических занятий студентам предлагаются задачи, в которых смоделирована реальная ситуация. Решение задачи складывается из анализа действий сторон казуса, а вывод должен быть обоснован ссылкой на норму права. Кроме того, на практических занятиях предусматривается проведение ролевых игр для возможности интерактивного общения обучающихся. Поскольку правовая сфера есть область взаимодействия людей, столкновения их интересов, применение *ролевых игр* является одним из самых эффективных методических подходов в правовой подготовке студентов. В основе таких игр, как правило, лежит конфликтная ситуация, решая которую участники выполняют роли, характеризующиеся различными интересами, и в процессе этого взаимодействия на себе ощущают многомерность жизненных коллизий и



значимость права как их регулятора. Так, в ходе изучения трудового законодательства предметом ролевого моделирования выступают взаимоотношения работника и работодателя в конкретной производственной сфере.

Деловая игра моделирует реально существующий сложный механизм взаимодействия многих субъектов и, как правило, носит комплексный (межпредметный) характер. Примером может служить деловая игра "Несчастный случай на производстве", учебными задачами которой являются расследование несчастного случая, оформление акта о несчастном случае, разработка мероприятий по профилактике нарушений техники безопасности. Указанная игра требует интегрированных профессиональных знаний (в том числе и правовых).

Опыт показывает, что в процессе игровых занятий достигается наиболее высокий эмоциональный уровень усвоения правовых идей и понятий. Участвуя в ролевых, деловых играх и др., обучающийся не только глубже постигает позиции других людей, мотивы их поведения, но и лучше осознает свои собственные.

Самостоятельная работа — ее организация играет большую роль при изучении законодательной базы безопасности жизнедеятельности. От того, насколько студент подготовлен и включен в самостоятельную деятельность, зависят его успехи в профессиональной работе. Самостоятельная работа осуществляется в виде аудиторных и внеаудиторных форм познавательной деятельности.

Самостоятельная работа студентов во внеаудиторное время предусматривает:

- проработку лекционного материала, работу с литературой при изучении разделов лекционного курса, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к практическим занятиям;
- написание реферата по заданной тематике;
- подготовку докладов на научно-техническую конференцию.

Самостоятельная работа студентов в аудиторное время предусматривает:

- выполнение самостоятельных работ;
- оперативный (текущий) опрос по отдельным темам изучаемого нормативно-правового акта (НПА);
- собеседование, деловые игры, дискуссии, конференции;
- тестирование и т. д.

Ниже приведены виды заданий для самостоятельной работы.

Для овладения знаниями:

- чтение текста (законов, постановлений и других НПА, комментариев к законам);
- конспектирование, выписки из текста.

Для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекции (обработка текста);
- составление плана и тезисов ответа;

— составление таблиц для систематизации учебного материала;

- ответы на контрольные вопросы;
- подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции;
- подготовка рефератов, докладов;
- тестирование и составление тестовых заданий.

Для формирования умений:

- решение ситуационных производственных (профессиональных) задач;
- подготовка к деловым играм.

Участие студентов в составлении тестовых заданий является принципиально важным, во-первых, потому что это позволяет включиться в игру уже на этапе домашней подготовки к занятию. Стремление сформулировать "каверзный" вопрос настраивает на более глубокое осмысление учебного и дополнительного материала, стимулирует поиск неявных связей, аналогий, заставляет работать воображение. Во-вторых, формируется умение юридически грамотно формулировать задание и дистракторы.

По курсу дисциплины применяются различные виды поэтапного **контроля**. Необходимость контроля не вызывает сомнений: его отсутствие или эпизодический характер порождает у части студентов безответственное отношение к учебе, что неизбежно выливается в снижение качества знаний. Правильно организованная система контроля, глубоко затрагивая суть преподаваемой дисциплины, призвана помогать студентам в ее освоении.

Одна из возможных форм контроля — 5...10-минутный опрос по теме предыдущей лекции, который проводится одним из студентов, составившим наибольшее число контрольных вопросов. При этом преподавателем оцениваются не только ответы, но и качество вопросов, составленных студентом (корректность формулировки, улавливание основных моментов рассматриваемой темы).

Для промежуточного контроля и итоговой аттестации студентов разработаны тестовые задания, состоящие из более двухсот вопросов по всем разделам дисциплины "Законодательство в безопасности жизнедеятельности" и отражающие основные положения действующего законодательства. Достоинством этой формы обучения является одновременная проверка знаний у большой группы студентов, возможность охвата во время занятия всех присутствующих.

В том случае, если промежуточный контроль не пройден (тема не зачтена), студент возвращается к проработке теоретического материала по учебнику, лекционному материалу, нормативно-правовым документам или направляется на консультацию к преподавателю.

В результате студенты в полном объеме осваивают учебную программу и успешно сдают зачет или экзамен, а приобретенные компетенции можно рассматривать как инструментальный в будущей профессиональной деятельности.

РЕШЕНИЕ

Пятого Всероссийского совещания заведующих кафедрами вузов по вопросам образования в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды (30 сентября — 6 октября 2013 г., Москва)

Fifth Meeting Nationwide Head of the Department of Higher Education Institutions on Education in the Field of Life Safety and Environmental Protection

Совещание проведено на базе МГТУ им. Н. Э. Баумана. К его организации были привлечены ведущие московские вузы и организации, а именно: Академия гражданской защиты, Университет государственной противопожарной службы, Российский государственный университет нефти и газа им. В. П. Губкина, Российский государственный технологический университет — МАТИ им. К. Э. Циолковского, Научно-исследовательский технологический университет — МИСиС, Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, Московский энергетический институт (технический университет), Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ). На базе этих вузов в течение 2 дней проходили совещания и занятия с участниками совещания.

В работе совещания приняло участие 207 человек из 47 городов и 63 вузов России, а также представители других организаций, ведомств, издательств, средств массовой информации. География представительства очень широкая и охватывает всю территорию России — от Южно-Сахалинска, Владивостока до Калининграда, от Мурманска до Краснодара, Новороссийска.

На совещании выступили представители профильных министерств и ведомств, Российской академии наук.

Большой масштаб и география представительства заведующих кафедрами показали крайнюю заинтересованность в образовании в области безопасности.

Заслушав информацию Научно-методического совета (НМС) по безопасности жизнедеятельности Минобрнауки России и Учебно-методического совета "Техносферная безопасность" (УМС) Учебно-методического объединения (УМО) вузов по университетскому политехническому образованию и выступления участников, совещание отмечает, что за истекший период УМС, НМС и их Президиумами проведена значительная организационная и научно-методическая работа, направленная на совершенствование образовательного процесса.

Участники совещания отмечают работу, проводимую УМС и НМС по учебно-методическому обеспечению образовательного процесса, по разработке новых ФГОС трех уровней по направлению "Техносферная безопасность" (бакалавриат, магистратура, аспирантура), примерной основной образовательной программы направления и примерной программы дисциплины "Безопасность жизнедеятельности".

Подготовка бакалавров по направлению "Техносферная безопасность" в настоящее время ведется в 210 вузах, магистров в 57 вузах, по специальности "Пожарная безо-

пасность" в 23 вузах. Участники совещания выражают признательность Минобрнауки России за понимание значимости обучения вопросам безопасности, выразившееся во включение дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" в качестве обязательной федеральной дисциплины в образовательные программы всех направлений бакалавриата и всех специальностей высшего образования.

НМС выполнил анализ всех ФГОС ВПО. Анализ показал, что регламентированные проектами стандартов компетенции в области безопасности жизнедеятельности имеют существенные недостатки, а предложенные УМС и НМС формулировки учтены далеко не в полной мере, о чем был информировано Минобрнауки России.

Участники совещания отметили исключительную важность обучения студентов всех направлений и специальностей по безопасности жизнедеятельности и подготовки кадров по различным аспектам безопасности в рамках направления "Техносферная безопасность", что приобретает особую актуальность в современных условиях.

Участники совещания рассмотрели недостатки и проблемы современного состояния образования в области безопасности жизнедеятельности. В частности отмечено, что в системе образования различных ступеней не реализованы принципы преемственности и системности содержательной компоненты образования, которые позволяли бы обучающимся осмыслить и усвоить постепенно и логично наращиваемый каркас знаний, практически не задействована объективно существующая общность методологических и методических подходов при формировании учебного содержания. В результате преподавание безопасности на различных ступенях непрерывного образовательного цикла ведется автономно без отслеживания системных связей как между отдельными блоками дисциплины (предмета), так и между дисциплинами одного образовательного цикла, но различных уровней.

Все это привело к нарушению основополагающего принципа системы образования — преемственности образовательных программ различного уровня, их дублированию, нарушению принципа системности и последовательности приобретения знаний. Абитуриенты, поступающие в вуз, порой не владеют той базой знаний, которая позволила бы успешно продолжать образование по безопасности. Перечисленные проблемы в реализации системы непрерывного образования не обеспечивают ее ожидаемой эффективности, более того консервация данного положения может привести к ее разрушению.



На сегодня приоритетным направлением государственной образовательной политики является обеспечение целостности процесса обучения в системе непрерывного образования и воспитания. Участники совещания указали на необходимость принятия концепции образовательной политики в области безопасности, которая может являться одним из инструментов устранения указанных недостатков и стержнем системы образования в области безопасности жизнедеятельности.

На основании обсуждения докладов и сообщений, сделанных заведующими кафедрами, совещание постановляет:

1. Одобрить работу УМС и НМС в 2009—2013 гг.
2. Обратиться в Минобрнауки России с убедительной просьбой рассмотреть Концепцию национальной образовательной политики в области безопасности, которая была разработана и направлена в министерство еще в 2009 г.
3. Одобрить предложенные концептуальные подходы к модернизации дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" и структурно-содержательные принципы ее формирования, представленные в разработанной примерной программе дисциплины.
4. Обратиться в Минобрнауки России с предложением о настоятельной необходимости введения новой специальности "Системы и технологии безопасности".
5. УМС продолжить практику анализа деятельности кафедр, ведущих подготовку по направлению "Техносферная безопасность" и образовательный процесс по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности". УМС и НМС и его региональным членам оказывать методическую помощь вузам и кафедрам в организации образовательного процесса по направлению и дисциплине. Членам УМС активнее принимать участие в государственной и общественной аккредитации образовательных программ вузов по направлению "Техносферная безопасность", в работе государственных экзаменационных и аттестационных комиссий.
6. Активизировать работу региональных отделений НМС.
7. Заведующим кафедрами активизировать работу по подготовке кандидатов на заведование кафедрой с целью сохранения преемственности, по привлечению к преподавательской работе молодых сотрудников.

8. Одобрить практику проведения студенческих научных конференций в области техносферной безопасности, способствовать их развитию и совершенствованию.

9. Одобрить практику проведения студенческих олимпиад по техносферной безопасности. Обратиться в Минобрнауки России с просьбой о финансовой и организационной поддержке таких олимпиад.

10. Предложить организовать школьные олимпиады по безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды, на основании результатов которых осуществлять отбор абитуриентов на направление "Техносферная безопасность".

11. Обратиться в ВАК РФ с предложением о создании межотраслевой научной специальности "Безопасность в техносфере".

12. УМС и НМС организовать анкетирование кафедр по вопросам организации учебного процесса по дисциплине "Безопасность жизнедеятельности" и направлению "Техносферная безопасность" всех уровней. Заведующим кафедрами активнее участвовать в анкетировании, что поможет улучшить образовательный процесс и давать более представительную и объективную информацию в Минобрнауки России.

13. Одобрить практику проведения Всероссийских совещаний заведующих кафедрами не реже 1 раза в 4 года. Предложить вузам г. Санкт-Петербурга провести очередное 6-е Всероссийское совещание заведующих кафедрами в 2017 г.

14. Результаты совещания представить в средствах массовой информации и опубликовать в профильных журналах. Рекомендовать заведующим кафедрами опубликовать информацию о совещании и его результатах в средствах массовой информации регионов.

15. Решение совещания направить в Минобрнауки, МЧС, Минприроды, Минтруда России, Ростехнадзор и Государственную думу России (профильные комитеты).

Председатель редакционной комиссии совещания Н. И. Акинин,

д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой,

Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, член УМС

E-mail: s_marusya@mail.ru

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии""

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

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

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

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

Дизайнер *Т. Н. Погорелова.*

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

Сдано в набор 02.12.13. Подписано в печать 17.01.14. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ214.

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

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Оригинал-макет ООО "Авансед солюшнз".

Отпечатано в ООО "Авансед солюшнз". 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1.