

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
SCIENTIFIC, PRACTICAL AND EDUCATIONAL-METHODICAL MAGAZINE

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ LIFE SAFETY

Издается с января 2001 г.

12(156)
2013

СОДЕРЖАНИЕ

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.
ЛУЩИ С., проф. (Италия)
МАЛАЯН К. Р., к.т.н., проф.
МАСТРИКОВ 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.

ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

- Минько В. М. О проектах новых федеральных законов в сфере охраны труда 2
Допенко В. А., Власова В. В., Мосийчук Л. В. Качество и безопасность продуктов из ГМО
в питании населения 6

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

- Сузова Л. В. Теоретические основы исследования и классификации опасностей 12

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Бадалян Л. Х., Курдюков В. Н., Овчаренко А. М. Эколого-экономические основы оценки
и возмещения ущерба от выбросов загрязняющих веществ автотранспортом 19
Курамшина Н. Г., Нуртдинова Э. Э., Кулак Ю. Н., Николаева С. В., Курамшин Э. М.
Сравнительная характеристика экологического состояния природных вод в зоне влияния
нефтяных месторождений Башкортостана 24
Кусова И. В., Шайбекова А. Ф. Проектирование технологии защиты гидросферы при
функционировании гальванического производства 26
Ле Дык Хуинь, Нгуен Тхи Тху Ха, Смирнов А. П. Эмиссия углерода от лесных пожаров
2002 г. в национальном парке "У Минь Тхьонг" на юге Вьетнама. 28
Ежов В. С., Соколенко Н. С. Повышение экологической безопасности теплогенераторов
систем индивидуального теплоснабжения в жилых массивах 33

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ

- Ксенофонов Б. С., Козодаев А. С., Таранов Р. А., Виноградов М. С., Балина А. А.,
Петрова Е. В. Исследование процесса окисления железа при интенсификации бактериального
выщелачивания металлов из золотых руд путем использования флотации 35

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- Бикбулатов И. Х., Асфандиярова Л. Р., Панченко А. А., Ямлиханова Е. А. Региональная
проблема снижения выбросов промышленных предприятий в период неблагоприятных
метеорологических условий 38
Стусь В. П., Ляшенко В. И. Охрана окружающей природной среды и населения в зоне
влияния урановых объектов 41
Шкаликов В. А., Бышевская А. В. Автомобильные дороги и фауна: результаты
взаимодействия (на примере Смоленской области) 48

- Указатель статей, опубликованных в журнале "Безопасность жизнедеятельности"
в 2013 году 52
Указатель приложений к журналу "Безопасность жизнедеятельности", опубликованных
в 2013 году 56

Приложение. Лесные и торфяные пожары. Выпуск 2

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

УДК 658.382.3

В. М. Минько, д-р техн. наук, проф., Калининградский государственный технический университет

E-mail: mcotminko@mail.ru

О проектах новых федеральных законов в сфере охраны труда

Рассмотрено содержание проектов двух федеральных законов: о специальной оценке условий труда, о внесении изменений в законодательные акты РФ в связи с принятием закона о специальной оценке условий труда. Приведены формулы для оценки профессиональных рисков.

Ключевые слова: условия труда, специальная оценка, федеральные законы, изменения в законодательстве

Minko V. M. About Drafts of New Federal Laws in the Labor Protection Sphere

The contents of drafts of two federal laws are considered: by a special assessment of working conditions, about modification of acts of the Russian Federation in connection with adoption of law about a special assessment of working conditions. Formulas for an assessment of professional risks are given.

Keywords: working conditions, special assessment, federal laws, changes in the legislation

Российское законодательство в сфере охраны труда планируется дополнить двумя федеральными законами:

О специальной оценке условий труда;

О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона "О специальной оценке условий труда".

Важно отметить, что закон о специальной оценке условий труда (СОУТ) еще не принят, его окончательного текста нет, но уже предложен проект федерального закона о внесении изменений в законодательство РФ на случай, если закон о СОУТ будет все-таки принят. Предполагается, что СОУТ должна заменить нынешнюю аттестацию рабочих мест.

Объективная оценка условий труда, конечно, имеет большое практическое значение. Но без опоры на результаты серьезных научных исследований в области охраны труда страна не сможет получить соответствующую методику. Вовсе не случайно то, что за последние 25 лет четырежды

изменялись критерии, по которым определяется класс условий труда (оптимальный, допустимый, вредный, опасный). Важно подчеркнуть, что изменения почему-то направляются не в сторону укрепления охраны здоровья работника, а в сторону его снижения — см., например, таблицу, которая составлена по распространенному профессиональному фактору — повышенный шум. Если в методике НИИ труда [1], обоснованной еще в 70-е годы прошлого века, воздействие повышенного шума анализировалось с шагом 5 дБА и уже при шуме более 10 дБА выше ПДУ условия труда оценивались как весьма неблагоприятные ("экстремальные"), то в Руководствах [3], [4] этот анализ проводится уже с шагом 10 дБА и только при превышении ПДУ более чем на 35 дБА условия труда оцениваются как опасные. При таком шуме (ПДУ + 35), принимая ПДУ = 80 дБА, получаем $80 + 35 = 115$ дБА, — общение между работниками, даже при полном напряжении голосовых связок, невозможно.

Следует обратить внимание на Руководства [3, 4] в связи с тем, что получаемые по ним классы условий труда закладываются в оценки профессиональных рисков, вводимые в проектах указанных выше федеральных законов (ФЗ).

В проектах ФЗ много внимания уделено определениям различных понятий, давно известных в охране труда, например "условия труда". Все эти определения приведены в Трудовом кодексе РФ (ТК РФ). Определения, приведенные в проектах ФЗ, иногда совершенно незначительно отличаются от того, что дано в ТК РФ. В то же время определения отдельных терминов, например, "опасность", "идентификация опасностей" не соответствуют используемым в специальной литературе по теории безопасности.

Вводимые в проектах ФЗ о СОУТ понятия "анализ риска", "оценка риска", "оценивание риска" весьма близки по смыслу и поэтому вводить три термина нет необходимости. Однако главное не в этих терминах, а в том, что в охране труда видов риска для здоровья работника много. Можно выяснять риск профессионального заболевания,

Фактический уровень шума														
Нормативный документ	Ниже ПДУ	ПДУ	Выше ПДУ до 5 дБА	Выше ПДУ на 6...10 дБА	Выше ПДУ до 10 дБА	Выше ПДУ на 11...15 дБА	Выше ПДУ болев 10 дБА	Выше ПДУ болев 10 дБА и допотолнительно вибриация	Выше ПДУ на 6...15 дБА	Выше ПДУ болев 15 дБА	Выше ПДУ на 16...25 дБА	Выше ПДУ на 26...35 дБА	Выше ПДУ болев 35 дБА	
	Характеристика класса условий труда													
	Опти-мальный	Допусти-мый	Не впло-не благо-прият-ный («погра-ничный»)	Вредный	—	—	—	Весьма неблагоприят-ный («экстре-маль-ный»)	Особо неблагоприят-ный («крити-ческий»)	—	—	—	—	
	Опти-мальный	Допусти-мый	—	—	Вредный, I степень	Вредный, II степень	—	—	—	Вредный, III сте-пень	—	—	—	
	Опти-мальный	Допусти-мый	Вредный, класс 3.1	—	—	—	—	—	Вредный, класс 3.2	—	Вредный, класс 3.3	Вредный, класс 3.4	Опас-ный, класс 4	
	Опти-мальный	Допусти-мый	Вредный, класс 3.1	—	—	—	—	—	Вредный, класс 3.2	—	Вредный, класс 3.3	Вредный, класс 3.4	Опас-ный, класс 4	
	Опти-мальный	Допусти-мый	Вредный, класс 3.1	—	—	—	—	—	Вредный, класс 3.2	—	Вредный, класс 3.3	Вредный, класс 3.4	Опас-ный, класс 4	

риск профессионально обусловленного заболевания, риск несчастного случая со смертельным исходом, риск несчастного случая безотносительно к его исходу. Важно подчеркнуть, что методики оценок этих рисков будут различными. Кроме того, риски всегда должны оцениваться для какого-то промежутка времени. Ясно, что величина риска заболевания или несчастного случая на промежутке времени в один год, 10 лет, на протяжении всего трудового стажа будут совершенно разными. И есть еще один аспект проблемы. Риску может подвергаться один человек, но могут 100 и 200. Все это должно учитываться в соответствующих методиках оценки. Тогда они будут практичными, т. е. указывать, какие именно, в какие сроки должны реализовываться предупредительно-профилактические мероприятия. Оценивать же риски только для одной цели — увеличение выплат в пенсионный фонд, фонд социального страхования будет способствовать утрате профилактической роли СОУТ.

В статьях проекта ФЗ о СОУТ предусматривается "интегральная оценка профессионального риска". Но будет ли эта оценка интегральной, если авторы проекта ничего не сообщают о технических факторах условий труда, хотя их несоответствие нормативным требованиям — очевидная предпосылка несчастных случаев.

Важно отметить, что в части единого учета санитарно-гигиенических и технических факторов условий труда сложности созданы нынешним действующим документом: Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда [5]. В этом документе для оценки степени соответствия факторов условий труда гигиеническим требованиям и для оценки травмоопасности (т. е. прежде всего оценки технических факторов) применены различные шкалы: шкала 1, 2, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 4 для оценки степени соответствия гигиеническим требованиям (семь градаций) и шкала 1, 2, 3 для оценки травмоопасности (три градации). Разнородность оценочных шкал, очевидно, делает невозможной обобщенную (интегральную) оценку риска.

В рассматриваемых проектах двух ФЗ в сфере охраны труда весьма серьезные



экономические санкции для предприятий вводятся только на основании учета степени соответствия факторов условий труда гигиеническим требованиям. Но ведь общество, страна несут огромные потери и в связи с несчастными случаями на производстве. Известно, что коэффициент частоты несчастных случаев со смертельным исходом в РФ остается достаточно высоким.

В настоящее время имеются два официальных документа по оценке профессиональных рисков: ГОСТ Р 12.0.010—2009 [6] и Руководство Р 2.2.1766—03 [7]. В ГОСТ Р 12.0.010—2009 для оценки рисков R введены прямой и косвенный методы.

Для расчета риска по прямому методу предложена формула

$$R = \sum_{i=1}^N U_i P_i, \quad (1)$$

где N — количество дискретных значений возможных ущербов (одного типа, одной размерности); U_i — возможное дискретное значение ущерба здоровью и жизни работника; P_i — вероятность (или частота) наступления ущерба вида i .

Основной недостаток формулы (1) состоит в том, что она основана на анализе негативных последствий (число заболеваний, их тяжесть, число несчастных случаев и их тяжесть, степень утраты профессиональной трудоспособности в процентах, сумма выплат по временной нетрудоспособности, суммы расходов по социальному страхованию и др.), но не на их причинах (загазованность вредными веществами, повышенные шум и вибрация, отсутствие или неисправность автоматики безопасности, стесненность рабочих мест, нерациональный внутрисменный режим труда и отдыха работников, отсутствие санитарно-бытового обеспечения, СИЗ, не соответствующие условиям работы, и др.).

Определение значений N , U_i , P_i либо невозможно, так как объективных статистических данных по отдельным видам ущербов страна в настоящее время не имеет, например, по числу всех несчастных случаев, либо это определение с помощью различных применяемых экспертных методов будет субъективным. Не по этой ли причине в ГОСТ Р 12.0.10—2009 [6] не приведен какой-либо численный пример.

Косвенный метод оценки рисков для здоровья и жизни работников предполагает использование показателей, характеризующих отклонение существующих условий труда от установленных норм. Имеются в виду показатели, находящиеся в причинно-следственной связи с рисками. В ГОСТ Р 12.0.010—2009

для оценки риска R_i по косвенному методу предложена формула

$$R_i = \Phi(\text{ind}\Delta_i), \quad (2)$$

где Φ — функция преобразования (отображения) показателей отклонений (Δ_i) на пространство рисков R_i .

Формулой (2) предприятия смогут воспользоваться, если будут располагать солидным научным подразделением. А по материалам, приведенным в ГОСТ Р 12.0.010—2009, воспользоваться этой формулой нельзя. Понадобится Руководство Р 2.2.1766—03 [7]. Однако в этом Руководстве отклонения различных факторов условий труда от нормативных требований связываются только с индексом профзаболеваний. Имеющиеся статистические данные по числу этих заболеваний в РФ указывают на их низкую выявляемость [8]. Число впервые выявленных профзаболеваний в РФ снижается, хотя улучшения условий труда, как следует из результатов аттестации рабочих мест, не наблюдается.

Изложенные выше подходы к оценке рисков не учитывают того достаточно очевидного факта, что, например, частота и тяжесть профессионально обусловленных заболеваний определяется в большей степени не величиной отклонений от допустимых значений учитываемых факторов рабочей среды, а дозой воздействия, которая может быть оценена через произведение значений отклонений на время воздействия. Это хорошо известно в радиационной безопасности — именно поглощенная эффективная эквивалентная доза определяет негативные эффекты ионизирующих излучений.

Во всех приведенных выражениях отсутствует учет числа работников, которые находятся под воздействием опасных и вредных факторов. Хотя в той же радиационной безопасности применяется величина — коллективная эффективная эквивалентная доза и разрабатываются всевозможные мероприятия по ее максимальному снижению.

Конкретные пути снижения рисков дает следующая формула [9]

$$R = \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^{m_j} x_{ij} \right) N_j, \quad (3)$$

где n — общее число рабочих мест на предприятии; m_j — число опасных и вредных факторов на j -м рабочем месте; x_{ij} — оценка риска в баллах по i -му фактору на j -м рабочем месте; N_j — численность занятых на j -м рабочем месте.

Может быть определен средневзвешенный риск r , относящийся к одному работнику. По величине

этого риска могут сравниваться условия труда на различных предприятиях:

$$r = \frac{\sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^{m_j} x_{ij} \right) N_j}{\sum_{j=1}^n N_j}. \quad (4)$$

Выполненные исследования показывают, что число негативных проявлений опасных и вредных производственных факторов, зависящих от дозы воздействия опасных и вредных факторов, определяют как

$$D = RT = \left[\sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^{m_j} x_{ij} \right) N_j \right] T, \quad (5)$$

где T — продолжительность воздействия.

Из формулы (5) вытекают три пути снижения дозы воздействия опасных и вредных факторов:

- 1) снижение риска x_{ij} по отдельным неблагоприятным факторам;
- 2) снижение количества работников, занятых во вредных и опасных условиях N_j ;
- 3) снижение продолжительности воздействия опасных и вредных факторов T .

Может быть определен также средневзвешенный риск r_{Φ} , относящийся к одному действующему опасному или вредному фактору на предприятии [9],

$$r_{\Phi} = R / \sum_{j=1}^n m_j N_j. \quad (6)$$

Риск R определяется по формуле (3). Если расчет дает $r_{\Phi} > 2$, то в целом условия труда на предприятии должны оцениваться как вредные.

В проекте ФЗ о СОУТ и планируемых изменениях в законодательстве по охране труда содержатся некоторые положения, которые не будут способствовать трудоустройству специалистов по охране труда. В частности, в ст. 12 проекта ФЗ о СОУТ не указано, что эксперты должны иметь преимущественно высшее профильное техническое образование по специальности 280102.65 "Безопасность технологических процессов и производств" или дипломы бакалавров или магистров по направлению 280700 "Техносферная безопасность".

Принятие ФЗ о СОУТ предполагает внесение существенных изменений в законодательную базу охраны труда. В частности, планируется увеличение страховых тарифов в пенсионные фонды с учетом классов условий труда — от 2 до 8 % в 2014 г. и от 4 до 10 % в 2015 г. Еще большее увеличение запланировано на 2016 г. Не исключаются для работников риски, связанные с неполучением до-

срочной пенсии по вине работодателя, например, не вносились дополнительные средства в пенсионные фонды. Предлагается исключить сертификацию организации работ по охране труда, а вместо реальной оценки условий труда внедрить декларирование. Вводится срок давности (три года) для подачи пострадавшими на производстве заявлений на расследование несчастных случаев, о которых не было своевременно сообщено работодателю. В отношении специалистов по охране труда предлагается подтверждение уровня квалификации (сертификация), порядок которой еще не определен.

Новые нормативные акты в сфере охраны труда должны основываться на результатах глубоких научных проработок, которые могут быть реализованы в мощных специализированных НИИ, являющихся головными организациями, с привлечением ими в необходимых случаях соисполнителей — различных центров, работающих в сфере безопасности труда, а также специализированных кафедр технических университетов. Предприятия не должны ставиться в положение, которое вынуждает их решать научные задачи по причине того, что новые нормативные акты не доведены до простых решений и вычислений, понятных практическим работникам.

Список литературы

1. **Количественная** оценка тяжести труда / Межотраслевые методические рекомендации. — М.: Экономика, 1988. — 120 с.
2. **Гигиеническая** классификация труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Утв. Минздравом СССР 12.08.1986 г. № 4137—86.
3. **Руководство Р 2.2.755—99.** Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса.
4. **Руководство Р 2.2.2006—05.** Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
5. **Порядок** проведения аттестации рабочих мест по условиям труда. Утв. приказом Минздравсоцразвития России от 26 апреля 2011 № 342н).
6. **ГОСТ Р 12.0.010—2009.** ССБТ. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков.
7. **Руководство Р 2.2.1766—03.** Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки.
8. **Ретнев В. М.** О профессиональной заболеваемости в нашей стране и за рубежом // Материалы Юбилейной международной научно-практической конференции "Белые ночи — 2013". Часть 1. — СПб., 2013. — С. 91—93.
9. **Минько В. М.** Математическое моделирование в охране труда: Монография. — Калининград: Изд-во ФГОУ ВПО "КГТУ", 2008. — 248 с.



УДК 613.24:677.815.616-056.52

В. А. Доценко, д-р мед. наук, проф., Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова, Главный диетолог Комитета по здравоохранению правительства Санкт-Петербурга и СЗФО РФ, **В. В. Власова**, канд. мед. наук, доц., **Л. В. Мосийчук**, канд. мед. наук, доц., Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова, г. Санкт-Петербург
E-mail-docen@bk.ru

Качество и безопасность продуктов из ГМО в питании населения

Приведена оценка продуктов питания с использованием генетически модифицированных организмов.

Ключевые слова: качество, безопасность, пищевые продукты, генетически модифицированные организмы

Dotsenko V. A., Vlasova V.V., Mosiy-chuk L. V. The Quality and Safety of GMO Foods in Diet of Population

This article assesses the food from genetically modified organisms.

Keywords: quality, safety, food, genetically modified organisms

Генетически модифицированные организмы (ГМО) [1] растительного происхождения и полученные из них пищевые продукты, наряду с традиционной пищей, а также продуктами, обогащенными дефицитными в рационе современного человека нутриентами и биологически активными добавками к пище, признаны неотъемлемой частью питания человека XXI века.

Интенсивное внедрение генно-инженерных технологий [2] в сферу пищевой индустрии привело к организации широкомасштабного производства пищевых продуктов, полученных из/или с использованием ГМО [3] растительного происхождения. Генетическая модификация придает продуктам устойчивость к пестицидам, вредителям, болезням, неблагоприятным климатическим воздействиям, обеспечивая снижение потерь урожая при выращивании и хранении. На стадии разработки и внедрения находятся продукты из ГМО с повышенной пищевой ценностью, обладающие длительным сроком хранения, улучшенной органолептикой, отсутствием аллергенов и другими свойствами. Совершенствование методов генно-инженерной модификации, а также углубление знаний о функциях такой продукции и ее влиянии на обмен веществ, дает возможность производить продукты из ГМО, снижающие риск возникновения заболеваний.

Рассматривая использование генно-инженерных технологий в сфере производства пищи как исключительно перспективное направление, следует учитывать потенциальную возможность непреднамеренного или преднамеренного создания продуктов из ГМО, способных оказать негативное влияние на организм человека в условиях неконтролируемой генно-инженерной деятельности. Это обуславливает необходимость обеспечения многоуровневого контроля за пищевой продукцией, имеющей генетически модифицированные аналоги [4], включая Госсанэпиднадзор и производственный контроль с обязательным осуществлением лабораторных исследований.

Разработка методов лабораторного контроля ГМО началась одновременно с их выходом на мировой продовольственный рынок. Наиболее приемлемыми для этих целей рассматриваются методы, в которых мишенью для анализа является рекомбинантная (искусственно сконструированная) ДНК.

Развитие современных генно-инженерных технологий основано на нескольких важнейших открытиях. В 1953 г. Ф. Крик и Дж. Уотсон показали, что биологическая роль ДНК (воспроизводство, копирование и передача наследственной информации) определяется структурой ДНК. В 1970 г. Г. Смитом (США) были выделены первые рестриктазы — ферменты, способные расщеплять молекулу ДНК в строго определенном сайте, что позволило выделять и идентифицировать целевые гены [5], необходимые для создания растений с заданными признаками. В 1972 г. П. Берг получил рекомбинантную молекулу ДНК.

Первые трансгенные [1] растения были получены в начале 80-х годов прошлого века в нескольких лабораториях мира одновременно, а в 1986 г. в США прошли первые успешные полевые испытания трансгенного табака, устойчивого к вирусной инфекции. Первым генетически модифицированным пищевым продуктом, который поступил в продажу в 1994 г. в США, был томат сорта "FLAVR SAVR TM" компании Calgene. В генетически модифицированных томатах с помощью генно-инженерных технологий был замедлен синтез фермента — полигалактуроназы, разрушающего

пектин. С момента появления на мировом рынке в 1994—1995 гг. первых ГМО растительного происхождения и до настоящего времени, когда количество культур, имеющих генетически модифицированные аналоги, значительно возросло, использование генно-инженерных технологий в сельском хозяйстве придало им новые свойства.

В большинстве производящихся в настоящее время в промышленных объемах генетически модифицированных сельскохозяйственных растений генетическая модификация осуществлена с целью повышения урожайности культур или облегчения их уборки, хранения и переработки.

Возникновение новых способов трансформации генома повлекло за собой потребность в более строгой регламентации процесса оценки безопасности пищевых продуктов, произведенных из ГМО. При разработке подходов к оценке безопасности ГМО необходимо учитывать вероятность появления продуктов, которые, отличаясь от традиционных по пищевой ценности, токсикологическим, аллергическим показателям, могут представлять потенциальную угрозу для здоровья. Причина подобных изменений кроется не только в свойствах нового белка и его метаболитов, но и в возможности появления неизвестных микронутриентов, сложность идентификации которых состоит в том, что отсутствует информация не только об их химической структуре, но и о самом факте их присутствия в данном ГМО.

Программа исследований по оценке безопасности пищевой продукции из ГМО определяется для каждого конкретного продукта индивидуально. Кроме того, следует учитывать, в каком виде данный продукт традиционно употребляется в пищу и как реагирует на технологическую обработку. Сравнение пищевого продукта из ГМО с традиционным аналогом осуществляется по фенотипу [4], содержанию ключевых пищевых веществ, антиалиментарных, токсичных веществ и аллергенов, биологически активных веществ, характерных для данного вида продукции.

Полная композиционная эквивалентность возможна в случае отсутствия в продуктах носителей генетической модификации: нового экспрессированного белка и рекомбинантной ДНК, что можно отнести, например, к сахару или высокоочищенному маслу.

Подавляющее большинство созданных в настоящее время ГМО растительного происхождения композиционно эквивалентно традиционному аналогу, за исключением нового экспрессированного белка и рекомбинантной ДНК. Поэтому оценка безопасности направлена, в первую очередь, на изучение этих двух компонентов пищевых продуктов. Что касается рекомбинантной ДНК, то она абсолютно идентична природной, так как в результате генетической модификации нуклеотидная последова-

тельность перегруппировывается, однако химическая структура при этом никоим образом не изменяется.

Принимая во внимание существование в природе многочисленных вариаций последовательностей нуклеотидов в ДНК, использование рекомбинантной ДНК не вносит каких-либо изменений в пищевую цепь. Таким образом, основываясь на химической эквивалентности и идентичности метаболизма модифицированной и природной ДНК, можно полностью исключить возможность токсического и аллергенного действия рекомбинантной ДНК.

Учитывая, что действие рекомбинантной ДНК может быть опосредовано экспрессированными белками, которые потенциально могут оказать влияние на безопасность пищевых продуктов, особое внимание при оценке композиционной эквивалентности генетически модифицированного продукта традиционному аналогу исследователи уделяют именно белковому компоненту.

Новый белок сравнивается по аминокислотному составу с известными белковыми токсинами и аллергенами из коллекции генетических баз данных и на основании проведенного анализа делается вывод о степени гомологии.

Оценки токсичности белка включают определение острой токсичности на грызунах (чаще на мышах) при введении *per os*, скорости разрушения в желудочном и кишечном соке на моделях *in vitro* и *in vivo*, распада при приготовлении пищи. По сравнению с оценкой безопасности химических веществ, исследование субхронической и хронической токсичности не проводится, так как установлено, что большинство токсичных белков обладает именно острой токсичностью. Более длительные токсикологические исследования (28...90 дней) проводятся, если показано, что белок медленно расщепляется в процессе пищеварения.

Оценка потенциальной аллергенности учитывает следующие параметры: размер белка; устойчивость белка к перевариванию и технологической обработке; схожесть структуры белка с таковой у известных аллергенов. Если ген переносится из организма-донора, который в свою очередь является аллергеном для определенной категории людей, необходимо доказать, что получаемый в результате продукт не содержит аллергенов. Например, известно, что некоторые растения — арахис, соевые бобы, горчица, миндаль, фундук, рис, томаты — содержат аллергены, устойчивые в процессе технологической обработки пищи.

В случае отсутствия композиционной эквивалентности ГМО традиционному аналогу оценка безопасности должна быть продолжена. Следующие этапы предусматривают: изучение пищевой ценности продукта из ГМО, его квоты в рационе человека, способов использования в питании, усвояемости, оценке поступления отдельных нутриентов (если ожидаемое поступление нутриента



превышает 15 % от его суточной потребности), влияния на микрофлору кишечника (если ГМО содержит живые микроорганизмы). Токсикологическая оценка включает анализ токсикокинетики тех химических веществ, которые присутствуют только в тестируемом ГМО и не обнаруживаются в его традиционном аналоге; оценку генотоксичности ГМО или его отдельных компонентов, отличающих его от традиционного аналога; изучение аллергенности; в случае содержания в продукте живых микроорганизмов, в том числе и генетически измененных, оценивается потенциальная колонизация в желудочно-кишечном тракте и патогенность. При выявлении генотоксичности у исследуемого продукта необходимы длительные испытания на канцерогенность. Ниже приведена схема, на которой представлена система оценки безопасности ГМО, одобренная ФАО/ВОЗ.

Используя международный и отечественный опыт, в России были разработаны методические подходы к комплексной медико-биологической оценке ГМО, обобщенные в методических указаниях "Медико-биологическая оценка пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников" (МУК 2.3.2.970—00). В соответствии с установленным порядком санитарно-эпидемиологическая экспертиза каждого впервые поступающего на рынок России ГМО осуществляется на стадии заключения договора на поставку по трем направлениям: медико-генетическая оценка, медико-биологическая оценка, оценка технологических параметров. Дополнительные исследования проводятся в случае выявления какого-либо неблагоприятного воздействия на организм чело-

века в ходе пострегистрационного мониторинга. Медико-генетическая оценка включает анализ вносимой последовательности генов, маркерных генов, промоторов, терминаторов [3], стабильность и уровень выраженности генов. Оценка технологических параметров включает определение органолептических и физико-химических свойств, влияние генетической модификации на технологические параметры продукции.

В соответствии с Федеральными законами "О санитарно-эпидемиологическом благополучии человека" № 52-ФЗ от 30.03.1999 г., с изменениями и дополнениями; "О качестве и безопасности пищевых продуктов" № 29-ФЗ от 02.01.2000 г., с изменениями и дополнениями; "О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности" № 86-ФЗ от 05.07.1996 г. новые линии и сорта растительных ГМО, впервые ввозимые на территорию или впервые получаемые в нашей стране, подлежат государственной регистрации с установлением возможности использования для пищевых целей. Регистрация осуществляется Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Главным этапом государственной регистрации таких ГМО является осуществление комплексной санитарно-эпидемиологической экспертизы, которая проводится аккредитованными учреждениями системы Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека Российской академии медицинских наук в соответствии с постановлением Главного государственного санитарного врача РФ № 14 от 08.11.2000 г. "О порядке проведения санитарно-

эпидемиологической экспертизы пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников".

Медико-биологические исследования ГМО, впервые поступающих на рынок РФ, проводятся в соответствии с методическими указаниями МУК 2.3.2.970—00.

По результатам экспертизы ГМО выдается свидетельство о государственной регистрации установленного образца. При обнаружении неблагоприятного воздействия ГМО на здоровье человека в ходе пострегистрационного мониторинга за обращением пищевой продукции из ГМО, свидетельство о государственной регистрации отзывается в установленном порядке. На продукцию, полученную из/или с использованием зарегистрированных в РФ линий или сортов растительных ГМО, выдается санитарно-эпидемиологическое заключение, подтверждающее



Система оценки безопасности ГМО, одобренная ФАО/ВОЗ

соответствие продукции государственным санитарным правилам и нормативам.

Пострегистрационный Госсанэпиднадзор за пищевыми продуктами, полученными из/или с использованием сырья растительного происхождения, имеющего генетически модифицированные аналоги, проводится органами и учреждениями Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека при:

- постановке на производство;
- изготовлении (производстве);
- расфасовке, упаковке и маркировке;
- хранении и перевозке;
- реализации;
- осуществлении социально-гигиенического мониторинга в соответствии с постановлением Правительства РФ № 60 от 02.02.2006 года "Об утверждении положения о проведении социально-гигиенического мониторинга".

Надзор за ввозом продукции из ГМО из-за рубежа (пункты пропуска грузов на Государственной границе Российской Федерации, пункты таможенного оформления грузов) в настоящее время не относится к компетенции органов, осуществляющих Госсанэпиднадзор. Его проводят органы Федеральной таможенной службы. Однако в любом случае ввоз (впервые) из-за рубежа продукции из ГМО в Россию при отсутствии на нее санэпидзаклучения (свидетельства о государственной регистрации) не возможен.

Госсаннадзор за пищевой продукцией, производимой в России из сырья, полученного из генно-инженерно-модифицированных растений, при постановке на производство включает следующие этапы:

- экспертиза технической документации [технические условия, технологическая инструкция (технологический регламент), рецептура] на соответствие пищевого продукта установленным нормативным требованиям;
- наличие программы производственного контроля выпускаемой продукции на предприятии-изготовителе;
- экспертиза проекта этикетки (листка-вкладыша, инструкции) потребительской упаковки пищевых продуктов на соответствие установленным требованиям;
- исследование образцов сырья и пищевых продуктов на соответствие СанПиН 2.3.2.1078—01 "Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов" с дополнениями и изменениями;
- санитарно-эпидемиологическое обследование (при необходимости) предприятия (соблюдение условий разделения линий производства пищевой продукции из генетически модифицированного сырья и линий производства традиционных пищевых продуктов, не содержащих ГМО).

Проект технических условий на конкретные виды пищевых продуктов из ГМО должен включать информацию о наличии санитарно-эпидемиологического заключения (свидетельства о государственной регистрации) установленного образца на производственное сырье, информацию о направленности генетической модификации и специфических белках-маркерах. В разделе проекта "Методы контроля" необходимо описание методов лабораторного контроля идентификации заявленного ГМО. Методы должны иметь обязательный алгоритм, апробированный, унифицированный и обеспечивающий единство измерений.

По результатам экспертизы технической документации, образцов продукции, санитарно-эпидемиологического обследования условий производства продукции и наличия программы производственного контроля Управления Роспотребнадзора в субъектах Российской Федерации оформляют санитарно-эпидемиологическое заключение на производство продукции из/или с использованием ГМО.

При проведении Госсанэпиднадзора за пищевой продукцией, производимой из сырья, полученного из генно-инженерно-модифицированных растений, при производстве и обращении проверяется наличие санитарно-эпидемиологического заключения (свидетельства о государственной регистрации), оформленного в установленном порядке на конкретный вид продукции, и выборочно проводится отбор проб на лабораторные исследования с целью выявления наличия или отсутствия ГМО и правильности маркировки.

Следует подчеркнуть, что для реализации на мировом рынке разрешены многие виды продовольственного сырья, имеющего генетически модифицированные аналоги, но они не прошли регистрацию в РФ. Такое сырье и продукция из него могут попасть на наш внутренний рынок. Поэтому они подлежат контролю на наличие ГМО. Если ГМО присутствует, то после его идентификации необходимо уточнить, прошел ли он регистрацию в Российской Федерации. Если ГМО прошел государственную регистрацию и разрешен для использования для пищевых целей, то далее следует количественное определение для решения вопроса о необходимости маркировки.

Управления Роспотребнадзора в субъектах Российской Федерации поручают (предписание) территориальным Центрам гигиены и эпидемиологии осуществлять внеплановую экспертизу пищевой продукции в соответствии с законодательством Российской Федерации (Федеральные законы: № 294-ФЗ от 26.12.2008 г. "О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля", № 52-ФЗ от 30.03.1999 (с изменениями и дополнениями),



№ 29-ФЗ от 02.01.2000), если в исследуемом образце пищевой продукции:

— обнаружены ГМО, не зарегистрированные в Государственном реестре пищевых продуктов, материалов и изделий, разрешенных для изготовления на территории Российской Федерации или ввоза на территорию Российской Федерации и оборота;

— имеются нарушения правил маркировки пищевой продукции, полученной из/или с использованием ГМО.

В настоящее время в разных странах мирового сообщества применяются различные подходы к маркировке пищевых продуктов, полученных из ГМО. Так, в США — лидере в области производства генетически модифицированной продукции, обладающих наиболее длительным опытом использования ГМО в пищевой промышленности, пищевая продукция из ГМО дополнительной маркировке не подлежит. Если доказано, что продукт не отличается от исходного традиционного аналога по пищевой ценности и безопасности, способ его получения не имеет значения для потребителя. Органы, уполномоченные осуществлять контроль за безопасностью пищевых продуктов, считают, что наличие дополнительной маркировки на продукте может ввести в заблуждение потребителя в плане его безопасности, вызвать необоснованные сомнения.

Однако в большинстве стран законодательство в области регулирования обращения пищевой продукции, полученной из ГМО, предусматривает обязательное нанесение на этикетку информации о том, что при производстве данного продукта использованы генно-инженерные технологии. Законодательные органы в этих странах считают, что хотя безопасность продуктов из ГМО, которые были выпущены на продовольственный рынок, доказана, потребитель имеет право знать способ производства продукта, чтобы сделать осознанный выбор. В разных странах используются разные пороги для маркировки, например в Канаде и Японии 5 %, Южной Корее — 3 %, Австралии — 1 %, странах Европейского Союза — 0,9 %.

В Российской Федерации требование нанесения на этикетку пищевой продукции из ГМО информации о способе ее производства впервые было введено в 1999 г., что было связано с разрешением использовать в пищевой промышленности и реализации населению сою линии 40-3-2, устойчивую к глифосату. Однако это требование носило рекомендательный характер. С 2002 г., когда в Российской Федерации была создана методическая и инструментальная база, позволяющая проводить исследования на наличие ГМО в пищевых продуктах, и подготовлены специалисты для проведения такого рода анализов, была введена обязательная (порог — 5 %) маркировка пищевой продукции из ГМО (СанПиН 2.3.2. 1078—01).

В 2007 г. с целью гармонизации подходов регулирования обращения пищевой продукции из ГМО в России и странах Европейского Союза введена маркировка пищевой продукции из ГМО, содержащей более 0,9 % компонентов из ГМО.

В 2007 г. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ утверждены: МУ 2.3.2.2306—07 "Медико-биологическая оценка безопасности генно-инженерно-модифицированных организмов растительного происхождения", МУК 4.2.2304—07 "Методы идентификации и количественного определения генно-инженерно-модифицированных организмов растительного происхождения", МУК 4.2.2305—07 "Определение генетически модифицированных микроорганизмов и микроорганизмов, имеющих генетически модифицированные аналоги, в пищевых продуктах методами полимеразной цепной реакции (ПЦР) в реальном времени и ПЦР с электрофоретической детекцией".

Для пищевых продуктов, содержащих в своем составе более 0,9 % компонентов из ГМО, обязательно вынесение на этикетку информации: "генетически модифицированная продукция" или "продукция, полученная из генно-инженерно-модифицированных организмов", или "продукция содержит компоненты из генно-инженерно-модифицированных организмов" (СанПиН 2.3.2.2227—07. "Дополнения и изменения № 5 к СанПиН 2.3.2.1078—01). Информация на потребительской упаковке пищевого продукта должна быть выполнена на русском языке. Обнаружение в образце 0,9 % и менее компонента из генно-инженерно-модифицированных организмов рассматривается как случайное попадание или техническая примесь, а пищевой продукт рассматривается как не содержащий в своем составе ГМО и не подлежит маркировке.

Пищевые продукты, которые не содержат в своем составе ДНК белок, но произведены из ГМО, подлежат маркировке в установленном порядке. Если в пищевом продукте содержится более одного компонента ГМО, информация "генетически модифицированная продукция" или "продукция, полученная из генно-инженерно-модифицированных организмов" должна быть указана сразу за компонентом, к которому она относится.

Маркировка пищевых продуктов, полученных из генно-инженерно-модифицированных организмов, должна отражать все новые свойства пищевого продукта, приобретенные им в результате генетической модификации:

- изменение пищевой ценности;
- изменение состава;
- изменение предназначения продукта;
- ограничение для определенных групп населения.

Программа производственного контроля за пищевыми продуктами, произведенными из сырья, полученного из генно-инженерно-модифициро-

ванных растений, должна соответствовать общим требованиям к проведению производственного контроля, установленным законодательством Российской Федерации (СП 1.1.1058—01 Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий; СП 1.1.2193—07 Изменения и дополнения к СП 1.1.1058—01).

При разработке программ производственного контроля используются основополагающие принципы системы контроля за условиями производства по критическим контрольным точкам. Первоочередное внимание следует обращать на осуществление в полном объеме входного контроля. Проверяется наличие свидетельства о государственной регистрации генетически модифицированного сырья, другой необходимой сопроводительной документации. Проводится анализ сырья на наличие зарегистрированных ГМО (маркеров генетической модификации). Важное значение имеет и включение в программу производственного контроля выполнения выходного контроля за пищевой продукцией, полученной из генетически модифицированного сырья, для количественной оценки содержания компонентов ГМО, в том числе на предмет правильной маркировки. При этом ответственной задачей является постоянный контроль за соблюдением установленного порядка маркировки.

Лабораторные анализы осуществляются юридическим лицом, индивидуальными предпринимателями в лабораториях, аккредитованных в установленном порядке для проведения вышеуказанных исследований.

По запросу органов, уполномоченных осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор, юридические лица и индивидуальные предприниматели представляют информацию о результатах производственного контроля на наличие ГМО и мерах, принятых по устранению нарушений санитарных правил.

На предприятии приказом назначается ответственный за производственный контроль, который приступает к работе после обучения и получения свидетельства об аттестации.

При нарушении требований, предъявляемых к производству, маркировке, транспортированию, хранению и реализации пищевой продукции из ГМО, приводящим к снижению качества и возникновению опасности для здоровья потребителей, Роспотребнадзор, Управления Роспотребнадзора в субъектах РФ оформляют протоколы административных правонарушений в соответствии с приказом Роспотребнадзора от 09.02.2011 г. № 40, принимают другие меры ограничительного, предупредительного, профилактического и информационного характера, изложенные в ст. 40 Федерального закона

"О защите прав потребителей" в редакции № 171-ФЗ от 21.12.2004 г. и в других Федеральных законах (№ 184-ФЗ от 30.12.09 "О техническом регулировании", 52-ФЗ от 30.03.99, 29-ФЗ от 02.01.2000, 195-ФЗ от 10.12.1995 "Об основах социального обслуживания населения в РФ" с изм. и доп.).

Отбор проб пищевых продуктов для проведения лабораторных исследований на наличие ГМО на этапах ввоза по импорту, при разработке, поставке на производство, изготовлении и обороте проводят в соответствии с установленным порядком и рекомендуемыми нормами отбора проб на основании перечня пищевой продукции, имеющей генно-инженерно-модифицированные аналоги (МУ 2.3.2.1917—04 "Порядок и организация контроля за пищевой продукцией, полученной из/или с использованием сырья растительного происхождения, имеющего генетически модифицированные аналоги"). Данный перечень пищевой продукции должен пополняться в установленном порядке. Правила отбора проб, их транспортирование и хранение изложены в ГОСТах на данный вид продукции. Периодичность отбора проб диктуется Федеральным законом № 294-ФЗ от 26.12.2008 и приказом Минздравсоцразвития РФ № 62 от 24.01.2007.

В связи с вступлением РФ в ВТО остро обсуждаются в литературе вопросы безопасности продуктов с ГМО для нынешнего и будущего поколений россиян. В настоящее время имеются противоречивые данные. С одной стороны, есть мнение об их полной безопасности в питании населения, и поэтому они широко используются в некоторых странах Американского континента и в Китае. С другой стороны, имеются данные о негативном влиянии этих продуктов, поэтому в странах Европейского Союза и России обязательно вынесение на этикетку информации о содержании в продукте ГМО.

Список литературы

1. **Генетически** модифицированные продукты питания. Организация и итоги надзора. Фактические данные по материалам Госсанэпидслужбы России за 2003—2004 гг. / Под ред. Е. Н. Беляева. — М. — ФЦГиЭ Роспотребнадзора — 2005. — 35 с.
2. **Глик Б., Пастернак Дж.** Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. — М.: Мир, 2002.
3. **ISAA Brief 34-2005:** Preview: Global Status of Commercialized Biotech. — GM Crops, 2005.
4. **Zimmermann A., Liniger M., Luthy J.** et al. A sensitive detection method for genetically modified Mais Gard TM corn using a nested-PCR system. Lebensm // Wiss. U. — Technol. — 1998. — N 31. — P. 664—667.
5. **Гаимаров М. М., Сорокина Е. Ю., Тышко Н. В.** Генетически модифицированные продукты. Мифы и реальность. — М.: Издательский дом журнала "Здоровье", 2004.

УДК 638.382.3

Л. В. Сурова, канд. биол. наук, доц., Казанский государственный энергетический университет

E-mail: surova58@gmail.ru

Теоретические основы исследования и классификации опасностей

Дано понятие опасности. Классификационные схемы и номенклатуры опасностей. Общие принципы построения классификаций. Условия формирования и реализации опасности. Таксономия опасностей среды обитания.

Ключевые слова: опасность, принципы построения классификаций, таксономия опасностей среды обитания

Surova L. V. Theoretical Bases of Research and of Classifications Dangers

The concept of danger is given. Classification schemes and nomenclatures of dangers. General principles of creation of classifications. Conditions of formation and danger realization. Taxonomy of dangers of habitat.

Keywords: danger, principles of creation of classifications, taxonomy of dangers of habitat

Профессиональная деятельность современного человека сопровождается воздействием на него негативных факторов в виде потоков энергии, вещества и информации, характерных для данной среды. Источниками воздействий являются компоненты, формирующие техносферу — среда, в границах которой осуществляется деятельность; технические средства и технологии; коллектив людей; система организации, определяющая характер взаимодействий в коллективе. Являясь неотъемлемой частью окружающего мира, человек не может не подвергаться воздействию естественных (природных, экологических), техногенных или социальных факторов. Комплексы опасных факторов тесно переплетены, т. е. действует принцип "все воздействует на все".

Опасность — одно из центральных понятий науки о жизнедеятельности человека. Вместе с тем до настоящего времени не существует единства взглядов на его смысловое содержание. В современных научных публикациях, правовых и нормативных документах предлагается целый ряд определений, которые зачастую противоречат друг другу. Смысловая неопределенность базового понятия порождает неопределенность и многообразие как

номенклатур, так и направлений поиска решений проблем безопасности.

Корректное определение термина позволяет выделить систему признаков, общую, существенную и отличительную для предметов, обозначаемых термином, ограничить объем делимого понятия, т. е. обеспечить сбор всех предметов, подходящих под данное определение.

В монографии В. И. Ярочкина [1], в работе О. Н. Русака и др. [2] опасность отождествляется с возможным или состоявшимся событием (процессом, явлением), реализация которого наносит определенный ущерб.

В формулировках А. А. Кирюшкина [3], К. В. Чернова [4] акцент делается на существование известных факторов (под которыми понимаются условия, обстоятельства, конкретные причины событий) и на наличие у них определенных свойств (потенциала), способных причинить тот или иной ущерб. В отличие от этих формулировок, приведенные ниже определения отождествляют опасность не с возможным или состоявшимся событием, а с возможностью некоторых условий (обстоятельств) причинить какой-либо ущерб.

Например, формулировки, приведенные в словаре С. И. Ожегова: "опасность — возможность, угроза чего-нибудь очень плохого...", а также в ГОСТ 12.3.047 — 98 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля: "Опасность — ...возможность возникновения процессов или явлений, способных ...наносить материальный ущерб". Аналогичное определение приведено в работе С. П. Левашова [5], В. И. Измалкова и др. [6]. Таким образом, опасность отождествляется с состоянием объекта или системы.

В ряде публикаций встречаются и другие определения: опасность представлена как некий результат определенного действия или процесса (В. А. Акимов и др. [7]) или опасность представлена как свойство материи, объективно существующее, присущее ей качество (С. В. Белов [8]), или все окружающие человека объекты реальной действительности потенциально обладают определенными свойствами, которые способны проявляться в тех или иных условиях (Г. Н. Черкесов [9]; В. А. Акимов [7]).

Таким образом, термин "опасность" определяется как:

- событие, явление или процесс;
- следствие, вытекающее из цепи других событий;
- состояние, внутренне присущее системе или объекту;
- возможность наносить ущерб;
- воздействие;
- источник ущерба;
- материя.

Неопределенность базового понятия ведет к многообразию классификаций и номенклатур опасностей, используемых в разнообразных исследованиях и нормативно-методических источниках.

Понятие представляет собой единицу мысли, которая служит для классификации отдельных объектов внутреннего или внешнего мира с помощью большей или меньшей абстракции.

В настоящее время методы и принципы построения классификационных схем разработаны довольно тщательно. Терминология и процедуры их формирования изложены в научно-методической литературе и нормативной документации.

Процедура анализа классификационных схем должна соответствовать принципам их логического построения. Поэтому нужно:

- определить назначение рассматриваемой классификации;
- уточнить делимое понятие (предметную область), т. е. множество объектов, подлежащих классификации, и выделить разделы;
- определить набор классификационных признаков, принятых в данной классификационной схеме за основание деления;
- оценить структуру и строгость классификации и особенности ее применения (там, где это возможно).

При этом надо иметь в виду, что назначение классификации соответствует кругу технических, экономических, управленческих и других задач, для решения которых она предназначена. Кроме того, любая классификация опирается на определение понятия, что позволяет выделить предметную область классификации.

Рассмотрим, в какой степени этим требованиям отвечают используемые классификации опасностей.

В настоящее время используются различные классификации опасностей, систематизированных по какому-либо единственному признаку, в частности:

- по природе происхождения: природные, техногенные, антропогенные, экологические, смешанные;
- производственные опасности: физические, химические, биологические, психофизиологические, организационные;
- по месту локализации в окружающей среде: связанные с атмосферой, гидросферой, литосферой;

- по сфере деятельности человека: бытовые, производственные, спортивные, военные, дорожно-транспортные и т. д.;
- по приносимому ущербу: социальные, технические, экономические, экологические и т. д.
- в алфавитном порядке: алкоголь, аномальная температура воздуха, аномальная влажность воздуха, ..., вакуум, взрывчатые вещества, вибрация, ..., динамические перегрузки, ..., эмоциональная перегрузка, ядовитые вещества.

Данная классификация является примером, так называемой фасетной. В ней допускается полное пересечение классов, когда одна и та же группа объектов классифицируется по отдельным фасетам: по цвету, весу, размеру и т. п.

При выполнении конкретных исследований составляются номенклатуры опасностей для отдельных объектов деятельности (местность, производства, рабочие места, технологические процессы и др.). Примером подобного подхода является номенклатура опасностей, утвержденная постановлением Федеральной службы государственной статистики (приложение к форме № 7 — травматизм): дорожно-транспортное происшествие; падение пострадавшего с высоты; падения, обрушения, обвалы предметов, материалов, земли и т. п.; воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов и деталей; поражение электрическим током; воздействие экстремальных температур; воздействие вредных веществ; воздействие ионизирующих излучений; физические перегрузки; повреждения в результате контакта с животными, насекомыми и пресмыкающимися; утопление; убийство; повреждение при стихийных бедствиях; прочие.

Номенклатура опасностей по ГОСТ Р 51344—99 Безопасность машин. Принципы оценки и определения риска основана на выделении видов и подвидов опасностей:

1. Механические опасности.
 - 1.1. Опасность раздавливания.
 - 1.2. Опасность ранения.
 - 1.3. Опасность разрезания или разрыва и т. п.
2. Электрические опасности.
 - 2.1. Контакт с токоведущими частями (прямой контакт).
 - 2.2. Контакт с токоведущими частями, которые в неисправном состоянии, находятся под напряжением (косвенный контакт).
 - 2.3. Попадание частями тела под высокое напряжение.
 - 2.4. Электростатический заряд и т. д.

В данном случае деление всего объема понятия как операция производится по мереологическому типу, т. е. между результатами деления и исходным объектом имеет место отношение "часть — целое".

Приведенный анализ существующих номенклатур опасностей дает некоторое представление о том,



насколько велик разброс позиций и взглядов разных авторов. Перечень может быть достаточно длинным, так как при подобном подходе, ориентированном на отдельные частные признаки, количество таких признаков может быть бесконечно большим.

Анализ существующих классификаций затруднен тем, что разработчики их зачастую не только не приводят обоснование для выбора признаков деления, но и не указывают сами эти признаки. Кроме того, невнятно определенное смысловое содержание термина "опасность" не позволяет соблюдать логику и общие принципы построения классификационных схем.

При построении новой классификации наиболее сложным является выбор и упорядочение признаков, применяемых в качестве основания деления. В основу формирования классификационных группировок должны быть положены признаки, которые можно считать определяющими при решении поставленной задачи. Важно также определить всю совокупность и последовательность этих признаков.

Признак является системообразующей категорией для выделения в каждом понятии его содержания и объема.

Содержание понятия — система признаков, на основе которой осуществлено обобщение и выделение предметов в понятия.

Объем понятия — это множество предметов, обобщаемых и выделяемых в понятие, т. е. множество предметов, которые характеризуются системой признаков, составляющей содержание понятия.

С точки зрения логики, классификация — это особый вид деления всего объема понятия. Принято разделять два классических типа деления:

- таксономическое деление — когда с точки зрения определенной характеристики (основание деления) в объеме понятия выделяются различные подклассы, являющиеся объемами новых классов, делимое понятие считается родовым, а члены деления являются видами этого рода;
- мереологическое деление — в отличие от таксономического, в процессе которого выявляются виды предметов некоторого рода, мереологическое деление — деление целого на части; при этом делении осуществляется переход от понятия о предмете (от делимого понятия) к понятиям о частях этого предмета (к членам деления).

Например, самолет состоит из частей: крыльев, фюзеляжа, мотора, управляющей системы, шасси. При этом каждую из частей, в свою очередь, можно подразделить на части.

Процедура деления должна подчиняться определенным правилам.

Правило 1. Деление должно быть соразмерным, т. е. в случае таксономического деления объединение членов деления должно дать объем делимого понятия, а в случае мереологического деления мыс-

ленное соединение значений членов деления (частей предмета) должно составить делимый предмет.

Правило 2. Деление должно производиться по одному основанию, т. е. характеристика, выбираемая в качестве основания деления, в ходе деления не должна подменяться другой характеристикой.

Правило 3. Члены деления должны исключать друг друга, т. е. их объемы не должны иметь общих элементов в случае таксономического деления и их значения не должны иметь общих частей в случае мереологического деления.

Правило 4. Деление должно быть непрерывным, т. е. в случае таксономического деления от родового понятия следует переходить к видовым понятиям одного и того же уровня, а в случае мереологического — от целого к его частям, а от частей — к частям частей и т. д.

Не всякое деление является классификацией. Классификация имеет еще ряд дополнительных свойств:

- система последовательных делений производится с точки зрения характеристик, признаков, существенных для решения поставленной теоретической или практической задачи;
- при классификации нужно так распределить предметы по группам, чтобы по их месту в классификации можно было судить об их свойствах;
- результаты классификации должны быть доступны для представления в виде схем и таблиц.

Таким образом, построение классификации опасностей должно быть основано на четком определении содержания этого понятия, выборе и упорядочении совокупности признаков, определяющих его сущность.

В соответствии с аксиомой "действие опасностей сопровождается ущербом для объекта защиты" главное следствие реализации опасности (как бы она ни была определена) — это ущерб, причем речь идет не о потенциальном, а о реальном ущербе, проявляющемся в ходе тех или иных взаимодействий. Ущерб причиняет не сам факт наличия у материи потенциально опасных свойств, а проявление этих свойств, что происходит только в процессе взаимодействия субъекта и объекта, которое представляется как событие, явление или процесс. Перефразируя известные аксиомы (С. В. Белов [10]), можно отметить следующие положения:

- опасными свойствами обладают все объекты окружающего мира;
- данные свойства проявляются в процессе взаимодействия субъекта и объекта опасности;
- взаимодействие субъекта и объекта может приводить к возникновению ущерба.

Анализ определений "опасностей" и "угроз" позволяет сформулировать ряд замечаний:

- понятие "угроза" тождественно понятию "потенциальная опасность";

- свойство материи оказывать негативные воздействия — это внутреннее, присущее ей качество, потенциальная способность, "отложенная опасность", тождественная понятию угроза;
- способность события (явления, процесса) наносить вред или причинять ущерб — это проявившееся, реализованное в процессе движения опасное свойство материи;
- опасность не является отличительным свойством (атрибутом) события (в отличие от свойства материи), так как событие может быть и безопасным;
- реальная опасность, в отличие от угрозы, не является чем-то, существующим самостоятельно; она есть либо проявление взаимодействия объекта безопасности с субъектами, способными нанести вред функционированию и свойствам объекта, либо проявление взаимодействия подсистем и элементов самого объекта безопасности.

Субъектно-объектные взаимодействия любой природы реализуются, когда появляется совокупность необходимых и достаточных условий. Необходимыми являются:

- наличие субъекта и объекта;
- наличие у субъекта энергии, достаточной для осуществления воздействий;
- нахождение субъекта и объекта в одних пространственно-временных координатах.

Отсутствие любого из приведенных условий, по сути, означает отсутствие возможности взаимодействия между субъектом и объектом. Исходя из этого условием, определяющим возможность возникновения и проявления опасности, является некое стечение обстоятельств, обуславливающее возможность взаимодействия, что представляется как событие, явление или процесс. Для того чтобы возникла возможность реализации опасности, необходим факт события.

Данные условия являются необходимыми, но не достаточными. События, явления или процессы могут быть признаны опасными лишь тогда, когда их реализация приводит (или может привести) к каким-либо негативным последствиям в виде ущерба, вреда и т. п. В противном случае эпитет "опасный", как и сама опасность, теряют всякий смысл.

Инцидент, происшествие, авария, катастрофа — это события, объединенные одним характерным признаком — все они опасны и отличаются лишь величиной проявления этого признака. Возможность возникновения негативных последствий в результате субъектно-объектных взаимодействий замыкает перечень необходимых и достаточных условий.

Высказанные положения позволяют сформулировать следующее определение: опасность — это признак события, явления или процесса, приводящий к негативным последствиям для человека и других объектов материального и духовного мира. Опасность является потенциальным свойством, если речь идет о стационарном состоянии матери-

альных объектов. В процессе их взаимодействий, т. е. в динамике, она трансформируется в признак происходящего события или явления.

Опасность события может быть полностью определена, когда определены параметры, характеризующие событие — время, пространство, характер воздействия, а также последствия, вызывающие ущерб. Отсутствие любого из этих параметров приводит к исчезновению самих понятий "событие", "взаимодействие" и "опасность". Несовпадение временных или пространственных координат субъекта и объекта приводит к невозможности взаимодействий между ними. Отсутствие энергии взаимодействия, равно как и его последствий, позволяет утверждать, что значение величины параметров, характеризующих опасность, равно нулю.

При анализе опасности необходимо оценивать не только ее величину, но и знать характерные признаки объекта — источника опасности. Опасность только тогда полностью определена, когда известны координаты ее источника и время проявления опасности. При этом они должны совпадать с координатами и временем пребывания объекта защиты.

Исходя из логики проведенных рассуждений, можно утверждать, что:

— материальные объекты окружающего мира не могут быть абсолютно безопасными по определению; это положение вытекает из свойства материи обладать потенциальной опасностью и одним фактом своего присутствия создавать угрозу окружающим объектам;

— исходя из анализа свойств (признаков) опасности, события, явления и процессы, происходящие в окружающем мире, могут быть абсолютно безопасными; данное положение логически следует из приведенных ранее рассуждений и согласуется с основными принципами обеспечения безопасности; действительно, событие не представляется опасным, если:

- фактор времени стремится к нулю; событие не произойдет никогда, т. е. субъект и объект опасности не пересекаются по координате "время" (принцип "защиты временем");
- фактор пространства стремится к нулю; событие не произойдет нигде, так как субъект и объект не пересекаются по координате "пространство" (принцип "защиты расстоянием");
- фактор энергии стремится к нулю; субъектно-объектные взаимодействия отсутствуют по определению, т. е. не произойдет ничего, если отсутствует энергия этих взаимодействий;
- фактор последствий стремится к нулю; заведомо очевидное отсутствие вреда или ущерба в результате взаимодействий позволяет оценить событие как безопасное, т. е. субъект никак не ухудшает состояние объекта.



Таксономия (лат. *taxis* — расположение по порядку, *monos* — закон) как научное направление возникла в связи с решением задач классификации и систематизации сложноорганизованных областей знаний в начале XIX века. Термин, предложенный в 1813 году швейцарским ботаником О. Декандром, длительное время употреблялся как синоним систематики. С 60—70-х гг. XX века таксономия определяется как учение о системе соподчиненных групп объектов — таксонов. Таксон (лат. *taxare* — оценивать) — группа объектов, связанных той или иной степенью общности свойств и признаков, дающих благодаря этому основание для присвоения им таксономической категории (в биологии, например, таксономической категорией является вид). В основе любой таксономической модели лежит отношение обобщения и связанная с ним возможность систематизации сложноорганизованных предметных областей. Таксономические модели рассматривают обобщение как переход на более высокую ступень абстракции путем

выделения общих признаков (свойств), присущих объектам предметной области. Множество имманентных свойств исследуемой области определяет базу знаний о ней, а таксономическая модель — систематизацию этих знаний на основе построения иерархической структуры понятий — классов предметной области.

В области безопасности необходимость в развитии таксономии осознана достаточно давно. Опасность является сложным иерархическим понятием, имеющим много признаков, поэтому таксономирование выполняет важную роль в организации научного знания и позволяет понять природу опасностей, дает новые подходы к задачам их описания, введения количественных характеристик и управления ими. Использование таксономических моделей позволяет произвести декомпозицию предметной области на классы объектов и установить регламент межклассовых отношений, на базе которых может быть построена унифицированная иерархическая модель любой опасности (см. таблицу).

Таксономия опасностей

№ пп	Категории факторов (родовые группы признаков опасности)	Таксоны (видовые группы факторов опасности)		Виды факторов (элементарные признаки факторов группы)	
1	Фактор « время » (В) — параметры, характеризующие время воздействий (вероятность, продолжительность или скорость)	1.1	Вероятность возникновения	1.1.1 1.1.2 1.1.3 1.1.4	Частые Вероятные Редкие Невероятные
		1.2	Продолжительность	1.2.1 1.2.2 1.2.3 1.2.4 1.2.5 1.2.6 1.2.7	Мгновенные Непродолжительные Длительные Постоянные Периодические Циклические Эпизодические
		1.3	Скорость распространения	1.3.1 1.3.2 1.3.3 1.3.4	Мгновенные Быстрые Умеренные Медленные
2	Фактор « пространство » (ПР) — параметры, определяющие направленность воздействий	2.1	Отношение к объекту	2.1.1 2.1.2	Внешние Внутренние
		2.2	Область сосредоточения	2.2.1 2.2.2	Точечные Сконцентрированные
		2.3	Объект воздействий	2.3.1 2.3.2 2.3.3 2.3.4 2.3.5	Человек Коллектив Окружающая среда Промышленные объекты Иные объекты
		2.4	Сфера воздействий	2.4.1 2.4.2 2.4.3 2.4.4 2.4.5 2.4.6 2.4.7	Психологическая Социальная Экономическая Информационная Промышленная Бытовая Иная
3	Фактор « свойства » (С) — параметры, определяющие свойства воздействий (природу, вид или структуру)	3.1	Структура воздействий	3.1.1 3.1.2	Простые Производные



Продолжение таблицы

№ пп	Категории факторов (родовые группы признаков опасности)	Таксоны (видовые группы факторов опасности)		Виды факторов (элементарные признаки факторов группы)	
		3.2	Энергия субъекта воздействий	3.2.1 3.2.2 3.2.3 3.2.4 3.2.5 3.2.6 3.2.7 3.2.8 3.2.9 3.2.10	Механические Термические Электрические Электромагнитные Химические Радиационные Биологические Информационные Психофизиологические Комбинированные
		3.3	Характер воздействий	3.3.1 3.3.2 3.3.3	Активные Пассивно-активные Пассивные
		3.4	Сфера происхожде- ния	3.4.1 3.4.2 3.4.3 3.4.4 3.4.5 3.4.6 3.4.7	Природные Техногенные Социогенные Антропогенные Экологические Комбинированные Иные
		3.5	Величина	3.5.1 3.5.2 3.5.3	Предельные Значительные Незначительные
		3.6	Форма проявления	3.6.1 3.6.2 3.6.3 3.6.4 3.6.5 3.6.6	Прямые Косвенные Завуалированные Манифестированные Латентные Несформировавшиеся
		3.7	Причинно-следст- венная обусловленность	3.7.1 3.7.2 3.7.3	Стохастические Детерминированные Вероятностные
		3.8	Целенаправленность	3.8.1 3.8.2	Преднамеренные Непреднамеренные
		3.9	Способ проявления	3.9.1 3.9.2 3.9.3	Заявления Действия Обстоятельства
4	Фактор «последствия» (II) — параметры, характеризующие последс- твия воздействий	4.1	Величина	4.1.1 4.1.2 4.1.3	Критические Значительные Незначительные
		4.2	Область распростра- нения	4.2.1 4.2.2 4.2.3 4.2.4 4.2.5 4.2.6	Дискретные Локальные Местные Территориальные Региональные Иные
		4.3	Длительность прояв- ления	4.3.1 4.3.2 4.3.3 4.3.4 4.3.5	Кратковременные Продолжительные Длительные Импульсивные Кумулятивные
		4.4	Характер	4.4.1 4.4.2 4.4.3 4.4.4 4.4.5	Необратимые Обратимые Мутагенные Доминантные Катализирующие
		4.5	Тип ущерба	4.5.1 4.5.2 4.5.3 4.5.4 4.5.5 4.5.6 4.5.7 4.5.8 4.5.9 4.5.10 4.5.11 4.5.12	Психологический Физиологический Физический Экономический Социальный Политический Информационный Технический Экологический Демографический Культурный Комбинированный



Продолжение таблицы

№ пп	Категории факторов (родовые группы признаков опасности)	Таксоны (видовые группы факторов опасности)		Виды факторов (элементарные признаки факторов группы)	
		4.6	Масштаб	4.6.1 4.6.2 4.6.3	Индивидуальные Групповые Массовые
		4.7	Вероятность	4.7.1 4.7.2 4.7.3 4.7.4	Весьма вероятные Вероятные Маловероятные Невероятные
		4.8	Вид проявления	4.8.1 4.8.2 4.8.3	Ухудшение состояния Травма Летальный исход

Степень детализации основных характеристик определяется прежде всего требованиями прикладной задачи — признак включается в состав подсистемы лишь в том случае, если он существенен для проводимого анализа. Выбор того, какие компоненты в данной системе считаются элементарными, относительно произволен и в большей степени субъективен.

Представление опасного события или процесса в виде системы определяющих признаков позволяет описать и классифицировать его с использованием известных методов кодирования. Классификационный код включает четыре многозначных блока:

- "время" — В (XX...X);
- "пространство" — ПР (XX...X);
- "свойства" — С (XX...X);
- "последствия" — П (XX...X).

Полный классификационный код опасного события будет выглядеть следующим образом:

В (XX...X)//ПР (XX...X)//С (XX...X)//П (XX...X).

Количество признаков, характеризующих опасность, может быть увеличено или уменьшено в зависимости от целей анализа. Рассматривая совокупность компонентов, необходимо отметить, что невозможно учесть всю полноту обстоятельств и возможных вариантов. Бесконечное разнообразие реальности невозможно отобразить через n параметров, так как велика вероятность появления $(n + 1)$ -го параметра. При необходимости перечень признаков, определяющих какую-либо характеристику опасного события, может быть дополнен параметром "иные". Однако практика свидетельствует, что учет все большего числа параметров позволяет увеличить точность лишь до определенного предела. Использование такого шаблона с четко обозначенными позициями позволяет получить единую структуру, благодаря чему пользователь может быстро ознакомиться с данными и легко в них ориентироваться.

В дальнейшем представляемая информация может служить основой для разработки информационных и обучающих материалов (таких, как примерные контрольные перечни, своды правил по безопасности труда, предупредительные надписи), а также разработки мероприятий с целью сокращения и ликвидации риска воздействия опасных факторов.

Подведем итоги, сделав следующие выводы:

1. Неспособность человека к контролю, понижению и противодействию различным проявлениям окружающего мира приводит к возникновению опасности.
2. Опасными свойствами обладают все объекты окружающего мира.
3. Опасные свойства проявляются в процессе взаимодействия субъекта и объекта опасности. Взаимодействие субъекта и объекта может приводить к возникновению ущерба.
4. Способность события (явления, процесса) наносить вред или причинять ущерб — это проявившееся, реализованное в процессе движения опасное свойство материи.
5. Опасность не является отличительным свойством (атрибутом) события (в отличие от свойства материи), так как событие может быть и безопасным.
6. Реальная опасность, в отличие от угрозы, не является чем-то существующим самостоятельно; она суть либо проявление взаимодействия объекта безопасности с субъектами, способными нанести вред его функционированию и свойствам, либо проявление взаимодействия подсистем и элементов самого объекта безопасности.

Список литературы

1. Ярочкин В. И. Секьюритология — наука о безопасности жизнедеятельности. — М.: Ось, 2000.
2. Русак О. Н., Малаян К. Р., Занько Н. Г. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие. 6-е изд., стер. / Под ред. О. Н. Русака. — СПб.: Изд-во "Лань", 2003.
3. Киришчин А. А. Введение в безопасность жизнедеятельности. — СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2001.
4. Чернов К. В. К методологии взаимодействий в безопасности жизнедеятельности // Безопасность жизнедеятельности. — 2001. — № 5. — С. 2—5.
5. Левашов С. П. Классификация производственных опасностей // Безопасность труда в промышленности. — 2007. — № 11.
6. Измалков В. И., Измалков А. В. Техногенная экологическая безопасность и управление риском. — М.; СПб.: ЦСИ гражданской защиты МЧС РФ — НИЦ экологической безопасности РАН, 1998.
7. Акимов В. А., Лапин В. Л., Попов В. М. и др. Надежность технических систем и техногенный риск. — М.: ЗАО ФИД "Деловой экспресс", 2002.
8. Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности как наука // Безопасность жизнедеятельности. — 2003. — № 2.
9. Черкесов Г. Н. О подходе к синтезу комплексной иерархической системы показателей безопасности // Безопасность и экология. Ч. 2. — СПб.: СПбГТУ, 1999.
10. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / Под общ. ред. С. В. Белова. — М.: Высшая школа, 2006.

УДК 502.131 + 347.513:504.5:656

Л. Х. Бадалян, канд. техн. наук, доц., **В. Н. Курдюков**, канд. экон. наук, доц.,
А. М. Овчаренко, асп., Донской государственный технический университет,
г. Ростов-на-Дону
E-mail: liparit.badalyan@yandex.ru

Эколого-экономические основы оценки и возмещения ущерба от выбросов загрязняющих веществ автотранспортом¹

Приведен анализ теоретических основ системы экологической безопасности РФ; изложены теоретико-аналитические основы оценки и возмещения ущерба от загрязнения атмосферного воздуха селитебных территорий, базирующиеся на расчете фактических масс выбросов микропримесей, сравнении с максимально допустимой для конкретной экосистемы эмиссией вредных веществ, определении относительной агрессивности загрязняющих веществ; выполнен сравнительный расчет эколого-экономического ущерба от загрязнения окружающей среды по авторской модели и традиционным методикам.

Ключевые слова: оценка эколого-экономического ущерба, теоретико-аналитические основы возмещения ущерба, предельно допустимая нагрузка на экосистему, окружающая среда, автотранспорт, эмиссия, загрязняющие вещества

Badalyan L. K., Kurdjukov V. N., Ovcharenko A. M. *The Ecological and Economic Bases of System of Damage from Motor Vehicle Emissions Assessment and Compensation*

In the article the analysis of theoretical bases of ecological safety system in the Russian Federation is represented; the theoretical and analytic bases of system of damage from urban territories' air pollution assessment and compensation which is based on the factual masses of emissions calculation, comparison with the maximum permissible pollutants emission for the specific ecosystem and the evaluation of pollutants relative aggressiveness are stated; the comparative calculation of ecological and economic damage from environmental pollution by authors' model and traditional methods is performed.

Keywords: ecological and economic damage assessment, theoretical and analytic bases of damage compensation, ecocapacity, environment, motor vehicle, emission, pollutants

Введение. Негативное воздействие загрязняющих веществ (ЗВ) на окружающую среду (ОС) и

¹ Исследования выполняются при финансовой поддержке РФФИ (проект № 12-06-33037, мол. а_вед).

увеличение риска заболеваемости населения вызывает необходимость корректной оценки ущерба в натуральном и денежном выражениях, а также его возмещения от эмиссии все возрастающего числа автотранспортных средств (АТС) на уличной дорожной сети урбанизированных территорий.

Анализ теоретической основы системы экологической безопасности. Система экологической безопасности территории в нашей стране построена на средозащитных действиях, способствующих снижению содержания загрязнителей атмосферного воздуха от эмиссии (с учетом рассеивания) стационарных и передвижных источников до уровня предельно допустимых концентраций (ПДК).

С одной стороны, весьма сложно соизмерить эффективность вариантов природоохранных мероприятий, выраженных пусть даже в натуральных единицах и, тем более, в финансовом эквиваленте, так как наиболее удобные из существующих методики идентификации экономического ущерба основаны на расчете масс выбросов ЗВ, а не их концентраций. Более того, используемые в настоящее время методики определения затрат на возмещение вреда в силу отсутствия научно обоснованных критериев, характеризующих степень воздействия выбросов поллютантов на ОС, малоэффективны и не отражают действительной экологической ситуации [1, 3]. Следует признать и примитивность механизма возмещения вреда, заключающегося в обезличенных сборах "за использование атмосферного воздуха", как указано в регламентирующих документах, и налогах на топливо.

С другой стороны, представляется сомнительным алгоритм оценки безопасности существования живых организмов на локальных территориях с повышенным содержанием продуктов эмиссии автотранспорта: по одной из методик находятся массы выбросов ЗВ, далее по ОНД-86 [8] — их содержание в воздушной среде в некоторой удаленной от источника эмиссии точке пространства и, наконец, полученную расчетную величину концентрации сравнивают с ПДК микропримеси или, что бывает реже, с экспериментальным значением, а потом уже с ПДК компонента отработавших газов (ОГ).



Некорректность такого подхода очевидна. Во-первых, утвержденные методики инвентаризации масс выбросов ЗВ не свободны от целого ряда недостатков и зачастую существенно искажают степень воздействия загрязнителей на объекты ОС [3]. Во-вторых, ОНД-86 не предназначена для определения концентрации компонентов ОГ автомобилей и, следовательно, данные, полученные с ее помощью, сомнительны. В-третьих, по мнению авторов, недопустимо сравнение значений концентраций ЗВ, рассчитанных с использованием теоретически полученных масс выбросов, ни с ПДК вредных веществ, ни с экспериментально найденным содержанием компонентов эмиссии ОГ в атмосферном воздухе [2].

Согласно устоявшимся тенденциям [4] экономический ущерб, причиняемый годовыми выбросами загрязнений в атмосферный воздух, руб./год, находят по формуле (адаптирована к настоящим исследованиям):

$$Y = \gamma \sigma f \sum_{i=1}^N A_i m_i, \quad (1)$$

где γ — множество с размерностью руб./усл. т; σ — показатель относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха; для территорий различных типов изменяется в зависимости от плотности населения (безразмерен); f — поправка, учитывающая характер рассеяния примеси в атмосфере (безразмерна); N — число видов примесей, выбрасываемых источником в атмосферу, шт.; i — вид ЗВ; A_i — показатель относительной опасности (агрессивности) примеси i -го вида ЗВ, усл. т/т; m_i — масса выброса в атмосферу i -го ЗВ, т/год.

Значения m_i с погрешностями, присущими эмпирическим выражениям с тенденциозно подобранными коэффициентами, так или иначе рассчитываются при помощи официальных методик. Куда сложнее отыскать удовлетворяющие реальным условиям значения других сомножителей формулы (1).

Показатель γ есть ничто иное как удельный экономический ущерб от выбросов ЗВ "в пределах допустимых нормативов или лимитов выбросов" [5]. В 1990 г. директивно утверждена его величина, равная 3,3 руб./усл. т. Для последующих лет удельный экономический ущерб определяется с использованием коэффициентов k_z , k_r , k_n (индексы выбраны произвольно), учитывающих экологические факторы, выбросы вредных веществ в атмосферный воздух городов и инфляцию соответственно [5, 9].

Параметр σ , фактически дифференцирующий опасность загрязнения воздушного бассейна в зависимости от плотности населения, вызывает удивление. В самом деле, доктрина экологической безопасности (см. выше), основанная на ПДК, а следовательно, на одинаковых концентрациях ЗВ, исключает какой-либо учет характеристик селитебной среды.

Коэффициент f находится не однозначно, так как зависит от целого ряда данных предваритель-

ных экспериментальных исследований рассеивания примеси в атмосфере [4], в связи с чем практически устанавливается директивно.

Сомнительна также правомерность нахождения A_i [5]. Предполагается, что этот показатель должен характеризовать степень опасности вещества для проживающего населения (следовало бы учесть опасность ЗВ в целом для биологического сообщества экосистемы). Однако, как следует из нижеприведенной формулы, одно и то же значение показателя относительной опасности используется для разных территорий и экологических ситуаций

$$A_i = \frac{1}{\text{ПДК}_i}, \quad (2)$$

где 1 — среднесуточная ПДК оксида углерода, мг/м³, установленная до 1991 г.; ПДК_i — среднесуточная ПДК i -го вещества, мг/м³.

Обращает на себя внимание отсутствие единицы измерения A_i , в связи с чем для сохранения баланса величин в формуле (1) этому показателю "присваивается" размерность усл. т/т.

Наличие безразмерных коэффициентов в зависимостях, приведенных в официальных документах [4, 5], очевидно является в большей степени следствием эмпирических исследований взаимодействия загрязнителей с природной средой и, по мнению авторов, характеризует неполное понимание этого процесса.

Эколого-экономические основы оценки ущерба от выбросов ЗВ. В отличие от приведенной выше концепции, логичными представляются предлагаемые авторами теоретико-аналитические основы оценки и возмещения ущерба от загрязнения воздушной среды урбанизированных территорий, базирующиеся на расчете фактических масс выбросов микропримесей в составе отработавших газов (ОГ), сравнении с максимально допустимой для конкретной экосистемы эмиссией вредных веществ, определении относительной агрессивности ЗВ.

Для экономической оценки результатов негативного воздействия выбросов стационарных и передвижных источников в качестве основного элемента предложена сформулированная ниже важнейшая характеристика ОС.

Предельно допустимая нагрузка (ПДН) поллютантов на экосистему — обоснованный безопасный для населения уровень загрязнения природной среды, при котором ее структурные элементы (зеленые насаждения, почва, влага атмосферы и вода водоемов, органические и неорганические вещества) могут без вреда для себя утилизировать вредные, токсичные и канцерогенные вещества [1].

Предельно допустимая нагрузка i -го ЗВ на экосистему рассчитывается исходя, во-первых, из способности природной среды к утилизации микропримесей, во-вторых — безопасной для био-

организмов их концентрации в воздушном бассейне селитебных территорий.

В первом случае исследуются качественные и количественные характеристики ассимиляционного потенциала (способность и ресурс структурных элементов экосистемы обезвреживать и перерабатывать вредные вещества без изменения своих основных свойств), во втором — возможность полноценного функционирования фито- и зооорганизмов, включая высшие формы. В рамках исследования [1] для нахождения ПДН поллютантов на экосистему выполнены расчеты фитомассы и первичной биологической продуктивности модельной экосистемы. Допустимое содержание ЗВ обеспечивается, кроме прочего, и достаточным объемом приточного воздуха, в основе расчета которого лежит сложившаяся на протяжении длительного времени закономерность, заключающаяся в сохранении концентрации входящих в состав приземного воздуха газов в допустимых для биосферы пределах [1].

Таким образом, при обеспечении эмиссии ЗВ на уровне ПДН на экосистему негативные последствия отсутствуют. В этом случае ущерб ОС будет связан только с затратами на их утилизацию ЗВ элементами природной среды, например, на поддержание оптимального функционирования экосистемы [6]. Выбросы компонентов ОГ, превышающие ПДН на экосистему и негативно отражающиеся на состоянии ОС (помимо появления риска заболеваемости населения), потребуют дополнительного ассимиляционного потенциала для обезвреживания. В результате экономический ущерб целесообразно представить как сумму расходов на устранение негативных последствий от загрязнения ОС и оценки затрат на их предотвращение с помощью формирования и функционирования элементов экосистемы, обладающих ассимиляционным потенциалом.

Экономический ущерб природной среде, руб./год, от выбросов в атмосферу стационарных и передвижных источников определяется из выражения [6]:

$$Y_A = \gamma_A \sum_{i=1}^N A'_i m_i, \quad (3)$$

где γ_A — удельный экономический ущерб природной среде, руб./усл. т (представляет собой отношение затрат на формирование ассимиляционного потенциала к ПДН оксида углерода на экосистему [1, 6]); A'_i — коэффициент относительной агрессивности i -го поллютанта для конкретной экосистемы за исследуемый временной интервал, усл. т/т.

Для установления меры воздействия ЗВ на ОС конкретной территории принято иное понимание показателя относительной опасности веществ. В методе, предложенном автором [1], величина A'_i рассчитывается по формуле

$$A'_i = \frac{\text{ПДН}_{\text{CO}}}{\text{ПДН}_i}, \quad (4)$$

где ПДН_{CO} — ПДН оксида углерода, усл. т/год; ПДН_i — ПДН i -го ЗВ, т/год.

Таким образом, используя формулу (4) можно найти, как правило, оставляемую без внимания, "вредность" основного парникового газа — диоксида углерода [1].

На основании данных о природной среде, статистических характеристик состава транспортного потока и расчетов эмиссии АТС на уличной дорожной сети г. Ростова-на-Дону в 2008 г. [1, 7] в табл. 1 приведены значения ПДН и коэффициентов относительной агрессивности составляющих ОГ для конкретной экосистемы, массы эмиссии микропримесей в атмосферный воздух автотранспортом.

В последующие годы в связи с практически аннулированием стационарных экологических постов на территории города и отсутствием открытой информации о потреблении топлива стационарными и передвижными источниками эмиссии была утеряна возможность сравнения и корректировки расчетных и экспериментальных данных с предшествующими периодами.

Экологическая и экономическая характеристики ущерба природной среде, рассчитанные с использованием традиционной [4] и авторской [1, 7] методик, представлены в табл. 2.

Существенное несоответствие значений условных масс выбросов ЗВ $A_i m_i$ и $A'_i m_i$ является следствием различных подходов к пониманию экологической ситуации на территории. Тем не менее, в качестве предварительной оценки негативного воздействия загрязнителей на атмосферный воздух городских территорий следует признать показатель $\sum A'_i m_i$, где каждое из его слагаемых является мерилем

Таблица 1

Показатели экосистемы и выбросы ЗВ автотранспортом

ЗВ	ПДН на экосистему, т/год	A'_i , усл. т/т	Массы эмиссии ЗВ АТС, т/год
CO ₂	1 420 684	$13,367 \cdot 10^{-4}$	3 754 259,291
CO	1899	1	95 918,081
C _n H _m	1185,5	1,6	1842,388
R _x CHO	711	2,67	38,987
SO ₂	201,5	9,42	1211,539
NO ₂	201,5	9,42	88 704,355
C	41,38	45,89	2489,02
TЗ	7,04	269,74	395,073
Pb	2,1	904,3	383,207
C ₂₀ H ₁₂	0,007	271 286	0,314702

Примечания: 1. CO₂ — диоксид углерода; CO — оксид углерода; C_nH_m — углеводороды; R_xCHO — альдегиды; SO₂ — диоксид серы; NO₂ — диоксид азота; C — сажа; TЗ — топливная зола; Pb — соединения свинца; C₂₀H₁₂ — бенз(а)пирен. 2. При расчете ПДН приняты среднесуточные ПДК: для C_nH_m — 0,05 мг/м³ (по углероду); TЗ — 0,002 мг/м³ (по мазутной золе теплоэлектростанций); Pb — 0,0003 мг/м³ (по соединениям свинца). Среднесуточные ПДК вредных веществ взяты из ГН.2.1.6.1338—03.



Таблица 2

Условные массы выбросов ЗВ и экономический ущерб природной среде, рассчитанные по традиционной и авторской методикам

ЗВ	$A_i m_i$ усл. т/год	$A'_i m_i$ усл. т/год	У, тыс. руб./год	У _А , тыс. руб./год
CO ₂	—	5018,244	—	484 533
CO	95 918,081	95 918,081	468	9 259 082
C _n H _m	110 543,28	2947,82	539	284 556
R _n CHO	3898,7	104,096	19	10 048
SO ₂	72 692,34	11 412,696	355	1 101 681
NO ₂	6 652 826,625	835 595,024	32 461	80 660 947
C	149 341,2	114 221,127	729	11 025 897
T3	592 609,5	106 566,991	2892	10 287 034
Pb	3 832 070	346 534,09	18 698	33 451 334
C ₂₀ H ₁₂	99 037,349	85 374,248	610	6 418 561
Σ	11 608 937,08	1 603 692,417	56 771	152 983 673

Примечания: 1. Одинаковые и общие для любой экосистемы значения A_i здесь не приводятся. 2. $\gamma = 1,595$ руб./усл. т; $\sigma = 3,09$; $f = 0,99$; $\gamma_A = 96 531,148$ руб./усл. т.

опасности эмиссии i -го ЗВ (с учетом условий, присущих рассматриваемой экосистеме). Сравнительный анализ экономического ущерба от выбросов микропримесей с ОГ автотранспорта по традиционной и авторской методикам (см. табл. 2) выявил расхождения более чем на четыре порядка. Такое различие в большей степени является следствием использования в традиционных рекомендациях безусловно заниженного и ничем не обоснованного назначения волевым решением удельного экономического ущерба природной среде.

Модель возмещения ущерба от выбросов ЗВ на территории. Выбор в качестве экологического ориентира ПДН поллютантов на экосистему и использование ассимиляционного потенциала в коммерческих целях позволяют осуществить логически обоснованное возмещение экономического ущерба природной среде от лимитных и сверхлимитных выбросов ОГ стационарными и передвижными источниками. При этом возможны ситуации, рассмотренные ниже [6].

1. *Выбросы ЗВ меньше или равны ПДН на экосистему:* стоимость лимитных (на уровне ПДН на экосистему) выбросов техногенными источниками, руб./год, рассчитывается исходя из расходов на формирование и функционирование структурных элементов экосистемы

$$C_{\text{л}} = \gamma_A (1 + E) \sum_{i=1}^N A'_i m_{i\text{л}}, \quad (5)$$

где E — норма прибыли владельца (владельцев) ассимиляционного потенциала (отношение прибыли от использования ассимиляционного потенциала к экономическому ущербу природной среде от эмиссии ЗВ в пределах ПДН на экосистему); норму прибыли E можно принимать на уровне нормы прибыли малорисковых проектов, например, по депозитным

ставкам сбербанка; $m_{i\text{л}}$ — масса лимитных выбросов i -го ЗВ в атмосферу, т/год.

2. *Выбросы ЗВ больше ПДН на экосистему:* стоимость сверхлимитных выбросов, учитывающая неблагоприятные последствия от воздействия загрязнителей на население региона, природные и техногенные объекты, руб./год, определяется по формуле

$$C_{\text{сл}} = \gamma_A \sum_{i=1}^N A'_i \Delta m_i (k_i + 1), \quad (6)$$

где Δm_i — масса выбросов i -го ЗВ техногенными источниками, превышающая ПДН на экосистему, т/год (отрицательная величина разности Δm_i означает отсутствие превышения фактических выбросов над ПДН для i -го ЗВ, следовательно, стоимость сверхлимитных выбросов рассматриваемого компонента ОГ равна нулю); k_i — повышающий коэффициент, учитывающий неблагоприятные последствия для здоровья населения техногенных и природных объектов территории, представляет собой отношение сверхлимитных к лимитным выбросам ЗВ в пределах экосистемы, $k_i = \Delta m_i / m_{i\text{л}}$.

Возмещение экономического ущерба от фактических выбросов ЗВ представляет собой сумму стоимостей лимитных и сверхлимитных выбросов (см. формулы (5) и (6)).

Отметим, что ПДН любого из загрязнителей экосистемы в условных единицах массы имеет одно и то же значение и равно 1899 усл. т/год. Таким образом, стоимость лимитных выбросов каждого из компонентов ОГ в экосистеме города (принято $E = 0,1$) составляет 201,644 млн руб./т, следовательно суммарная стоимость эмиссии 10 рассматриваемых поллютантов — 2016,44 млн руб./т. Заслуживает упоминания и тот факт, что с воздействием на ОС дополнительно рассматриваемого ЗВ экономический ущерб природной среде и его компенсация в виде платы за лимитные выбросы пропорционально увеличиваются на постоянную величину. Основываясь на формуле (6) и комментария к ней, ка-

Таблица 3

Стоимость сверхлимитных выбросов ЗВ (авторская методика)

ЗВ	Масса эмиссии ЗВ АТС, превышающая ПДН на экосистему		Повышающий коэффициент k_i	Стоимость сверхлимитных выбросов $C_{\text{сл}}$, млн руб./год
	Δm_i , т/год	$A'_i \Delta m_i$, усл. т/год		
CO ₂	2 333 575,291	3119,29	1,643	795,83
CO	94 019,081	94 019,081	49,51	458 417,134
C _n H _m	656,888	1051,021	0,554	157,663
R _n CHO	—	—	0	0
SO ₂	1010,039	9514,567	5,013	5522,652
NO ₂	88 502,855	833 696,894	439,22	35 427 901,133
C	2447,64	112 322,2	59,15	652 181,843
T3	388,033	104 668,021	55,118	567 000,796
Pb	381,107	344 635,06	181,48	6 070 747,922
C ₂₀ H ₁₂	0,307702	83 475,245	43,957	362 261,763
Σ				43 544 986,736

Расчет платы за выбросы в атмосферный воздух ЗВ передвижными источниками (традиционная методика)

Вид топлива	Нормативы платы		Массовый расход топлива, т/год	Плата за выбросы, тыс.руб./год
	По пост. Прав. РФ. [9]	с учетом $k_z \cdot k_t \cdot k_{\text{и}}$		
Бензин (неэтилир.)	1,3 руб./т	3,02 руб./т	117 570,768	355,064
Дизельное	2,5 руб./т	5,81 руб./т	732 761,261	4257,353
Сжатый природный газ	0,7 руб./10 ³ м ³	1,626 руб./10 ³ м ³	131,392 · 10 ⁶ м ³ /год	213 643,392
Сжиженный газ	0,9 руб./т	2,091 руб./т	185 592,867	388,075
Σ				218 643,874

Примечание: На 2008 год $k_z \cdot k_t \cdot k_{\text{и}} = 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1,21$.

сающегося определения повышающего коэффициента, в табл. 3 приведены результаты расчета стоимости сверхлимитных выбросов ЗВ.

Следует обратить внимание на то, что суммарная стоимость лимитных и сверхлимитных выбросов, рассчитанная по авторской методике, составляет непривычную на первый взгляд сумму 43 547 003,176 (2016,44 + 43 544 986,736) млн руб./год. Безусловно, можно надеяться, что при изменении системы возмещения ущерба ресурсов городского бюджета должно хватить на самые притязательные экологические программы. Однако прежде всего необходимо задуматься над тем, что именно благодаря вытекающему из логики современной эколого-экономической науки тезису отождествления стоимости лимитных и сверхлимитных выбросов АТС с ущербом вред здоровью населения становится весьма значимой компонентой суммарного ущерба, в сравнении с результатами официальных методик (кстати, весьма претенциозно отражающих зависимость риска заболевания от загрязнения ОС в условиях РФ [10]).

Для сравнения также выполнен расчет платы за выбросы в атмосферный воздух ЗВ передвижными источниками по традиционной методике [5, 9] (произведение нормативов платы на массовый расход топлива передвижными источниками) — табл. 4.

Массовый расход топлива автомобильным парком города определялся на основании статистических исследований состава транспортного потока, среднего значения времени работы автотранспорта в течение суток, средних скоростей каждой из групп автомобилей по назначению (легковые, грузовые, микроавтобусы, автобусы), количественного потребления бензина, дизельного и газового топлива АТС.

Доля финансовых средств от суммарной платы за выбросы в атмосферный воздух ЗВ передвижными источниками, определенная по методике [9], составляет всего $5 \cdot 10^{-4} \%$ от стоимости лимитной и сверхлимитной эмиссии ЗВ, рассчитанной по авторской методике [7].

Таким образом, действующие нормативные документы оценки экономического ущерба ОС [4, 5, 9] не учитывают особенности экосистемы, тем самым затрудняя работу администраций различного уровня по обеспечению экологической безопасности селитебных территорий, не способствуют стиму-

лированию экологически приемлемого поведения участников загрязнения ОС, не позволяют компенсировать нанесенный экономический ущерб природной среде (не говоря уже об ущербе здоровью населения) и не могут обеспечить необходимые объемы финансирования природоохранной деятельности. В этой связи необходимо использование современных подходов к расчету экономического ущерба от выбросов ЗВ и возмещению нанесенного вреда.

Список литературы

1. Бадалян Л. Х., Курдюков В. Н. Метод определения предельно допустимой нагрузки техногенных выбросов на экосистему территории // Проблемы региональной экологии. — 2008. — № 4. — С. 39–44.
2. Бадалян Л. Х. Достоверность компьютерных экспериментов на моделях процесса загрязнения атмосферного воздуха муниципальным автотранспортом // Устойчивое развитие горных территорий. — 2011. — № 2 (8). — С. 5–11.
3. Бадалян Л. Х., Курдюков В. Н., Алейникова А. М. Теоретические основы системы учета фактических выбросов загрязняющих веществ автотранспортом. // Безопасность жизнедеятельности. — 2013. — № 5. — С. 31–37.
4. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды / А. С. Быстров, В. В. Варанкин, М. А. Виленский и др. — М.: Экономика, 1986. — 96 с.
5. Инструктивно-методические указания по взиманию платы за загрязнение окружающей природной среды. Утверждено Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации 26 января 1993 года (с изменениями на 12 июня 2011 года). — М., 2012. — 24 с.
6. Курдюков В. Н., Бадалян Л. Х. Экономический ущерб от выбросов загрязняющих веществ и возмещение нанесенного автотранспортом вреда // Экономический вестник Ростовского государственного университета. — 2008. — Т. 6. — № 3. — Ч. 2. — С. 134–137.
7. Метод расчета масс выбросов загрязняющих веществ единицей автомобилем и транспортным потоком на участке дорожно-транспортной сети: программа для ЭВМ. Гос. регистрация № 2011610741 от 11.01.11 / Бадалян Л. Х., Курдюков В. Н., Лебедев А. Р. — М.: Роспатент, 2011.
8. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86). Утверждена Председателем Госкомитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды 4 августа 1986 г. № 192. Л.: Гидрометеоиздат, 1987. — 68 с.
9. О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления. Пост. Прав. РФ от 12.06.2003 № 344, с изм. от 01.07.2005 № 410 и 08.01.2009 № 7. — М., 2005. — 9 с.
10. Ревич Б. А., Сидоренко В. Н. Экономические последствия загрязненной окружающей среды на здоровье населения. Пособие по региональной экологической политике / Под ред. В. М. Захарова, С. Н. Бобылева. — М.: Акрополь, ЦЭПР, 2007. — 56 с.



УДК 574:622.276.4

Н. Г. Курамшина, д-р биол. наук, проф., **Э. Э. Нуртдинова**, ст. препод.,
Ю. Н. Кулак, асп., **С. В. Николаева**, канд. хим. наук, проректор,
Уфимский государственный университет экономики и сервиса, **Э. М. Курамшин**, д-р хим.
наук, проф., Уфимский государственный нефтяной технический университет
E-mail: n-kuramshina@mail.ru

Сравнительная характеристика экологического состояния природных вод в зоне влияния нефтяных месторождений Башкортостана

Выполнен комплексный экологический мониторинг поверхностных вод территорий с различной степенью техногенеза. Обнаружена связь между БПК, ХПК, биотоксичностью поверхностных вод с показателями минерализации, концентрации нефтепродуктов и хлоридов, характеризующих степень негативного воздействия процесса нефтедобычи.

Ключевые слова: сухой остаток, нефтепродукты, хлориды, химическое и биохимическое потребление кислорода, биотоксичность

Kuramshina N. G., Nurtdinova E. E., Kulak J. N., Nikolaeva S. V., Kuramshin E. M.
Comparative the Ecological Condition Natural Waters Within the Oil Fields Bashkortostan

Completed a comprehensive environmental monitoring of surface water areas with varying degrees of technogenesis. The connection between BOD, COD, biotoxicity surface water salinity indicators, the concentration of oil and chlorides, which characterize the degree of negative impact of oil production process.

Keywords: solids, oil, chlorides, biochemical and chemical oxygen consumption, biotoxicity

На территории Башкортостана существуют сотни нефтяных месторождений. Одним из старейших из них является Туймазинское месторождение, открытое в 1937 г. На базе этого месторождения в 1948 г. впервые в истории страны было осуществлено законтурное заводнение пластов и разработка с поддержанием пластового давления.

Арланское месторождение нефти, открытое в 1955 г., расположено на северо-западе Башкортостана в пределах Волго-Уральской нефтегазоносной провинции на территории Краснокамского, Калтасинского и Дюртюлинского районов республики. Включает в себя Арланскую, Новохазинскую, Никола-Березовскую площади и введено в разработку в 1958 г.

Кушкульское нефтяное месторождение (рис. 1, 2), начало освоения которого датируется 1969 г., расположено на границе Мишкинского, Караидель-

ского и Благовещенского районов Башкортостана. Особый интерес к деятельности данного месторождения вызван его непосредственной близостью к Павловскому водохранилищу и реке Уфе — основному источнику питьевого водоснабжения столицы Башкортостана г. Уфы [1].

Широкое использование химических реагентов для интенсификации добычи нефти может оказывать негативное действие, которое связано с вероятностью поступления различных токсичных соединений в окружающую среду, прежде всего в подземные пресные воды, поверхностные водоемы и водотоки [1]. Исследование посвящено комплексному экологическому мониторингу поверхностных вод в зонах влияния объектов нефтедобычи Кушкульского, Арланского и Туймазинского месторождений. С этой целью проведен отбор проб, выполнен их гидрохимический анализ, получены интегральные показатели, характеризующие экологическое состояние природных вод [2—4].

Степень негативного воздействия процесса нефтедобычи на качество поверхностных вод определяли по превышению концентрации типичных загрязняющих веществ, сопровождающих процесс добычи нефти в поверхностных водах (сухой остаток, нефтепродукты, хлориды), а также по интегральным показателям качества вод: *биохимическое потребление кислорода* (БПК), *химическое потребление кислорода* (ХПК), *биотоксичность* в зоне влияния нефтяных месторождений (приведены в таблице). При этом данные Арланского и Туймазинского месторождений, эксплуатируемых более шестидесяти лет, сопоставлялись с данными более позднего Кушкульского месторождения. Как известно, значения БПК и ХПК характеризуют содержание легко- и трудноокисляемых органических веществ в тестируемой пробе и определяются количеством миллиграммов кислорода, расходуемого на окисление органических веществ, содержащихся в 1 л воды [2—4]. Показатели биотоксичности проб поверхностных вод основаны на определении смертности дафний при воздействии токсических веществ, присутствующих в исследуемой водной среде [4].



Рис. 1. Карта-схема малых рек в зоне влияния Кушкульского нефтяного месторождения



Рис. 2. Космоснимок территории Кушкульского нефтяного месторождения

Анализ полученных результатов по трем изученным месторождениям нефти свидетельствует о превышении нормируемых показателей минерализации в поверхностных водах Туймазинского месторождения: ручьях Каенлы-Куль (1937 мг/дм^3 , 1,9 ПДК), Туркмень (4126 мг/дм^3 , 4,1 ПДК) и реке Бавлинка (1228 мг/дм^3 , 1,2 ПДК) и только в одной пробе Кушкульского месторождения — реке Иришты (2500 мг/дм^3 , 2,5 ПДК). Для проб природных вод Арланского месторождения повышенная минерализация не характерна (см. таблицу).

Выявлено значительное превышение ПДК нефтепродуктов в шести пробах поверхностных вод Туймазинского месторождения: ручьях Каенлы-

Куль, Туркмень и рек Ик, Ютаза, Бавлинка ($0,24...0,48 \text{ мг/дм}^3$; 4,8...8,1 ПДК) (см. таблицу).

Превышение содержания хлоридов обнаружено в поверхностных водах реки Иришты (811 мг/дм^3 ; 2,7 ПДК) Кушкульского месторождения, в пробах вод ручьев Каенлы-Куль (873 мг/дм^3 ; 2,9 ПДК) и Туркмень (1989 мг/дм^3 ; 6,6 ПДК) и реке Бавлинка (427 мг/дм^3 ; 1,4 ПДК) Туймазинского месторождения (см. таблицу).

Исследование загрязнения поверхностных вод легко окисляемыми органическими соединениями с использованием значений БПК показало существенное различие для малых рек Кушкульского ($3,0...9,0 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$; 1,0...3,0 ПДК), Арланского ($6,0...36,1$; 2...6 ПДК) и Туймазинского ($3,3...16,0 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$; 1,1...5,3 ПДК) месторождений. В соответствии с существующей шкалой оценки степени загрязнения поверхностных вод по величине БПК (очень чистые, БПК = $0,5...1,0$; чистые, БПК = $1,1...1,9$; умеренно загрязненные, БПК = $2,0...2,9$; загрязненные, БПК = $3,0...3,9$; грязные, БПК = $4,0...10,0$; очень грязные, БПК = $10 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$) воды Кушкульского, Арланского и Туймазинского месторождений могут быть отнесены к умеренно загрязненным, загрязненным и грязным, а воды Павловского водохранилища ($25,0...26,7 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$) — к очень грязным (см. таблицу).

Показатели суммарного содержания органических примесей в природных водах Арланского и Туймазинского месторождений нефти значительно превышали значения нормируемых показателей ХПК: Арланское — 6 водотоков ($29,9...72,0 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$; 2...4,8 ПДК); Туймазинское — 8 водотоков

($22...107 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$; 1,5... 7,1 ПДК). Исключение составляли пробы Кушкульского месторождения (4 водотока), где значения ХПК составили $5,7...15,1 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ и практически не превышали значений ПДК. Следовательно, наименее загрязненными являлись природные воды Кушкульского месторождения, слабой и умеренной загрязненностью обладали пробы водотоков Арланского и Туймазинского месторождений. Показатели ХПК поверхностных вод Павловского водохранилища ($36,1...40,2 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$) свидетельствовали об их умеренной загрязненности. Результаты интегральной оценки качества воды, содержащей комплекс загрязняющих веществ, по ответным реакциям водных организмов (гидробионтов) указывали на по-



Состояние поверхностных вод (ручьев, рек) Кушкульского, Арланского и Туймазинского месторождений Башкортостана

Водоток	Сухой остаток, мг/дм ³	Нефтепродукты, мг/дм ³	Хлориды, мг/дм ³	БПК, мгО ₂ /дм ³	ХПК, мгО ₂ /дм ³	Биотоксичность, %
ПДК	1000	0,05	300	< 3	< 15	нетокс. (A ≤ 10)
Кушкульское месторождение нефти						
р. Уса, № 1	451	<0,04	63	5,1	9,1	10
р. Уса*, № 2	450	<0,04	31	4,9	8,3	0
р. Иришты, № 3	2500	<0,04	811	9,0	15,1	0
р. Иришты*, № 4	654	<0,04	230	3,0	5,7	20
Павловское водохранилище, № 5	230	<0,04	7	25,0	36,1	7
База УГНТУ	258	<0,04	12	26,7	40,2	0
Арланское месторождение нефти						
р. Белая	307	<0,04	98	6,0	14,1	0
р. Б. Танып	470	<0,04	11	14,0	29,9	0
р. Г. Танып	799	<0,04	196	17,8	36,5	0
р. Березовка	181	<0,04	22	24,0	48,0	0
р. Кунь	681	<0,04	147	34,0	68,0	0
р. Кельтей	272	<0,04	10	36,1	72,0	0
р. Тыхтем	270	<0,04	35	26,6	43,7	0
Туймазинское месторождение нефти						
ручей Каенлы-Куль	1937	0,24	873	11,7	63,0	0
ручей Туркмень	4126	0,35	1989	16,0	107,0	7
р. Ик	700	0,30	66	4,4	22,0	0
р. Ик*	800	0,48	150	3,3	22,0	0
р. Усень	516	<0,04	46	6,3	51,0	0
р. Дымка	604	<0,04	73	15,0	33,0	0
р. Ютаза	632	0,06	116	5,6	30,0	0
р. Бавлинка	1228	0,33	427	15,0	39,0	7
*На выходе с территории месторождения						

явление токсичности для гидробионтов в трех водотоках Кушкульского месторождения (гибель дафний составляла 10...20 %), в природных водах других месторождений биотоксичность не обнаружена.

Список литературы

1. Байков У. М., Галиев М. А. Охрана природы на нефтепромыслах Башкирии. — Уфа: Башк. кн. изд-во, 1987. — 272 с.
2. Курамшина Н. Г., Нафикова А. Х., Курамшин Э. М., Красногорская Н. Н. Острое токсическое действие водных растворов химических реагентов, применяемых в нефтедобыче // Безопасность жизнедеятельности. — 2007. — № 6. — С. 31—33.
3. Новиков Ю. В., Ластикина К. О., Болдина З. Н. Методы исследования качества воды водоемов. — М.: Медицина, 1990. — 400 с.
4. Методы биоиндикации и биотестирования природных вод. — Л.: Гидрометеоздат, 1988. — Вып. 2. — 275 с.

УДК 628.3

И. В. Кусова, канд. техн. наук, доц., **А. Ф. Шайбекова**, студентка,
Уфимский государственный авиационный технический университет,
E-mail: s.a.f-alfiya777@mail.ru.

Проектирование технологии защиты гидросферы при функционировании гальванического производства

Описано проведенное в целях снижения негативного воздействия гальванического производства на окружающую среду усовершенствование существующей технологии очистки сточных вод гальванического производства машиностроительного предприятия, что позволяет применить отход, образующийся на предприятии, и повторно использовать очищенную воду в технологических процессах.

Ключевые слова: гальваническое производство, сточные воды, методы очистки сточных вод, реагентный метод, электрофлотатор

Kusova I. V., Shaibekova A. F. Designing Technology to Protect the Hydrosphere in the Functioning of Galvanic Production of Engineering Enterprise

In order to reduce the effects of galvanic production on the environment, carried out to improve the existing wastewater treatment technology of galvanic production of engineering enterprise, which allows to apply the waste generated at the plant, and re-use treated water in industrial processes.

Keywords: galvanic production, wastewater, wastewater treatment methods, reagent method, electroflotator

Гальваническое производство — один из наиболее крупных источников образования сточных вод в машиностроении. Необходимость снижения негативного воздействия гальванического производства на окружающую среду, а также внедрения ресурсосберегающих технологий, создания оборотного водоснабжения на предприятии определяет актуальность разработки технологии защиты гидросферы при функционировании гальванического производства.

Разработка такой технологии и является целью исследования.

Процессы нанесения гальванического покрытия связаны с образованием сточных вод, содержащих загрязняющие вещества: сульфаты, хлориды, взвешенные вещества, растворы кислот, щелочей, а также соли железа, меди, цинка, никеля и хрома [1, 2].

По содержанию загрязнений сточные воды гальванических цехов делят на три группы:

- кислотно-щелочные, содержащие кислоты, щелочи, ионы тяжелых металлов и их соли;
- циансодержащие воды, в состав которых входит циан, цианистые соединения цинка, кадмия, меди, различные соли;
- хромсодержащие воды, в состав которых входят хроматы, трехвалентный хром, железо, медь, никель, кислоты, цинк [3].

В гальванических цехах образуется два вида сточных вод: отработанные концентрированные растворы, сбрасываемые не периодически из основных ванн и постоянно поступающие после промывки изделий. Отработанные растворы сбрасывают в специальные емкости для обезвреживания, затем — в соответствующую сеть канализации.

Сточные воды гальванического производства машиностроительного предприятия отправляют на станцию нейтрализации, где они подвергаются очистке реагентным методом, затем отправляются на общезаводские механические очистные сооружения, после чего сбрасываются в реку.

Имеющаяся реагентная очистка сточных вод гальванического производства не обеспечивает эффективную очистку воды от взвешенных веществ, тяжелых металлов, по которым отмечается превышение нормативов ПДС, кроме того, ведет к образованию гальванического шлама, требующего последующей утилизации. В связи с этим необходимо усовершенствовать существующую систему очистки сточных вод гальванического производства, которая бы обеспечивала эффективную очистку от взвешенных веществ, тяжелых металлов без образования источников вторичного загрязнения.

На сегодняшний день существуют различные методы очистки сточных вод гальванического производства от взвешенных веществ и тяжелых металлов: механический, химический, физико-химический [4].

Основное преимущество механических способов очистки сточных вод заключается в их доступности, простоте эксплуатации. Однако самостоятельно они не могут обеспечить эффективную очи-

стку сточных вод, поэтому применяются, как правило, лишь для подготовки сточных вод к последующей очистке более эффективными методами.

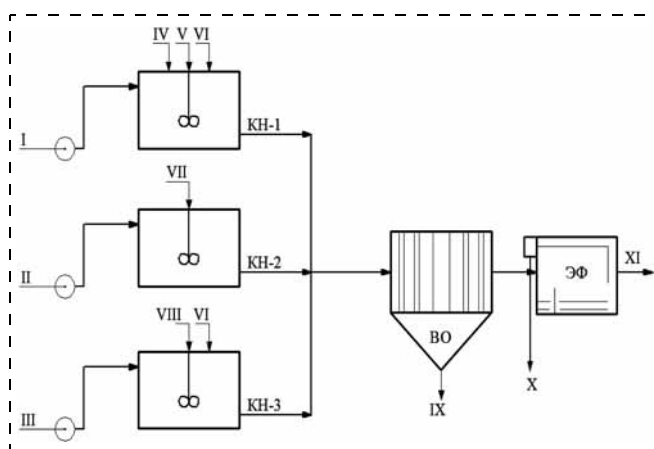
Достоинствами химического метода очистки сточных вод являются широкий интервал начальных концентраций ионов тяжелых металлов, универсальность, простота эксплуатации. К недостаткам метода относятся неполная очистка сточных вод от тяжелых металлов, большой расход реагентов, дополнительное загрязнение сточных вод вновь образованными химическими соединениями, невозможность возврата в оборотный цикл очищенной воды из-за повышенного содержания солей, невысокая степень извлечения тяжелых металлов из шлама, потребность в территории для складирования шламов.

Физико-химические методы очистки сточных вод, как правило, обеспечивают очистку до требований ПДС, но сопровождаются большим расходом электроэнергии.

Анализ существующих методов очистки сточных вод от взвешенных веществ и тяжелых металлов показал, что наиболее простыми в эксплуатации и в то же время обеспечивающими эффективную очистку сточных вод от взвешенных веществ и тяжелых металлов являются электрохимические методы.

Существующую реагентную технологию очистки сточных вод можно усовершенствовать, заменив реагент соду в реакции нейтрализации гидроксидом кальция, который является отходом при производстве ацетилена данного машиностроительного предприятия. Для доочистки сточных вод применим электрофлотатор. Усовершенствованная технология очистки сточных вод гальванического производства представлена на рисунке.

Сточные воды гальванического производства поступают на очистные сооружения тремя потока-



Усовершенствованная технология очистки сточных вод гальванического производства:

I — хромистый поток; II — цианистый поток; III — кислотно-щелочной поток; IV — сульфит натрия; V — сода; VI — серная кислота; VII — хлорная известь; VIII — известковое молоко; IX — гальванический шлам; X — флотошлам; XI — очищенная вода; KH-1—KH-3 — камера нейтрализации; BO — вертикальный отстойник со спирально-навитой насадкой; ЭФ — электрофлотатор



ми: хромистым (I), цианистым (II), кислотнo-щелочным (III).

Хромистые стоки (I) поступают в камеру нейтрализации (КН-1). Обезвреживание хромистых стоков заключается в восстановлении шестивалентного хрома до трехвалентного раствором сульфита натрия Na_2SO_3 (IV) в кислой среде. Дальнейшее осаждение хрома производится раствором соды (V). Серная кислота (VI), участвующая в процессе восстановления хрома, берется в избытке таким образом, чтобы в смеси хромсодержащей жидкости и сульфита натрия содержание серной кислоты в конечный момент нейтрализации хрома было не менее 50 мг/л, а до введения сульфита натрия pH среды в реакторе должна быть равна 2.

Цианистые стоки (II) поступают в камеру нейтрализации (КН-2). Обезвреживание циансодержащих сточных вод основано на переводе цианидов в цианаты раствором хлорной извести (VII) в щелочной среде.

Кислотно-щелочные стоки (III) поступают в камеру нейтрализации (КН-3). Нейтрализация производится добавлением известкового молока (VIII) (отход при производстве ацетилена) или кислоты (VI) для поддержания pH среды на выходе из нейтрализатора в пределах от 6,5 до 8,5.

Далее стоки отправляются в вертикальный отстойник со спирально-навитой насадкой (ВО). Гальванический шлам (IX) из вертикального отстойника, содержащий преимущественно тяжелые металлы в малорастворимой форме, отправляется на утилизацию.

После вертикального отстойника (ВО) сточные воды поступают в электрофлотатор (ЭФ), где происходит доочистка сточных вод от тяжелых металлов. Флотошлам (X) из электрофлотатора (ЭФ) отводится как отход на утилизацию. После прохождения электрофлотатора (ЭФ) очищенная вода (XI) отправляется на промывку деталей травильного отделения гальванических цехов.

Таким образом, усовершенствованная технология очистки сточных вод гальванического производства от взвешенных веществ и тяжелых металлов позволяет повторно использовать очищенные сточные воды для промывки деталей в травильном отделении. Вместе с тем, усовершенствование реагентной очистки сточных вод в реакции нейтрализации кислотнo-щелочных стоков путем замены реагента соды гидроксидом кальция, являющегося отходом при производстве ацетилена на предприятии, позволяет использовать отход самого предприятия, что обеспечивает снижение платы за его хранение.

Список литературы

1. Терентьева В. В., Финюгенова О. В., Глушенко О. Н. Выявление негативного воздействия машиностроительных предприятий на окружающую среду по данным аэрокосмической съемки. [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.mmf.spbstu.ru/mese/2012/711-719.pdf> (01.05.2013 г.).
2. Ощепкова А. З., Соромотина Н. В. ФГУ УралНИИ "Экология" // Экология производства. — 2006. — № 6. — С. 37.
3. Безопасность производственных процессов: Справочник / С. В. Белов, В. Н. Бринза, Б. С. Векшин и др.; Под общ. ред. С. В. Белова. — М.: Машиностроение, 1985. — 448 с.
4. Методы очистки сточных вод [Электронный ресурс] — URL: http://www.o8ode.ru/article/planetwa/rekuche/purewater/metody_o4ictki_cto4nyhvod.htm (01.05.2013 г.).

УДК 630.43 + 574.45 (597)

Ле Дык Хуинь, асп., Нгуен Тхи Тху Ха, асп., А. П. Смирнов, д-р сельхоз. наук, проф., Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
E-mail: le.85@mail.ru

Эмиссия углерода от лесных пожаров 2002 г. в национальном парке "У Минь Тхыонг" на юге Вьетнама

Рассмотрены результаты экологической оценки эмиссии углерода от лесных пожаров 2002 г. в национальном парке "У Минь Тхыонг" на юге Вьетнама. Выявлено влияние лесных пожаров на эмиссию углерода при пожаре и после пожара.

Ключевые слова: лесные пожары, "пожарная" эмиссия углерода, "послепожарная" эмиссия углерода

Le Duc Huynh, Nguyen Thi Thu Ha, Smirnov A. P. Carbon Emissions from Forest Fires in 2002 in the National park "U Minh Thuong" in South Vietnam

This article provides the results of the environmental assessment of carbon emissions from forest fires in 2002 in the national park "U Minh Thuong" in the South of Vietnam. The impact of forest fires on the carbon emissions in the fire and after the fire were revealed.

Keywords: forest fires, "fire" carbon emissions, "post-fire" carbon emissions

Введение

В настоящее время на нашей планете наблюдается глобальное изменение климата. С каждым годом средняя температура воздуха у поверхности Земли увеличивается на $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ [1]. Потепление климата приводит к увеличению количества природных стихийных бедствий: наводнений, сходов лавин и оползней, смерчей и тайфунов и, наконец, к самой серьезной проблеме — увеличению уровня воды в Мировом океане и затоплению большой прибрежной территории многих стран. Ученые объясняют усиление парникового эффекта снижением толщины озонового слоя над нашей планетой и увеличившейся за последние десятилетия концентрацией углекислого газа в атмосфере. Эти неблагоприятные явления обусловлены выбросами промышленных предприятий, транспорта, циклическими природными изменениями и т. д.

Значительную долю в увеличении концентрации углерода в атмосфере Земли вносят и лесные пожары. Суммарное количество эмиссии от лесных пожаров сопоставимо с промышленными выбросами. Для пояса северных бореальных лесов (Россия, Канада, Аляска) на их долю приходится от 15 до 60 % от общего энергетического сектора. Так, от лесных пожаров в Канаде в атмосферу поступает в среднем до $40 \cdot 10^6$ т углерода в год. Учитывая то, что в США площади лесных пожаров не уступают канадским (1...6 млн га в год), а в России часто их превосходят (6...13 млн га в год), можно представить себе их роль в процессе потепления климата на нашей планете. При полном сгорании 1 т лесных горючих материалов (ЛГМ) расходуется в среднем 3,5 т O_2 , в атмосферу поступает 1,8 т CO_2 , 0,06 т CO и 0,5 т пароводяной влаги H_2O [2—3]. В условиях лесных пожаров горючие материалы, как правило, полностью не сгорают, из-за этого, кроме CO_2 и CO, образуются CH_4 и другие углеводороды.

Глобальный углеродный баланс, определяемый на суше в значительной степени депонированием углерода в фитомассе лесных экосистем, имеет в своей составляющей также и эмиссию углерода от лесных пожаров. Она определяется двумя процессами: "пожарной" эмиссией в атмосферу углерода при горении и "послепожарной" эмиссией в результате деструкции органического материала погибших растений. Количество углерода, поступающего в атмосферу при пожаре, зависит от массы сгорающих органических материалов. Потенциально вся накапливаемая и продуцирующая растительная масса леса может стать материалом горения при пожаре. Ее определение затруднительно в связи с различиями в породном составе, возрасте деревьев, запасами сухостоя и валежника. Однако оценка запасов фитомассы позволяет рассчитать

массу сгорающих органических материалов при верховых и низовых пожарах [4].

В предотвращении глобального изменения климата, связанного с увеличением в земной атмосфере концентрации парниковых газов, в первую очередь CO_2 , огромную роль играют леса. В соответствии с принятой в 1992 г. рамочной Конвенцией ООН об изменении климата и Киотским протоколом (1997 г.), перед Вьетнамом стоит задача ежегодной инвентаризации и контроля стока и эмиссии парниковых газов во всех секторах экономики, в том числе в лесной отрасли. В связи с этим наиболее остро ставится вопрос о совершенствовании методов учета эмиссии парниковых газов, прежде всего CO_2 в результате действия лесных и торфяных пожаров, влияющих на баланс углерода.

В процессе горения торфа лесных торфяников помимо CO_2 выделяется большое количество других газов — H_2S , CH_4 и др. [5]. В итоге огонь способствует дополнительному высвобождению и эмиссии газов, которые также относятся к разряду "парниковых" и влияют на устойчивость климата. Последствия горения торфа можно сравнить с сжиганием каменного угля на тепловых и электрических станциях: происходит сильное загрязнение среды.

По данным А. А. Тишкова [5] скорость отложения торфа в умеренном поясе планеты равна нескольким миллиметрам в год, что составляет до 10...15 % первичной продукции болотных экосистем. Благодаря анаэробным условиям накопления торфа, кислой среде ($\text{pH} = 3,5$) и бактерицидным свойствам мохового покрова, ежегодный опад консервируется. Торфяные залежи, образовавшиеся на месте зарастающих озер в начале современной геологической эпохи — голоцена (около 10 тыс. лет назад), имеют мощность до 7...10 м. Для торфяников Вьетнама, по оценке Во Куанг Минь и др., скорость отложения торфа в заболоченных лесах из мелалеуки (*Melaleuca Cadjiputi Powell*) равна в среднем около 6 мм в год [5].

В национальном парке "У Минь Тхыонг" в провинции Кьензанг на юге Вьетнама большие площади торфяников, покрытые лесами из мелалеуки, участвуют в депонировании углерода и оказывают стабилизирующее воздействие на климат. В отличие от других лесов Вьетнама, в лесах из мелалеуки основу горючего материала составляет торф, в котором депонирован углерод за многие тысячелетия. Мощность торфяников в центральной зоне национального парка варьирует от 1 до 2 м. Пожары на торфяных почвах в лесах из мелалеуки мало зависят от действия внешней среды (ветер, атмосферные осадки), и сгорание доступного органического материала идет интенсивно. Пожар распространяется со скоростью до нескольких метров в сутки. При выгорании почвы под деревьями последние беспорядочно падают и обгорают.



Оценка количества сгоревшей фитомассы при лесных пожарах

Оценка "пожарных" эмиссий углерода проводится с учетом массы сгорающих материалов и содержания углерода в ней. Масса ежегодно сгорающих органических материалов определяется через расход лесных горючих материалов (ЛГМ) на единицу пройденной огнем территории при верховых, низовых и подземных пожарах. Очевидно, что оценка "пожарных" эмиссий углерода зависит от типа лесного пожара, типа лесного фитоценоза, запаса ЛГМ и его влагосодержания, метеоусловий, рельефа местности и ряда других условий. Для оценки величины "пожарных" эмиссий углерода при возгорании лесных фитоценозов целесообразно иметь так называемую максимальную модель леса [4].

Под максимальной моделью леса понимают гипотетический лесной массив, в котором запас лесных горючих материалов для каждого из ярусов леса максимален, а их влагосодержание минимально. Очевидно, что при горении такого лесного массива температура горения и интенсивность пожара (количество тепловой энергии, выделившейся на единицу длины кромки пожара) будут максимальны, чем и объясняется название — максимальная модель леса [6].

На основании данных о запасах лесных горючих материалов в различных ярусах леса и теплотворной способности ЛГМ, в качестве максимальной модели леса из мелалеуки предлагается следующая совокупность ярусов гипотетического леса с указанием массы ЛГМ в абсолютно сухом состоянии.

1. Нулевой ярус леса — слой опавших тонких веточек и листьев. Мощность его составляет в среднем 15 см. Масса ЛГМ в этом ярусе равна $21,9 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ [7].

2. Первый ярус леса — лианы, подлесок и подрост. Масса ЛГМ в этом ярусе равна $26,3 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ [7].

3. Второй ярус леса — древостой. Объем древесины стволов, ветвей и корней составляет в среднем $154 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ [8]. Базисная плотность древесины мелалеуки $\rho = 0,610 \text{ т/м}^3$ [9]. Следовательно, масса ЛГМ во втором ярусе равна $93,9 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ ($154 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1} \times 0,610 \text{ т/м}^3$).

Итак, получим общую массу ЛГМ $142,1 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, в которой около половины приходится на углерод, т. е. $71 \text{ тС} \cdot \text{га}^{-1}$. По данным Н. И. Базилевич и А. А. Тишкова [10], общие запасы углерода фитомассы в лесах мира колеблются от 40 (в лесотундре и редколесьях) до $2000 \text{ тС} \cdot \text{га}^{-1}$ и более.

При оценке общей массы торфа, сгоревшего при пожарах 2002 г., используем его мощность и плотность (объемный вес) $\rho_{\text{торф}}$ — данные научного отдела национального парка. Площадь и глубина прогорания торфа в результате пожара 2002 г. приведены в таблице.

Оценка массы слепожарного отпада проводится по количеству отмерших ЛГМ после пожара. При оценке массы слепожарного отпада древесины в поврежденных пожарами древостоях использовались отчеты о лесных пожарах департамента лесной охраны Вьетнама и протокол о лесном пожаре администрации национального парка "У Минь Тхыонг". Было определено, что в результате лесных пожаров в марте 2002 г. нулевой и первый ярусы леса были уничтожены полностью. Во втором ярусе доля уничтоженных огнем деревьев оказалась близкой к 75 %, поскольку доля отмерших впоследствии деревьев мелалеуки составляла 20...30 % [12]. Принимаем долю отмерших деревьев 25 %. Для сравнения: в лесах России при низовом пожаре доля деревьев, отмерших после пожара, равна 22 %, при верховом пожаре — 90 % и при подземном — 100 % [4].

Итак, фактическая масса сгоревших ЛГМ, $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$, при пожаре 2002 г. составляет:

$$M_{\text{ЛГМ при пожаре}} = M_1 + M_2 + 0,75M_3, \quad (1)$$

где M_1 , M_2 , M_3 — масса сгоревших ЛГМ в нулевом ярусе, в первом ярусе, во втором ярусе соответственно.

Тогда

$$M_{\text{ЛГМ при пожаре}} = 21,9 + 26,3 + 0,75 \cdot 93,9 = 118,6 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}.$$

Масса отмерших деревьев после пожара в 2002 г. составляет:

$$M_{\text{ЛГМ после пожара}} = 0,25 \cdot 93,9 = 23,5 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}.$$

Оценка эмиссии углерода при пожаре

Принимаем долю углерода, которая содержится в древесине тропических пород, по Нгюк Куинь Ан Хоанг [13] $C = 46,4 \%$. Доля углерода, которая содержится в торфе, приведена в таблице. Рассчитываем массу углерода, участвующую в горении наземных ЛГМ (условно принимаем их плотность, близкую к плотности древесины):

$$M_{\text{С ЛГМ при пожаре}} = 0,464 \cdot 118,6 = 55 \text{ тС} \cdot \text{га}^{-1}.$$

Площадь и глубина прогорания торфа в национальном парке "У Минь Тхыонг" в результате пожара 2002 г. [11]

Глубина слоя выгоревшего торфа, см	Площадь выгоревших торфяников, га	Объем выгоревшего торфа, млн м^3	Плотность торфа $\rho_{\text{торф}}$, т/м^3	Массовая доля С в торфе, %	Масса выгоревшего торфа, Мт	Масса С в выгоревшем торфе, МтС
До 30 (среднее 15)	646	0,969	0,21	54,2	0,21	0,11
30...60 (среднее 45)	456	2,052	0,22	53,9	0,45	0,24
60...90 (среднее 75)	657	4,928	0,25	50,6	1,23	0,62
≥90 (среднее 100)	257	2,570	0,25	44,4	0,64	0,28
Итого	2016	10,52			2,53	1,26

По данным таблицы рассчитываем массу углерода в выгоревшем торфе:

$$M_{\text{С торфа при пожаре}} = 1\,260\,000 \text{ тС} : 2016 \text{ га} = 625 \text{ тС} \cdot \text{га}^{-1}.$$

Общая масса углерода, которая участвует в процессе горения:

$$\Sigma M_{\text{С при пожаре}} = 55 + 625 = 680 \text{ тС} \cdot \text{га}^{-1}.$$

По закону сохранения массы вещества и закону постоянства состава вещества масса углерода до и после лесных пожаров не меняется. Следовательно, общее количество углерода, выброшенного в атмосферу при лесных пожарах 2002 г. в национальном парке "У Минь Тхыонг", составило:

$$\Sigma M_{\text{С при пожаре}} = 680 \text{ тС} \cdot \text{га}^{-1}.$$

Оценка послепожарной эмиссии углерода

Послепожарное состояние древостоя в значительной степени определяется интенсивностью огневого воздействия. Причиной отпада деревьев являлось не только воздействие высоких температур, но и ослабление жизненного состояния деревьев в результате заселения их энтомогенными вредителями и поражения грибными инфекциями. Высокоинтенсивный пожар в национальном парке в 2002 г. привел к усыханию части деревьев из всех ступеней толщины.

После пожара высокой интенсивности происходит быстрое накопление отпада и его ускоренное разложение (ксилолиз), связанное с высокой влажностью воздуха и его высокой температурой вследствие отсутствия древесного полога. Наблюдается усиление физико-химических и биологических процессов в отмершей древесине.

Наряду с деструкцией послепожарного отпада идет процесс лесовосстановления гарей, сопровождающийся депонированием углерода. При этом скорость депонирования углерода возобновляющейся растительностью постепенно нарастает и достигает максимума в средневозрастных насаждениях, а скорость деструкции отмерших деревьев и эмиссии углерода постепенно замедляется. Явное преобладание эмиссии углерода в результате деструкции послепожарного отпада над его депонированием возобновляющейся растительностью имеет место только до зарастания (облесения) гарей и перевода их в покрытые лесом площади [4].

Масштабы послепожарных эмиссий углерода оцениваются при этом с помощью данных о массе древесной растительности, отмирающей от воздействия огня, содержание углерода в ней и скорости (продолжительности) деструкции отпада. На основании экспоненциальной модели была рассчитана потеря массы в результате ксилолиза [14]:

$$\delta = \delta_{\text{max}}(1 - e^{-kt}), \quad (2)$$

где δ — потеря массы отпада (масса разложения) на момент t , $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$; δ_{max} — масса отмерших ЛГМ после

пожара $M_{\text{ЛГМ после пожара}} = 23,5 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ (см. выше); k — удельная скорость разложения, год^{-1} ; t — время, соответствующее потере массы отпада, годы.

По оценке Ионеда и др. [15], для условий влажных тропических лесов удельная скорость разложения варьирует от 0,76 до 1,23 год^{-1} . На рис. 1 показана зависимость массы разложения отпада после пожаров от времени. Эта масса при изменении удельной скорости разложения от 0,76 до 1,23 год^{-1} различается незначительно.

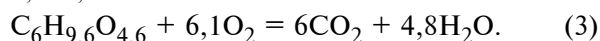
В течение первых 4 лет после пожара масса разложения резко увеличивается. К 6 годам потеря массы отпада стремится к значениям начальной массы отпада (после пожара), а к 10 годам отпад почти полностью разлагается и потеря массы отпада составляет около 23,5 $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$. Следовательно, масса углерода в разложившемся отпаде составляет:

$$M_{\text{С при разложении}} = 46,4 \cdot 23,5 = 10,9 \text{ тС} \cdot \text{га}^{-1},$$

где 46,4 — процент содержания углерода в древесине тропических пород [13].

Метод расчета количества поглощаемой в процессе роста леса двуокиси углерода (CO_2) и выделяемого кислорода (O_2) на основе элементного состава впервые предложил С. В. Белов [16]. Позже В. А. Соловьев [17] модифицировал метод, приняв элементный состав органического вещества стволовой древесины в северном умеренном поясе постоянным: 49,8 % С, 6,2 % Н и 44 % О, и распространив его на обратный биосинтезу процесс — ксилолиз (биогенное разложение древесины).

Для расчета эмиссии углерода, выбрасываемого в атмосферу после лесных пожаров, возьмем уравнение разложения древесины тропических пород ($\text{C}_6\text{H}_{9,6}\text{O}_{4,6}$) в процессе ксилолиза:



Послепожарная эмиссия углерода:

$$M_{\text{С}(\text{CO}_2)\text{после пожара}} = M_{\text{С(отпад) при разложении}} = 10,9 \text{ тС} \cdot \text{га}^{-1}.$$

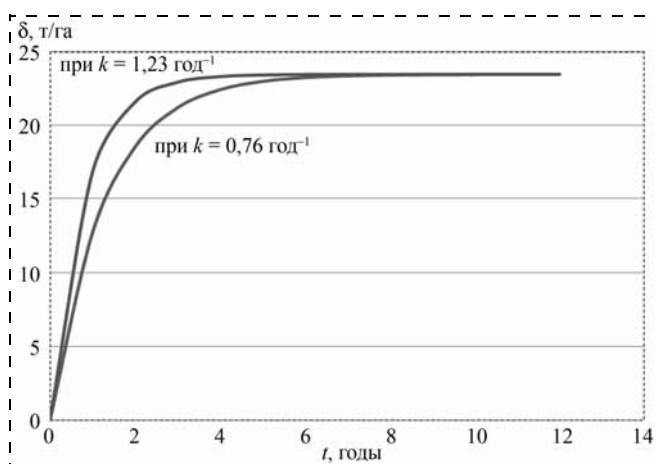


Рис. 1. Динамика потери массы отпада δ после пожара при разных значениях удельной скорости разложения k



Таким образом, общая эмиссия углерода от пожаров на территории национального парка "У Минь Тхыонг" за 2002 г. составила:

$$\Sigma M_C = 680 + 10,9 = 690,9 \text{ тС} \cdot \text{га}^{-1}.$$

Оценка баланса углерода при возобновлении насаждения мелалеуки

Поглощение углерода экосистемой спелой мелалеуки может достигать $4,15 \text{ тС} \cdot \text{га}^{-1}$ в год, а депонирование углерода торфом — $0,6 \text{ тС} \cdot \text{га}^{-1}$ в год [6, 9]. Для того чтобы компенсировать эмиссию углерода при горении 1 га древостоев мелалеуки на торфяниках (при высокой интенсивности горения), необходимо 150 лет для поглощения углерода экосистемой спелой мелалеуки ($690,9/(4,15 + 0,6) \approx 150$ лет). Однако следует учитывать, что при появлении признаков возобновления этот период будет значительно меньше.

Вклад источников эмиссии углерода, которая составила $690,9 \text{ тС} \cdot \text{га}^{-1}$, показан на рис. 2.

Эмиссия углерода от горения торфа составляет 91 % от суммарной эмиссии, эмиссия углерода от горения наземных ЛГМ — 8 % и 1 % приходится на послепожарное разложение отпада. Процесс разложения отмерших ЛГМ, которые погибли в результате пожара (процесс ксилитоза) в национальном парке, продолжался около 6...10 лет.

Лесные пожары в национальном парке с 22 марта по 10 апреля 2002 г. вызвали серьезные экологические последствия. Для того чтобы компенсировать эмиссию углерода при горении 1 га древостоев мелалеуки на торфяниках (при высокой интенсивности горения), необходимо 150 лет для поглощения углерода экосистемой спелой мелалеуки.

Как было показано выше, лесные пожары на торфяниках приводят к поступлению в атмосферу огромного количества парниковых газов. Они участвуют в немалой степени в неблагоприятном изменении климата.

Для территории Вьетнама особо высока вероятность существенной обратной связи между потепле-

нием климата и эскалацией пожарных режимов: увеличение концентрации CO_2 в атмосфере приводит к увеличению длительных и сухих периодов, которые способствуют росту площади и интенсивности пожаров и существенному увеличению эмиссии парниковых газов. В свою очередь, рост эмиссии углерода ведет к дестабилизации климатической системы, что вызывает усиление угрозы пожаров.

Лесные пожары стали проблемой ряда стран. Пожары 2002 г. в южной части Вьетнама четко продемонстрировали те угрозы, которые создают торфяной и лесной пожары в условиях меняющегося климата. Поэтому коренное усовершенствование системы охраны лесов от пожаров является неотложной государственной задачей сегодняшнего дня.

Список литературы

1. Брюханов А. В., Верховец С. В. Оценка эмиссий углерода при пожарах на вырубках в хвойных лесах Центральной и Южной Сибири. // Сибирский экологический журнал. — 2005. — № 1. — С. 109—112.
2. Алексеев В. А., Бердси Р. Углерод в экосистемах лесов и болот России. — Красноярск: ИЛИД, 1994. — 532 с.
3. Amiro B. D., Todd J. D., Wotton B. M. et al., Can. J. Forest Res., 2001, 31: 3, 3, 512—525.
4. Исаев А. С., Коровин Г. Н., Сухих В. И., Титов С. П., Уткин А. И., Голуб А. А., Замолдчиков Д. Г., Пряжников А. А. Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России. — М.: Центр экологической политики, 1995. — 156 с.
5. Тишков А. А. Торфяные (подземные) пожары. Проект ГЭФ "Сохранение биоразнообразия". <http://biodat.ru/vart/doc/gef/AC10al.html>, 1986.
6. Методика определения и расчета выбросов загрязняющих веществ от лесных пожаров. — М.: Государственный комитет РФ по охране окружающей среды, 1998. — 25 с.
7. Вьонг Ван Куинь и др. Разработка мероприятий по предотвращению последствий от лесных пожаров в областях У минь и Таингуен. — Ханой: Министерство науки и технологии Вьетнама, 2005. — 278 с.
8. Ле Минь Лок. Evaluation biomass and Effect of submergence depth on growth of Melaleuca planting on peat soil and acid sulfate soil in U Minh Ha area — Ca Mau province. — Канто, 2005. — 80 с.
9. Проект сохранения и развития биомассы провинции Кьензанг при поддержке организации GTZ-Aid programm (Australian Government). Потенциал древесины из Мелалеуки в провинции Кьензанг. 2008.
10. Базилевич Н. И., Гребенщиков О. С., Тишков А. А. Географические закономерности структуры и функционирования экосистем. — М.: Наука, 1986. — 297 с.
11. Во Куанг Минь и др. Оценка потенциала торфа и лесных ресурсов на юге Вьетнама. — Канто: Университет Канто, 2010. — 20 с.
12. Национальный парк "У Минь Тхыонг". Доклад о состоянии леса из мелалеуки после лесных пожаров 2002 г. — Кьензанг, 2002.
13. Ngoc Quynh An Hoang, M. Y. L. Chew and Long Shi. Pyrolysis of tropical hardwood under long-term and low-temperature conditions // International Journal on Architectural Science. — V. 8. — N 10. — P. 17—27, 1011.
14. Капица Е. А., Трубицына Е. А., Шорохова Е. В. Биогенный ксилитоз стволов, ветвей и корней лесобразующих пород темнохвойных северотаежных лесов // Лесоведение. — 2012. — № 3. — С. 51—58.
15. Yoneda T., Yoda K., Kira T. Accumulation and decomposition of big wood litter in Pasoh Forest, West Malaysia // Journal of Applied Ecology. — 1977. — N 27. — P. 53—63.
16. Белов С. В. Лесоводство. — М.: Лесная промышленность, 1983. — 350 с.
17. Соловьев В. А. Микогенный ксилитоз, его экологическое и технологическое значение // Стороженко В. Г., Бондарцева М. А., Соловьев В. А., Крутов В. М. Научные основы устойчивости лесов к дереворазрушающим грибам. — М.: Наука, 1992. — 222 с.



Рис. 2. Доля эмиссии углерода от различных источников при лесном пожаре 2002 г. в национальном парке "У Минь Тхыонг"

В. С. Ежов, д-р техн. наук, проф., **Н. С. Соколенко**, асп., Юго-Западный государственный университет, г. Курск
E-mail: k01yan@mail.ru

Повышение экологической безопасности теплогенераторов систем индивидуального теплоснабжения в жилых массивах

Статья посвящена очистке дымовых газов теплогенераторов систем автономного теплоснабжения. В ней описана насадка для очистки дымовых газов, даны ее характеристики и методика проведения эксперимента для определения данных, необходимых для расчета опытно-промышленного образца.

Ключевые слова: теплогенератор, очистка дымовых газов

Ezhov V. S., Sokolenko N. S. Increase of Ecological Safety of Heatgenerators of Systems of an Individual Heat Supply in Housing Unit

This article is devoted to purification of smoke gases of heatgenerators of systems of an independent heat supply. In it installation for purification of smoke gases, its characteristics and a technique of carrying out experiment, for definition of the data necessary for calculation of a trial sample is described.

Keywords: heatgenerator, purification of combustion gases

В последние годы в связи с необходимостью скорейшей реформы проблемного российского ЖКХ обсуждается целесообразность масштабного внедрения разного рода систем автономного теплоснабжения. Главным преимуществом автономных систем теплоснабжения перед централизованным является малая длина коммуникаций и возможность оперативного реагирования на изменившуюся температурную обстановку, что существенно снижает энергозатраты.

Одним из таких вариантов являются мини-котельные — индивидуальные тепловые пункты (ИТП), рассчитанные на отопление многоэтажного дома. Опыт эксплуатации ИТП показывает, что снижение эксплуатационных расходов может достигать 30...40 %.

Вариантов размещения ИТП множество. Один из распространенных способов — создание "крышных котельных" на основе современных высокоэффективных котлов. Преимуществами подобного решения является отсутствие необходимости в землеотводе и строительстве отдельного здания и фактическое отсутствие транспортных потерь теплоты.

Часто используемый вариант организации ИТП — каскадный способ подключения котлов. У этого ме-

тода есть существенные преимущества: повышенная сезонная эффективность системы по сравнению с использованием одного мощного котла и частичное покрытие нагрузки, даже если один из котлов отключен, например, для проведения сервисных работ.

Наиболее близкий к потребителю "индивидуальный" тип теплоснабжения — это поквартирное отопление (ПО). Основными элементами системы поквартирного отопления являются газовый отопительный котел, трубопроводы, арматура, отопительные приборы, а также системы подачи воздуха и отвода продуктов сгорания.

Специалисты отмечают три основных преимущества ПО: во-первых, не требуется создание дорогостоящих теплотрасс; во-вторых, отсутствуют тепловые потери при доставке теплоты от места выработки до потребителя; в-третьих, потребитель получает возможность использовать именно то количество теплоты, которое ему требуется [1].

Но кроме перечисленных выше преимуществ, все автономные системы теплоснабжения имеют и недостатки. Так как производство тепловой энергии для коммунальных нужд, как и во всей энергетике, неизменно сопряжено с негативным воздействием на окружающую среду, то эта проблема относится также и к автономному теплоснабжению, причем для него она имеет еще более острое значение. Если, на ТЭС и крупных котельных выбросы производятся на некотором расстоянии от жилья с большой высоты, дающей возможность рассеиваться в атмосфере вредным примесям, то в автономном теплоснабжении выбросы теплогенераторов производятся в непосредственной близости от жилья и с небольшой высоты, что резко снижает санитарно-гигиенический комфорт проживающих рядом людей [2].

С целью увеличения экологической безопасности генераторов теплоты автономных систем теплоснабжения, работающих на природном газе, была разработана насадка на дымовую трубу, предназначенная для очистки дымовых газов от оксидов азота [3]. Способ очистки дымовых газов, положенный в основу этой разработки, основан на методе адсорбции. В качестве адсорбента предлагается использовать доменные гранулированные шлаки с модулем основности $M > 1$ [4].

Доменный шлак — пористый материал, имеющий небольшую плотность, высокую развитую по-

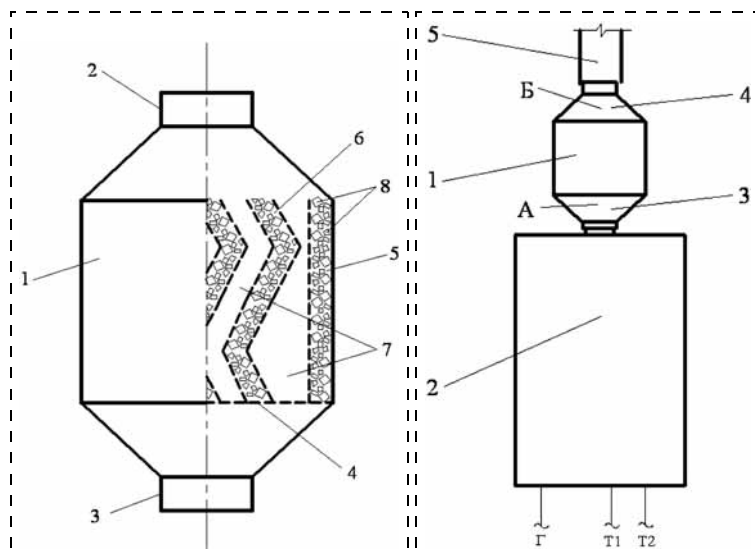


Рис. 1. Насадка на дымовую трубу

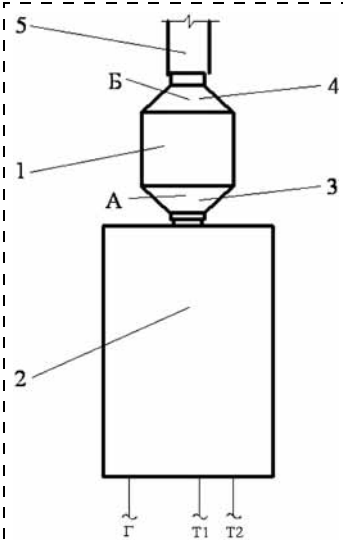


Рис. 2. Монтаж насадки на дымовую трубу теплогенератора

верхность, полученную при обработке расплавленного доменного шлака водой или водой и другими агентами, например, паром или сжатым воздухом, или тем и другим. Пористость доменного шлака обуславливает высокие адсорбционные свойства шлака. Химический состав доменных шлаков колеблется в широких пределах: CaO — 30...49 %; Al_2O_3 — 4,5...20 %; Fe_2O_3 — 0,3...0,8 %; SiO_2 — 33...44 %; MgO — 1,5...15 %; MnO — 0,3...3,0 %. Содержание в доменном шлаке основных оксидов обуславливает высокие хемосорбционные свойства шлака при очистке дымовых газов. Шлак доменный — побочный продукт, образующийся при производстве чугуна. Основная часть получаемого доменного шлака направляется в отвал. Рыночная стоимость шлака невысока по сравнению с другими адсорбентами. Доменный шлак, имея высокие сорбционные свойства, доступность и низкую цену, является оптимальным материалом для очистки дымовых газов.

Насадка на дымовую трубу (рис. 1) содержит вертикальный корпус 1, состоящий из верхнего и нижнего стыковочных узлов 2 и 3, с размещенной внутри перфорированной решеткой 4, на которой установлены перфорированные вертикальные 5 и перфорированные зигзагообразные кассеты 6, образующие между собой восходящие газовые каналы 7. Кассеты 5 и 6 заполнены доменным гранулированным шлаком 8 первого сорта [4] диаметром гранул от 5 до 10 мм. Вертикальные 5 и зигзагообразные перфорированные 6 кассеты, а также перфорированная решетка 4 имеют отверстия диаметром 3,5 мм и выполнены из коррозионно-стойкого материала.

Насадка на дымовую трубу 1 монтируется на теплогенератор 2 (рис. 2) и присоединяется к нему с помощью нижнего стыковочного узла 3. Верхний

стыковочный узел 4 насадки 1 присоединяется к дымовой трубе 5.

Во время работы теплогенератора дымовые газы поднимаются вверх и проходят через нижний стыковочный узел и насадку. В насадке происходит адсорбция вредных веществ [5] доменным гранулированным шлаком. При взаимодействии дымовых газов с доменным шлаком происходит как физическая, так и химическая адсорбция (хемосорбция) [6]. При хемосорбции кислотные оксиды дымовых газов (CO , NO_x , SO_2 , CO_2) взаимодействуют с основными оксидами доменного шлака (CaO , MgO). Чем выше содержание основных оксидов в доменном шлаке (выше модуль основности шлака), тем более активен процесс хемосорбции, вследствие чего выше степень очистки газов.

После очистки дымовые газы через верхний стыковочный узел поступают в дымовую трубу и выбрасываются в атмосферу. Для оценки эффективности работы насадки проводили

измерение концентрации вредных веществ в дымовых газах до насадки (в точке А, рис. 2) и после насадки (в точке Б, рис. 2). Для определения количества вредных веществ в дымовых газах использовали газоаналитический прибор MSI 150 PRO [7], который определяет температуру газа, температуру воздуха, концентрации O_2 , CO , NO_x , SO_2 , CO_2 .

В зависимости от режима горения теплогенератора насадка на дымовую трубу очищает дымовые газы на 50...70 %. Результаты проведенных исследований показывают:

1. Предложенное техническое решение позволяет проводить комплексную очистку дымовых газов от вредных газообразных примесей, образующихся в результате сжигания топлива с использованием недорогих отходов доменного производства доменных шлаков в одном компактном аппарате.

2. Использование предлагаемой насадки к теплогенератору позволяет улучшить экологические характеристики воздушной атмосферы в районе жилых массивов, повысив тем самым санитарно-гигиенический комфорт проживающих в них людей.

Список литературы

1. **Пресс-служба ARISTON.** Преимущества автономных систем отопления перед централизованными URL: <http://www.vashdom.ru> (дата публикации 20.10.07).
2. **Теплогенерирующие установки** / Г. Д. Делягин и др. — М.: Стройиздат, 1986. — 580 с.
3. **Заявка на патент:** Насадка для дымовой трубы, № 2010148989/05. Ежов В. С., Соколенко Н. С.
4. **ГОСТ 3476—74** Шлаки доменные и электротермофосфорные гранулированные для производства цемента.
5. **Кельцев Н. В.** Основы адсорбционной техники. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Химия, 1984. — 592 с.
6. **Грег С., Синг К.** Адсорбция, удельная поверхность, пористость. — М.: Мир, 1984. — 310 с.
7. **Руководство** по эксплуатации газоаналитического прибора MSI 150 PRO. — Калуга, 2002. — 9 с.

УДК 622: 622.834

Б. С. Ксенофонтов, д-р техн. наук, проф., **А. С. Козодаев**, канд. техн. наук, доц.,
Р. А. Таранов, ст. препод., **М. С. Виноградов**, инж., **А. А. Балина**, инж.,
Е. В. Петрова, асп., МГТУ им Н. Э. Баумана

Исследование процесса окисления железа при интенсификации бактериального выщелачивания металлов из золошлаков путем использования флотации

Приведены результаты исследования по влиянию времени аэрирования на процесс окисления двухвалентного железа и определению условий наиболее полного отделения трехвалентного железа от воды. Установлено, что практически полное окисление двухвалентного железа в трехвалентное происходит по истечении 90 мин аэрирования воды, содержащей железо. Полученные данные заложены в качестве рекомендаций для технологического процесса бактериального выщелачивания металлов из техногенных отходов, в том числе из золошлаков энергетических предприятий.

Ключевые слова: отходы, переработка, бактериальное выщелачивание, угольная зола, шлаки, предприятия энергетики.

Ksenofontov B. S., Kozodaev A. S., Taranov R. A., Vinogradov M. S., Balina A. A., Petrova E. V. Research of process of oxidation of iron at an intensification of a bacterial leaching of metals from ashes by flotation use

In work researches on influence of time of aeration on process of oxidation of bivalent iron and to definition of conditions of the fullest office of trivalent iron from water are conducted. It is established that almost full oxidation of bivalent iron in the trivalent happens after 90 minutes of aeration of the water containing iron. The obtained data are put as recommendations for technological process of a bacterial leaching of metals of technogenic waste, including from ashes the power enterprises.

Keywords: waste, processing, bacterial leaching, coal ashes, slags, power enterprises

Техногенные отходы, в том числе золошлаки энергетических предприятий, в РФ в основном складываются на спецполигонах или золоотвалах и используются в незначительном количестве для нужд народного хозяйства. В последнее время проводятся исследования и предпринимаются попытки использовать такие отходы в качестве сырья для получения редкоземельных и благородных металлов [1–10].

Бактериальное выщелачивание редкоземельных и благородных металлов из этих отходов в настоящее время является одним из наиболее перспективных

направлений их переработки. По различным оценкам затраты на производство 1 т меди путем выщелачивания снижаются в 1,5–2 раза по сравнению с традиционным гидрометаллургическим способом [11]. Биотехнология открывает возможность не только снизить себестоимость получения металлов, но и значительно увеличить сырьевые ресурсы за счет вовлечения в производство отходов, а также обеспечить комплексность извлечения металлов и не требует создания сложных горнодобывающих комплексов [2]. Сырьем служат наряду с отходами энергетических производств, например в виде золошлаков, отвалы бедных руд, хвосты обогащения, шлаки и шламы металлургического производства, промышленные стоки. В основе этой технологии лежит способность ацидофильных хемолитотрофных железо- и сероокисляющих бактерий разрушать кристаллическую решетку минералов, что обеспечивает перевод металлов в раствор и последующее их извлечение различными физико-химическими методами [11].

Однако механизм процесса биовыщелачивания и роль, которую играют микроорганизмы, до сих пор остаются не выясненными до конца. В более ранних исследованиях при биологическом выщелачивании металлов из сульфидных руд выделяли два возможных механизма.

Прямое бактериальное выщелачивание, которое происходит при непосредственном контакте бактериальной клетки с поверхностью минерала. При этом микроорганизмы способствуют разрушению кристаллической решетки минералов за счет действия продуктов метаболизма микроорганизмов. Основную роль отводят бактериям *Acidithiobacillus ferrooxidans*.

Данный процесс описывается следующим образом:



где MeS — сульфид металла.

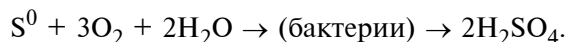
Непрямое бактериальное выщелачивание, при этом роль бактерий заключается в образовании окислителя, которым в кислых растворах служит Fe^{3+} . Бактерии выполняют только каталитическую функцию, ускоряя окисление Fe^{2+} до Fe^{3+} , непосредственно не взаимодействуя с минералом. В этом



случае выделяют бактерии *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Acidithiobacillus thiooxidans*, *Leptospirillum ferrooxidans*. Данный процесс описывается следующим образом:



При этом сера окисляется бактериями до серной кислоты:



В последнее время в литературе [3] встречаются сведения, в которых не прямое окисление металлов признается единственным механизмом данного процесса. В работе [3] представлен и обоснован механизм непрямого окисления через тиосульфат. В данном случае растворение сульфидов происходит вследствие комбинированного действия Fe^{3+} и протона. Промежуточный компонент — элементная сера может окисляться до сульфата сероокисляющими бактериями: *Acidithiobacillus thiooxidans*, *Acidithiobacillus caldus*. Образующееся Fe^{2+} окисляется до Fe^{3+} бактериями: *Acidithiobacillus ferrooxidans* и бактериями родов *Leptospirillum* и *Sulfobacillus*.

В литературе встречается описание и других возможных механизмов процесса биовыщелачивания металлов из различных сред, что свидетельствует о большом интересе исследователей к данной проблеме [5, 6].

В процессах биовыщелачивания металлов участвуют хемолитотрофы, которые в качестве источника энергии используют двухвалентное железо (Fe^{2+}) и восстановленные соединения серы, включая сульфиды. Кроме этого данные виды бактерий в качестве источника энергии могут использовать тиосульфаты, полиитионаты и тиоцианаты [7].

В настоящее время достаточно хорошо изучены отдельные виды хемолитотрофных бактерий, участвующих в процессах выщелачивания сульфидных руд [8–13]. Установлено, что они резко ускоряют процессы выщелачивания металлов. Известно, что культуральная жидкость, содержащая соединения Fe^{3+} , является более сильным окислителем, чем раствор соли $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, полученный химическим путем [14].

Таким образом, можно сделать вывод, что на кинетику процесса бактериального выщелачивания существенно влияет концентрация Fe^{3+} , которое образуется, в частности, в результате окисления Fe^{2+} хемолитотрофными бактериями.

Интенсифицировать процесс образования Fe^{3+} можно с помощью аэрирования во флотационной камере. Для изучения целесообразности аэрирования во флотационной камере были проведены исследования ки-

нетики процесса перехода двухвалентного железа в трехвалентное.

Исследование механизма образования гидрооксида железа и определение оптимальных условий для его образования необходимо знать для правильного подбора оборудования и создания условий для эффективного извлечения ионов металлов из различных техногенных отходов, в том числе золошлаков, при использовании технологии бактериального выщелачивания.

Исследование механизма окисления железа проводилось в специальном резервуаре с аэрацией сжатым воздухом (рис. 1). Установка для исследования механизма окисления железа включает камеру аэрирования 1 с расположенными на ее боковой поверхности патрубками для подачи сжатого воздуха 2, для подачи исходной сточной воды 3 и выходной патрубком 4 для перепуска воды в фильтр 6, с предварительным пропусканием воды через узел обработки магнитным полем 5. Далее через патрубок 11 вода поступает в рабочее пространство фильтра 6 и затем фильтруется через слой крупного 9 и мелкого 8 песка. После отделения трехвалентного железа вода выводится через патрубок 7. Образующийся осадок выводится из фильтра 6 через патрубок 10.

Принцип работы установки для исследования механизма окисления железа заключается в следующем. Исходная сточная вода через патрубок 3 поступает в камеру аэрирования 1, куда также подается сжатый воздух, который далее выходит в воду через аэратор 12 в виде пузырьков. После аэрирования воды в течение 30...90 мин присутствующие в воде ионы железа гидролизуются, образуя гидрооксиды. Далее вода с образовавшимися гидрооксидами железа перепускается через патрубок 4 в узел обработки магнитным полем 5, где гидрооксиды намагничиваются и агрегируются в большие флоккулы.

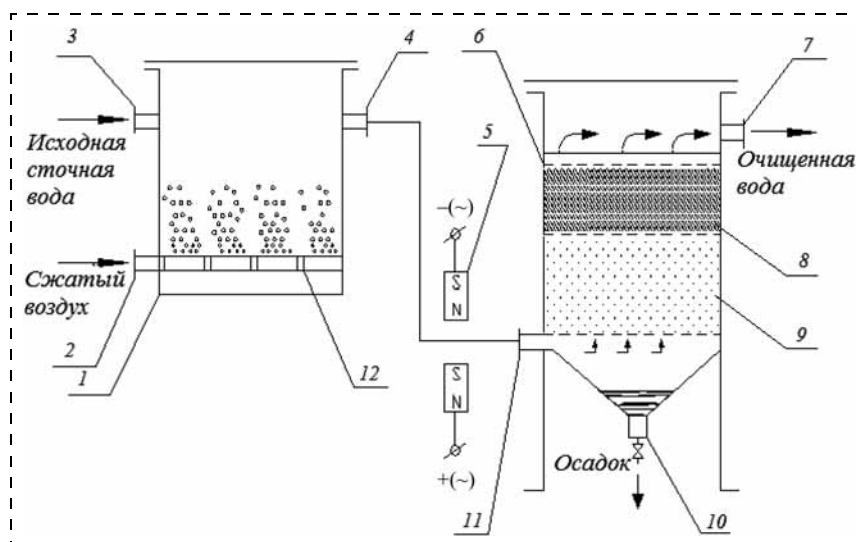


Рис. 1. Схема установки для исследования механизма окисления железа

После воздействия магнитным полем вода поступает через патрубок 11 в рабочее пространство фильтра 6 и проходит через слой крупного 9 и мелкого 8 песка. После отделения трехвалентного железа вода выводится через патрубок 7. Образующийся осадок в виде гидрооксидов железа выводится через патрубок 10.

Методика и результаты экспериментов

Процесс аэрирования воды происходил в специальной емкости вместимостью 1 л в течение определенного промежутка времени $t = 30 \dots 90$ мин. Затем после отстаивания при помощи колориметра определяли концентрацию железа.

Наглядно полученные данные можно представить в виде графика, который показывает, что концентрация двухвалентного железа в воде уменьшается с увеличением времени аэрирования (рис. 2).

Данные свидетельствуют о том, что при времени аэрирования $t = 90$ мин концентрация двухвалентного железа в воде существенно снижается.

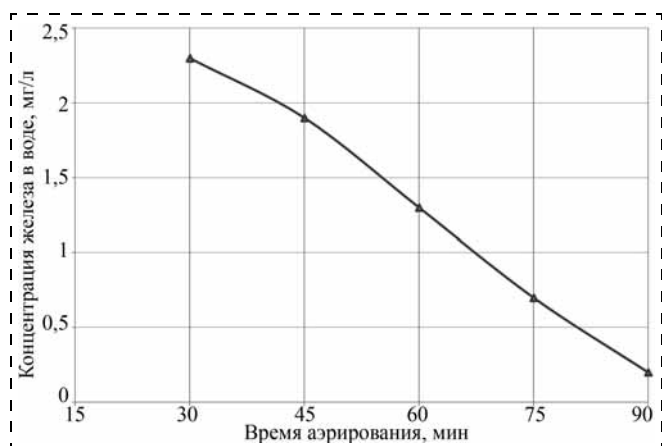


Рис. 2. Зависимость концентрации двухвалентного железа в воде от времени аэрирования

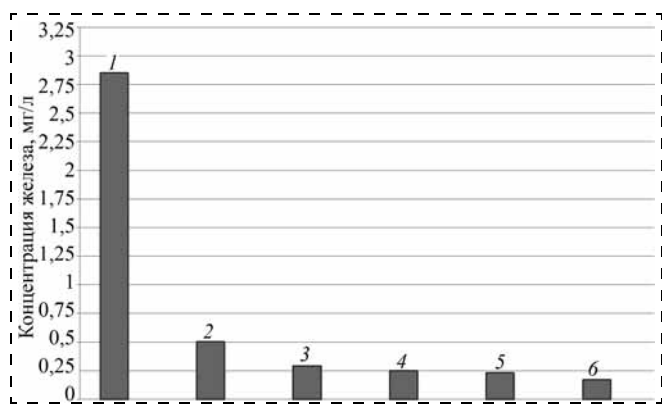


Рис. 3. Зависимость концентрации двухвалентного железа в воде от времени аэрирования при фильтровании через слой кварцевого песка постоянной высоты (4 см):

1 — исходная проба; 2 — $t = 30$ мин; 3 — $t = 45$ мин; 4 — $t = 60$ мин; 5 — $t = 75$ мин; 6 — $t = 90$ мин

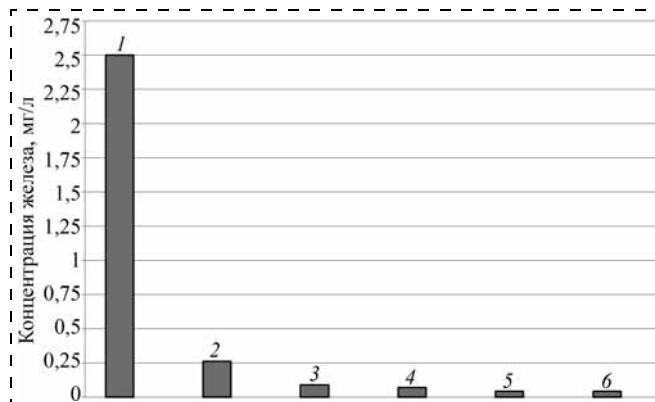


Рис. 4. Зависимость концентрации двухвалентного железа в воде от времени аэрирования при фильтровании через слой кварцевого песка постоянной высоты (0,5 м):

1 — исходная проба; 2 — $t = 30$ мин; 3 — $t = 45$ мин; 4 — $t = 60$ мин; 5 — $t = 75$ мин; 6 — $t = 90$ мин

Для полного отделения трехвалентного железа осуществляли фильтрование через слой зернистого материала различной высоты. Поэтому следующий этап экспериментальных исследований заключался в подборе наиболее эффективного и в то же время недорогого фильтрующего материала. Таким материалом является кварцевый песок. Результаты фильтрования через слой кварцевого песка толщиной 4 см представлены на рис. 3.

Данные, представленные на рис. 3, свидетельствуют о том, что минимальное содержание двухвалентного железа находится в пробах воды после аэрирования в течение 90 мин.

Далее были проведены опыты по фильтрованию воды через слой кварцевого песка толщиной 0,5 м. На рис. 4 приведены результаты таких экспериментов.

Полученные данные (см. рис. 4) свидетельствуют о том, что концентрация двухвалентного железа в воде так же, как и в предыдущем случае, достигает минимального значения при аэрировании воды в течение 90 мин. Эти результаты указывают на возможность регулирования содержания двухвалентного железа в водной среде не только с помощью микроорганизмов, но и с использованием аэрирования во флотационной камере или специальной установке, применяемой для бактериального выщелачивания металлов из техногенных отходов.

Указанные данные могут служить рекомендациями для выбора режимов бактериального выщелачивания металлов из техногенных отходов с использованием флотационной технологии, в том числе золошлаков энергетических предприятий.

Работа выполнена в рамках Государственного контракта № 14.515.12.0001 от 07 марта 2013 г. между МГТУ им. Н. Э. Баумана и Министерством образования и науки РФ.



Список литературы

1. Промышленная микробиология / З. А. Аркадьева, А. М. Безбородов, И. Н. Блохина и др.; под ред. Н. С. Егорова. — М.: Высш. шк., 1989. — 688 с.
2. Каравайко Г. И. Микробиологические процессы выщелачивания металлов из руд. Обзор проблемы. — М.: Межд. торг. центр, 1984.
3. Heijnen J. J., Bonn M. Chemical oxidation kinetics of pyrite in bioleaching processes // Hydrometallurgy. 1998. V. 48. N 1. P. 27–41.
4. Schippers A., Sand W. Bacterial leaching of metal sulfides proceeds by two indirect mechanisms via thiosulfate or via polysulfides and sulfur // Applied and Environmental Microbiology. 1999. V. 65. N 1. P. 319–321.
5. Rodríguez Y., Ballester A., Blázquez M. L. et al. New information on the pyrite bioleaching mechanism at low and high temperature // Hydrometallurgy. — 2003. — V. 71. — P. 37–46.
6. Tributsch H. Direct indirect bioleaching // Hydrometallurgy. — 2001. — V. 59. — P. 177–185.
7. Салхожаева Г. М., Парамонова И. Е., Нагуманова Л. А., Динкаева К. А., Талжанов Н. А., Балпанов Д. С. Выделение и идентификация железоокисляющих хемолитотрофных бактерий рода *Acidithiobacillus* из рудных месторождений Акмолинской области // Биотехнология. Теория и практика. — 2010. — № 4. — С. 64–69.
8. Современная микробиология. Прокариоты: в 2-х томах. Т. 1. Перевод с англ. / Под ред. Й. Ленгелера, Г. Древса, Г. Шлегеля. — М.: Мир, 2012. — 656 с.
9. Захарчук Л. М., Цапина И. А., Красильникова Е. Н., Богданова Т. И., Каравайко Г. И. Метаболизм углерода *Sulfobacillus thermosulfidooxidans* // Микробиология. — 1994. — Т. 63. — № 4. — С. 573–580.
10. Красильникова Е. Н., Захарчук Л. М., Богданова Т. И., Цапина И. А. Ферменты метаболизма серы у термоацидофильной бактерии *Sulfobacillus sibiricus* // Микробиология. — 2004. — Т. 40. — № 1. — С. 62–65.
11. Журавлева А. Е., Исмаилов А. Д., Красильникова Е. Н., Цапина И. А., Захарчук Л. М. Особенности процессов энергообеспечения умеренно-термофильных бактерий рода *sulfobacillus* // Микробиология. — 2008. — Т. 77. — № 5. — С. 708–712.
12. Бакаева М. Д., Логинов О. Н., Столярова Е. А., Силищев Н. Н. Штамм бактерий *Acidithiobacillus ferrooxidans* для биовыщелачивания меди из отходов обогащения сульфидных руд: пат. Российской Федерации. № 2349641. 2009.
13. Суханова М. А., Пивоварова Т. А., Меламуд В. С. Способ переработки сульфидных руд и пирротинового концентрата: пат. Российская Федерация. № 2367691. 2009.
14. Фомченко Н. В. Двухстадийное бактериально-химическое окисление сульфидных концентратов золота и цветных металлов // Автореферат дисс. д-ра техн. наук. — М., 2012.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 661.92

И. Х. Бикбулатов, д-р хим. наук, проф., зав. кафедрой,
Л. Р. Асфандиярова, канд. техн. наук, препод., А. А. Панченко, асп.,
Е. А. Ямлиханова, студент, Филиал Уфимского государственного нефтяного
технического университета в г. Стерлитамаке РБ
E-mail: alina-8706@rambler.ru

Региональная проблема снижения выбросов промышленных предприятий в период неблагоприятных метеорологических условий

Приведены данные анализа планов мероприятий при неблагоприятных метеорологических условиях (НМУ) на предприятиях, нормативных документов, регулирующих данную сферу. Предложены возможные пути решения по составлению эффективных с точки зрения охраны природы планов по снижению выбросов в период НМУ.

Ключевые слова: воздушный бассейн, инверсия, неблагоприятные метеороусловия (НМУ), санитарно-защитная зона, мониторинг

Bikbulatov I. H., Asfandiyarova L. R., Panchenko A. A., Yamlihanova E. A. The Regional Problem of Reducing Industrial Emissions in the Period of Adverse Weather Conditions

In this article presents the analysis of efficient of action plans for adverse weather conditions (AWC) in enterprises, regulatory documents governing this area. Possible solutions for the preparation of efficient from the standpoint of conservation plans to reduce emissions in the period of AWC.

Keywords: air basin inversion, adverse weather conditions (AWC), sanitary-protective zone, monitoring

Проблема загазованности воздушного бассейна автотранспортом и промышленными предприятиями в г. Стерлитамаке республики Башкортостан является одной из приоритетных. Согласно критериям оценки загрязнения атмосферы уровень загрязнения воздуха в городе характеризуется как высокий (комплексный показатель ИЗА (индекс загрязнения атмосферы) в 2010 г. составил 13,9).

Основную техногенную нагрузку на состояние окружающей природной среды города формируют 115 природопользователей. Суммарные выбросы вредных веществ в атмосферу от стационарных источников и автотранспорта составляют в среднем 100 тыс. т в год, в атмосферу поступает 180 наименований загрязняющих веществ [1, 2].

Сложная экологическая ситуация г. Стерлитамака обуславливается тем, что размещение промышленных предприятий произведено без учета экологической емкости территории. Основную нагрузку на окружающую среду оказывают предприятия I категории опасности: акционерные общества "Башкирская содовая компания", "Синтез-Каучук", "Стерлитамакский нефтехимический завод", "Строительные материалы", две теплоэлектроцентрали, которые дают 90 % всех видов загрязнений от стационарных источников.

На состояние воздушного бассейна и рассеивание выбросов большое влияние оказывают метеоусловия. Город расположен в 4-й климатической зоне и часто состояние атмосферы характеризуется слабыми ветрами, туманами, температурными инверсиями. Период неблагоприятных метеоусловий (НМУ) составляет до 80 % дней в году. Неблагоприятные метеоусловия способствуют накоплению выбросов и, как следствие, формированию высокого уровня загрязнения воздуха.

Регулирование выбросов предприятий осуществляется с учетом прогноза НМУ, составляемого прогнозистическим подразделением Башкирского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, на основе предупреждений о возможном опасном росте концентраций примесей в воздухе с целью его предотвращения. В зависимости от ожидаемого уровня загрязнения атмосферы составляются предупреждения трех степеней, которым соответствуют три режима работы: согласно Методическим указаниям РД 52.04.52—85 [3] в период I, II, III режима мероприятия по регулированию выбросов в атмосферу на предприятиях должны обеспечить сокращение концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы на 15...20 %, 20...40 %, 40...60 % соответственно. В период действия указанных режимов предприятия соблюдают нормативы выбросов, но уровень загрязнения воздуха в городе превышает санитарно-гигиенические нормы в несколько раз, например, концентрации сероводорода, фенола, метанола, озона превышают предельно допустимые нормы до 4 раз, формальдегида — до 5 раз [1, 2].

Высокая повторяемость повышенных концентраций загрязняющих веществ в городе, а также анализ выполнения предприятиями Планов мероприятий по

регулированию выбросов в атмосферу в период НМУ свидетельствуют об их недостаточной эффективности. Казалось бы, нужно ужесточить нормативы выбросов для предприятий, но тогда они не смогут нормально работать при достигнутом уровне технологий.

Механизм регулирования выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух в периоды НМУ определен Методическими указаниями РД 52.04.52—85 [3], согласно которым в период объявленных режимов предприятия должны обеспечить снижение концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы за счет проведения природоохранных мероприятий.

Проверки соблюдения требований природоохранного законодательства на предприятиях показали, что выполнение всех запланированных мероприятий не позволяет обеспечить снижение концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы, более того, происходит их повышение в связи с накоплением выбросов загрязняющих веществ в воздушном бассейне города.

Существующие законодательные акты и нормативно-методические документы не позволяют в полной мере повлиять на обеспечение благоприятной окружающей среды в период НМУ. Методические указания РД 52.04.52—85 "Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях" [3] ни разу не пересматривались. Необходимость их корректировки обуславливается произошедшими изменениями в структуре государственной власти страны, функциональных обязанностей природоохранных органов, в формах собственности хозяйствующих субъектов, в организации периодичности проверок предприятий и т. д.

Учитывая, что на территории г. Стерлитамака расположено несколько промышленных предприятий, для обеспечения сокращения концентрации загрязняющих веществ требуется рассчитать необходимое снижение нагрузки для каждого источника выбросов в отдельности, используя метод "от обратного". Это невозможно с математической точки зрения в виду того, что отсутствует единый том ПДВ для всех предприятий. Таким образом, невозможно задать количественные ограничения выбросов при разных режимах НМУ.

С целью определения эффективности разработанных мероприятий при НМУ необходимо составить карты рассеивания загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух, по каждому веществу с учетом и без учета мероприятий по сокращению выбросов в периоды НМУ, и произвести соответствующие рассеиванию расчеты, в которых использованы данные НМУ.

Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (введено в действие письмом Ростехнадзора от 24 декабря 2004 г. № 14-01-333) [4] предусматривает, что мероприятия по регулированию выбросов разрабатываются для предприятий I и II категорий, а в отдельных случаях (по рекомендации территориальных органов Росприроднадзора) и для предприятий III категории [4]. Однако в связи с тем,



что на территории г. Стерлитамака расположено множество малых предприятий III и IV категории, на выбросы которых приходится примерно 2500 т/год, возникает необходимость разработки мероприятий при НМУ для всех предприятий независимо от их категории.

Оценка общих выбросов вредных веществ в атмосферу в условиях г. Стерлитамака показывает, что соотношение количества вредных веществ, выбрасываемых передвижными источниками в среднем за последние 10 лет, составляет до 45 % от валовых выбросов (до 40 тыс. т). В связи с этим, необходимо разрабатывать мероприятия по регулированию выбросов от автотранспорта в атмосферу в период НМУ.

Следует также создать единую систему мониторинга атмосферного воздуха города. Так, в Стерлитамаке качество воздушного бассейна города контролируется пятью стационарными постами, находящимися в ведении Башкирского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, автоматическими станциями и передвижными лабораториями, находящимися в ведении Управления государственного аналитического контроля Минэкологии РБ, но в единый комплекс данные мониторинга не сводятся: показатель ИЗА и фоновые концентрации, служащие основой расчетов рассеивания при разработке проектов предельно допустимых выбросов, рассчитываются по данным Башкирского Управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Анализ Планов мероприятий по регулированию выбросов в атмосферу в период НМУ показал, что основные мероприятия при I, II, III режимах предусматривают снижение технологических нагрузок от максимально достигнутых или от проектных показателей. Если учесть, что фактические мощности уже в течение многих лет составляют 30...70 % от проектных, то можно сделать однозначный вывод, что разработанные мероприятия не нацелены на реальное снижение объемов выбросов. Таким образом, предприятия работают с теми же параметрами, что и в период отсутствия НМУ и это формально не противоречит РД 52.04.52—85.

Учитывая данное обстоятельство для сокращения концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы необходимо обеспечить выполнение природоохранных мероприятий при режимах НМУ уменьшением технологических нагрузок от фактически достигнутых производственных показателей на период, предшествующий НМУ.

Зачастую на предприятиях проводятся "непроектные" технологические мероприятия. Если проведение таких работ может повлечь выделение вредных веществ в атмосферу, необходимо произвести расчет вклада количества выбросов веществ от выполнения данного мероприятия перед их осуществлением.

Необходимо совершенствование законодательной базы путем внесения дополнений. Например, на границе санитарно-защитных зон (СЗЗ) предприятий г. Стерлитамака периодически фиксируются превышения концентраций ряда определяемых ингредиен-

тов над предельно допустимыми нормами. Требования обеспечения снижения уровня воздействия до уровня гигиенических нормативов по всем факторам воздействия за пределами СЗЗ определены СанПиН 2.2.1-2.1.1.1200—03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов" и ст. 30 Федерального Закона от 04.05.1999 № 96-ФЗ "Об охране атмосферного воздуха".

Однако в Кодексе об административных правонарушениях РФ не предусмотрена прямая ответственность не только за нарушение вышеуказанных требований законодательства, но и за невыполнение мероприятий при НМУ (требование ст. 19 Федерального Закона от 04.05.1999 г. № 96-ФЗ). В связи с этим назрела необходимость дополнить Кодекс соответствующими статьями. Это позволит обеспечить неотвратимость ответственности за допущенные экологические правонарушения.

В настоящее время правительством Республики Башкортостан предпринимаются меры в данном направлении. Так, постановлением Правительства РБ от 29.11.2011 № 436 утвержден порядок проведения работ по регулированию выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух в периоды НМУ на территории РБ. В соответствии с п. 2.3 данного порядка Планы мероприятий по сокращению выбросов вредных веществ в атмосферу в период НМУ утверждаются руководителями организаций и согласовываются с Минэкологии РБ (в последнем утвержден Административный регламент по согласованию данных планов). В результате в г. Стерлитамаке за период 2011—2012 гг. государственными органами были пересмотрены Планы мероприятий по сокращению выбросов вредных веществ в атмосферу в период НМУ предприятий г. Стерлитамака и разработаны более эффективные мероприятия. Указанное позволило организовать и усилить надзор за деятельностью предприятий на местном уровне как со стороны государственных органов, так и со стороны самих природопользователей.

Таким образом, кроме кардинальной перестройки технологий предприятий на ультрасовременные малоотходные и безопасные, в регионе необходимы и малозатратные, но достаточно эффективные вышеперечисленные меры.

Список литературы

1. **Доклад** о состоянии окружающей среды г. Стерлитамака за 2010 год. — Стерлитамак: Стерлитамакское территориальное управление Минэкологии РБ, 2011.
2. **Бикбулатов И. Х.** и др. Влияние антропогенных факторов на состояние воздушного бассейна г. Стерлитамака // *Экология и промышленность России*. — 2012. — Апрель. — С. 54—55.
3. **Методические указания** "Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях" РД 52.04.52—85 (утверждено и введено в действие Госкомгидрометом СССР).
4. **Методическое пособие** по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (введено в действие письмом Ростехнадзора от 24 декабря 2004 г. № 14-01-333).

В. П. Стусь, д-р мед. наук, проф., зав. кафедрой, Днепропетровская медицинская академия МОЗ Украины, **В. И. Ляшенко**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., нач. отдела, Украинский научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт промышленной технологии", г. Желтые Воды, Украина
E-mail: vi_lyashenko.mail.ru

Охрана окружающей природной среды и населения в зоне влияния урановых объектов

Приведены основные научные и практические результаты повышения экологической безопасности и жизнедеятельности населения в зоне влияния урановых объектов. Дана санитарно-гигиеническая оценка содержания тяжелых металлов (ТМ) и радионуклидов в окружающей среде (почве, воде и пищевых продуктах) промышленных городов Украины: Днепропетровска и Желтые Воды в сравнении с г. Новомосковск. Изучены особенности накопления и распределения ТМ и естественных радионуклидов в биосубстратах жителей промышленных городов Днепропетровской области, а также их влияние на морфологические изменения в почках. Установлены корреляционные зависимости между содержанием ТМ и патоморфологическими изменениями в почках.

Ключевые слова: тяжелые металлы, радионуклиды, радиационные факторы, промышленные города, мочеполая система, пектинопрофилактика

Stus V. P., Lyashenko V. I. The Protection of Environment and Population in the Zone of Influence of Uranium Facilities

The study of important hygienic aspects of a combined impact of radiation factor and heavy metals (HM) of uranium-extracting and metallurgical industry of Dnipropetrovsk region on urinary-genital system of the workmen and population of the industrial cities. A comparative estimation of HM content and radionuclides in the surrounding environment (soil, water and food products) of industrial and non-industrial cities — Dnipropetrovsk, Zholtie Vody, Novomoskovsk is given, peculiarities of accumulation and distribution of HM and radionuclides in the biosubstrates residents of industrial cities, as well as their impact on morphologic changes in the kidneys were studied, correlation dependences between HM content and pathological changes in the kidneys were established, peculiarities of sickness rate of diseases of urinary-genital system among the population, residents of Dnipropetrovsk region.

Keywords: heavy metals, radionuclides, radiative factor, industrial cities, urinary-genital system, pectinophylaxis

Актуальность проблемы. В области профилактической медицины недостаточно изучены особенности сочетанного воздействия факторов радиационной и химической природы на организм человека. Среди химических загрязняющих веществ ведущее место занимают тяжелые металлы (ТМ) и их соединения, которые по прогнозам и оценкам ряда исследователей в будущем могут стать более опасными, чем отходы атомных электростанций. Поэтому охрана окружающей природной среды и населения в зоне влияния урановых объектов на основе научного обоснования, разработки и внедрения профилактических мероприятий по минимизации отрицательных последствий на здоровье человека от сочетанного воздействия ТМ и радиационных факторов — вот те важные научные, практические и социальное задачи, которые требуют неотлагательного решения¹ [1—23].

Цель исследования — охрана окружающей природной среды и населения в зоне влияния урановых объектов на основе научного обоснования, разработки и внедрения профилактических мероприятий по минимизации отрицательных последствий на здоровье человека от сочетанного воздействия радиационных факторов и ТМ.

Задачи исследования:

- **дать** комплексную пространственно-временную гигиеническую оценку радиационных факторов и

¹ Научные и практические результаты исследований получены в рамках научно-исследовательских работ: "Изучение влияния комбинированного воздействия тяжелых металлов на развитие заболеваний мочеполовой системы у жителей, в том числе беременных, рожениц и новорожденных, интенсивной промышленной зоны, разработки профилактических и реабилитационных мероприятий по устранению их негативного влияния" (№ госрегистрации 0197U003146); "Изучение роли комбинированного влияния тяжелых металлов и малых доз ионизирующего излучения в развитии заболеваний мочеполовой системы, разработка профилактических и реабилитационных мероприятий по устранению их негативного влияния" (№ госрегистрации 0199U001006); "Разработка эффективных мер профилактики заболеваний мочеполовой системы доброкачественного и злокачественного (рак мочевого пузыря, предстательной железы) характера у населения, которое подлежит постоянному влиянию комбинации радиационных и химических факторов" (№ госрегистрации 0105U001701).



ТМ в жизнеобеспечивающих средах (почва, вода, пищевые продукты);

- **осуществить** гигиеническую оценку уровней и концентраций внешнего и внутреннего влияния радиационных факторов и ТМ на организм рабочих и критических групп населения;
- **изучить** особенности накопления и распределения ТМ и природных радионуклидов в тканях мочеполовых органов жителей промышленного региона и их связь с патоморфологическими изменениями в почках;
- **разработать и внедрить** мероприятия профилактики нарушений мочеполовой системы населения, которое проживает в условиях сочетанного влияния радиационного фактора и ТМ.

Методы исследования

Для достижения поставленной в работе цели были использованы *санитарно-гигиенические* (спектрофотометрическая оценка содержания ТМ в почве, воде, продуктах питания); *радиометрические* (измерение экспозиционной дозы γ -излучений и интенсивности γ -излучений, измерения радиоактивности γ - и β -излучения, измерение мощности экспозиционной дозы γ -излучения, определение мощности поглощенной дозы γ -излучения в воздухе, измерение концентрации радона, радиометрический анализ ПРН); *радиохимические* (определение содержания изотопов урана (^{234}U , ^{238}U) в моче и почках жителей); *токсикологические* (спектрофотометрическое определение ТМ в биосубстратах жителей); *клинические лабораторные исследования* (общеклиническое исследование крови и мочи); *биохимические* (мочевина, остаточный азот, креатинин, билирубин, белок, натрий, калий, хлор); *морфологические* (гистологическое исследование почек жителей промышленных городов); *морфометрические* (определение объема капсулы почечного тельца и сосудистого клубочка, их соотношение, диаметр проксимальных, дистальных, тонких канальцев и собирательных трубочек, объема ядер и цитоплазмы эпителиоцитов и их соотношение у жителей промышленных городов); *статистический* и *математический* методы исследований с использованием комплексного системного подходов.

Объекты исследований

Урановая промышленность в Украине получила свое развитие с началом подземной разработки Желтореченского уранового месторождения (1951 г.), расположенного в г. Желтые Воды Днепропетровской области. На Желтоводской площадке размещены шахты "Ольховская", "Северная-Дренажная", "Ка-

питальная", "Новая", "Новая-Глубокая", "Южная-Вентиляционная", завод по переработке уранового сырья (ГМЗ), завод по производству серной кислоты (СКЗ) и ряд вспомогательных подразделений. С начала эксплуатации Желтореченского железорудного и уранового месторождений образовались два карьера: "Габаевский" и "Веселоивановский", четыре хвостохранилища: отработанный карьер бурых железняков (КБЖ); балки "Шербаковская" ("Ш"); "Разбери" ("Р") и "Терновская" ("Т"), а также воронка обрушения — как следствие подземной разработки железорудного месторождения системами с принудительным обрушением руд и вмещающих пород. Добыча руд на шахтах и карьерах привела к образованию отвалов пустых пород и забалансовых руд и нарушению плодородных земель, которые на сегодня частично рекультивированы.

Особую проблему представляет формирование радиационной обстановки в городе, когда в начальный период эксплуатации Желтореченского уранового месторождения из-за недостатка знаний, отсутствия надежного радиометрического оборудования, эффективных приборов и систем радиационного контроля, законодательной базы обращения с радиоактивными отходами, часть горных пород, содержащих радиоактивные материалы, несанкционированно использовалась при строительстве дорог, тротуаров, жилых домов и других помещений социальной инфраструктуры (детские дошкольные учреждения, общеобразовательные школы, Желтоводский промышленный техникум и др.). Такие радиоактивные материалы обнаружены в большинстве обследованных жилых домов и дворах частного сектора города в виде пятен (в фундаментах, подсыпке внутри и снаружи помещений). Более того, при строительстве во многих случаях использовались бывшие в употреблении на шахтах и ГМЗ материалы, такие как лес, металл и пр.

Отдельную проблему представляет радон — радиоактивный инертный газ без запаха и цвета, образующийся при распаде радия-226, входящего в семейство урана. В зависимости от природы его образования этот элемент имеет различный период полураспада: радон-222 — 3,8 сут., а радон-220 (торон) — 55 с. Радон распространяется по порам (трещинам) почвы, горных пород или руд и может проникать в воздух жилых помещений либо в атмосферу. Основным источником поступления радона в воздух помещений — почва под зданием и строительные материалы, добываемые на месторождениях (щебень, гравий, песок, бутовый и пиленный камень, цементное и кирпичное сырье), побочные продукты промышленности, а также отходы производства, используемые для их изготовления (золы, шлаки и пр.).

На базе данных лабораторных исследований санитарно-эпидемиологических станций (СЭС)

Днепропетровской области определялись содержания ТМ в питьевой воде, воздухе, почве, местных пищевых продуктах в двух индустриальных городах (Днепропетровск и Желтые Воды, Украина) и сравнивались с аналогичными показателями условно "чистого" города Новомосковска (Украина). Город Днепродзержинск является индустриальным городом Днепропетровской области с высоким уровнем урбанизации, где на сравнительно небольшой территории сконцентрированы крупные предприятия тяжелой промышленности: два коксохимических завода, металлургический комбинат, химические и машиностроительные предприятия, предприятия атомной промышленности. Всего в городе зарегистрировано 86 промышленных предприятий разных отраслей: черной металлургии, химической промышленности, машиностроения, производства стройматериалов, транспорта и др. К основным предприятиям, определяющим экологическую ситуацию в городе, относятся: ОАО "Днепровский металлургический комбинат", комплекс предприятий бывшего Приднепровского химзавода (ПО "ПХЗ"), ОАО "Днепро-Азот", ОАО "Днепроцемент", ОАО "Баглейкокс", ОАО "Днепродзержинский коксохимзавод", ОАО "Днепроввагонмаш", Днепродзержинская ТЭЦ. Схема расположения хвостохранилищ ПО "ПХЗ" приведена на рис. 1 (см. 2-ю стр. обложки).

Приборное обеспечение

Для выполнения работ по радиационному обследованию жилых помещений г. Желтые Воды использовались приборы и оборудование: дозиметр ДБГ-06Т, радиометры СРП-88Н и ИРМ, гамма-спектрометр СГС (LP-4900В) и радон-монитор Alpha GUARD PQ 2000 и др. (рис. 2 — см. 2-ю стр. обложки). Радиоэкологические исследования включали: измерение мощности экспозиционной дозы (МЭД) γ -излучения за сетью 100×100 м и 20×10 м в объеме 40 км^2 ; анализ почвы на содержание радионуклидов; отбор проб воды на содержание радия и урана; определение суммарной α - и β -активности почвы; определение концентрации радона в жилых помещениях [3—7; 9—18, 22, 23].

Объем исследований

Определение содержания ТМ в биосубстратах выполнено у 55 жителей, 23 рабочих гидрометаллургического завода (ГМЗ), 69 горняков шахты "Новая" г. Желтые Воды и 26 жителей г. Новомосковска (контрольный город). Содержание Pb, Cd, Cu, Zn, Co, Cr, Ni и Fe исследовалось в крови, моче, волосах, слюне и сперме с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии в лаборатории физико-

химических методов исследований НИИ геологии Днепропетровского национального университета. Изучено содержание ТМ в корковом веществе почек 48 жителей промышленных и непромышленных городов Днепропетровской области. Почки были получены при судебно-медицинских вскрытиях лиц, которые умерли от разнообразных причин: острых сердечно-сосудистых заболеваний, асфиксии и травматических повреждений. Средний возраст жителей составлял $56,1 \pm 11,1$ года. Также исследовали ткани почек, мочевого пузыря, предстательной железы и яичек постоянных жителей г. Желтые Воды, полученные при судебно-медицинских вскрытиях 21 лица мужского пола (средний возраст — $51,0 \pm 18,8$ года), которые скончались от разнообразных причин: острых сердечно-сосудистых заболеваний, асфиксии и травматических повреждений.

Проведено сравнение патоморфологических и морфометрических изменений в почках жителей промышленного и контрольного городов, которые умерли от аналогичных причин. Исследование почек проводили с помощью стандартных процедур биометрии в световом микроскопе "Leica-CME" (при увеличении от 400 до 1000 раз). Гистологические исследования осуществлены сотрудниками кафедры патологической анатомии Днепропетровской государственной медицинской академии. Определение содержания изотопов урана (^{234}U , ^{238}U) в моче и почках жителей промышленных городов выполнено радиохимическим методом в лаборатории радиохимического сопровождения дозиметрии ГУ "Научный центр радиационной медицины АМН Украины" согласно со сборником методик выполнения измерений с использованием α -спектрометрии "Активность радионуклидов альфа-излучателей в биологических пробах", с дальнейшим измерением активности урана на α -спектрометре Alpha analyst 7200-12 "Canberra".

Результаты и их обсуждение

Анализ загрязнения почвы, питьевой воды и пищевых продуктов ТМ

Содержание ТМ в почве всех функциональных зон г. Днепропетровска по моноэлементной гигиенической оценке колеблется от $0,2 \pm 0,1$ до $274,8 \pm 21,0$ мг/кг при самом большом превышении ПДК (в 1,50—11,25 раза) для Pb, Cd, Ni, Cu, Zn, в 1,1—11,0 раз выше относительно кларковых величин (в особенности Pb и Cd) и в 2—200 раз — в сравнении с аналогичными показателями контрольного города, что доказывает техногенность их происхождения. Гигиенический анализ полиэлементного состава почвы по суммарному показателю загряз-



нения (Z_c) позволяет отнести жилую зону и зону зеленых насаждений (ЗЗН) к безопасному уровню ($Z_c = 14,6$ и $2,7$ ед. соответственно), а санитарно-защитную зону (СЗЗ) — к умеренно опасному ($Z_c = 16,8$ ед.). Концентрация абиогенных ТМ промышленной зоны (ПЗ) и санитарной зоны (СЗ) г. Желтые Воды в 2,3—11 раз выше по ПДК и в 3,8—7,5 раза — по кларковым значениям, в особенности Pb и Cd, при аналогичном увеличении также и биогенных ТМ в 2,3—8,0 раз (за исключением Mn и Co) относительно ПДК. По интегральной гигиенической оценке почва СЗ города безопасная ($Z_c = 15$ ед.), а ПЗ — умеренно опасная ($Z_c = 18,1$ ед.).

Сравнительная гигиеническая оценка с данными контрольного города свидетельствует, что СЗ промышленных городов содержит в почве в увеличенном количестве ($p < 0,05$) не только токсичные ТМ — Pb (в $2,0 \pm 0,6$ раза), Cd (в $2,4 \pm 0,6$ — $3,9 \pm 1,4$ раза) и Ni (в $5,9 \pm 3,3$ — $6,8 \pm 2,6$ раза), но и ТМ-микроэлементы — Cu (в $3,0 \pm 1,6$ — $4,7 \pm 2,6$ раза), Zn (в $5,4 \pm 1,9$ — $8,2 \pm 3,8$ раза), Fe (в $6,1 \pm 0,9$ раза), Cr (в 200 ± 120 раз) на фоне уменьшенного $2,0 \pm 0,3$ раз количества Mn, что в целом обусловлено их техногенным поступлением в условиях индустриально развитых населенных территорий. Среднегодовые значения ТМ в питьевой воде г. Днепропетровска колеблются от $(0,3 \pm 0,2 \cdot 10^{-3})$ мг/дм³ (Cd) до $0,14 \pm 0,08$ (Al) и отвечают гигиеническим нормативам, но в отдельные годы эти показатели для Pb, Cd и Fe превышали ПДК в 1,0—1,8 раза. На протяжении 20 лет происходят разнонаправленные изменения химического состава питьевой воды, а именно: неуклонное возрастание ($p < 0,05$) в 1,4—3,9 раза содержания Pb, Mn, Zn при уменьшении ($p < 0,05$) в 1,7—9,6 раза содержания Cu и Fe, что связано с увеличением неочищенных промышленных сбросов, устаревшими технологиями и оборудованием водоподготовки.

Питьевая вода г. Желтые Воды содержит ТМ, средние концентрации которых колеблются от 0,0017 (Cd) до 0,11 мг/дм³ (Fe), т. е. в основном в границах их ПДК, за исключением Cd, содержание которого выше норматива ($p < 0,05$). Во временной динамике наблюдается возрастание концентрации Pb (в 1,4 раза), Mn (в 1,8 раза) и Cu (в 8,1 раза). Сравнительная гигиеническая оценка химического состава питьевой воды промышленных городов с контрольным установила повышенные их концентрации в 1,5—12,4 раза для Fe, Zn, Cu, Ni, Cr, Mn, в особенности характерных для г. Желтые Воды, что служит закономерным доказательством антропогенности их происхождения. Выявлена и низкая загрязненность пищевых продуктов г. Днепропетровска ТМ, концентрации которых не превышают ($p > 0,05$) ПДК, кроме сахара, в котором уровни Cu

и Zn достигают 1,4...1,8 ПДК и отвечают ($p > 0,05$) значениям фоновых территорий, за исключением сниженного ($p > 0,05$) в 2,4—2,8 раза содержания Zn относительно биологической нормы, что предполагает достоверность развития Zn-дефицитных состояний и репродуктивных осложнений у населения. В динамике 20-летнего периода уровень ксенобиотиков повысился в особенности в хлебе, сахаре и молоке в 1,1—14,8 раза.

Содержание ТМ в пищевых продуктах в г. Желтые Воды колеблется от 0,0095 (Cd) до 5,7 мг/кг (Zn), что отвечает гигиеническим нормативам, за исключением содержания Cd в растительных продуктах, концентрация которого выше ($p < 0,05$) ПДК, что в целом совпадает с данными, полученными на нормальных геохимических территориях. В то же время в животных продуктах средние величины Zn намного ниже ($p < 0,05$) биологической нормы, что делает возможным дефицит Zn в рационе населения этого промышленного города. Концентрация Pb и Cd как пищевых ксенобиотиков в условиях промышленных городов достоверно ($p < 0,05$) выше контрольной, что подтверждает их техногенность. Содержание микроэлементов (кроме цинка в мясе г. Желтые Воды), практически не отличается в продуктах всех городов наблюдений.

Гигиенические исследования радиационного фактора в почве, воде, строительных материалах, пищевых продуктах местного производства

Мощность дозы γ -излучения в СЗЗ г. Желтые Воды в среднем составляет $(0,16 \pm 0,05)$ мкЗв/ч, суммарная удельная α -активность природных радионуклидов (ПРН) в почве — (1181 ± 891) Бк/кг. Удельная суммарная α -активность ПРН в почве зоны наблюдения в среднем составляет (866 ± 243) Бк/кг и не превышает фоновых значений. На сельбищной территории города были установлены аномальные точки и локальные пятна с уровнем γ -излучения от 1,76 до 44 мкЗв/ч при фоновом уровне 0,03 мкЗв/ч как следствие использования населением радиационных строительных материалов [22, 23]. При этом на 90 % территории города МЭД составляет до 0,264 мкЗв/ч, на 10 % площади превышает 0,264 мкЗв/ч, из них на 3 % МЭД — свыше 1,1 мкЗв/ч. Выявлено 5368 аномальных точек с интенсивностью γ -фона 1,1 мкЗв/ч, в 460 из них мощность дозы γ -излучения превышает 88 мкЗв/ч и в 57 точках — 264 мкЗв/ч.

После проведения в 2000—2004 гг. дезактивизационных работ мощность поглощенной дозы γ -излучения составляет — $(0,109 \pm 0,015)$ мкГр/ч, а МЭД γ -излучения — $(0,108 \pm 0,015)$ мкЗв/ч. Эквивалентная равновесная объемная активность радона (ЭРОА) в жилых помещениях достигает 1600,0 Бк/м³

при нормативе 100 Бк/м³. В условиях повышенного содержания радона проживают 11 % (6600 лиц) населения города, а 240 лиц из них вдыхают воздух с ЭРОА радона свыше 1000 Бк/м³. За счет радона 11 % населения города получают ежегодное облучение в дозах от 3 до 40 мЗв, что в 3–40 раз выше норматива. В связи с этим 48 % детских учреждений, 42 % учебных заведений, 13 % государственного жилого фонда и 62 % домов частного сектора загрязнены радоном. Анализ данных за период с 2004 по 2008 гг. показал, что уровень γ -излучения в г. Днепропетровске колебался в пределах от 0,09 до 0,14 мкЗв/ч и в среднем составлял (0,113 $\pm$ 0,014) мкЗв/ч. Техногенный фон γ -излучения на территории г. Днепропетровска в среднем составил (0,132...0,176) мкЗв/ч. В процессе измерений экспозиционной дозы в пределах г. Днепропетровска выявлено два аномальных участка: прилегающий к пос. Таромское (территория, где расположены склад сырья "С" и отстойники Приднепровского химзавода, а также территория золошламоотвалов Приднепровской ГРЭС. Значение экспозиционной дозы на поверхности почвы здесь составляет от 0,132 до (0,334...0,668) мкЗв/ч.

Выявлено, что содержание ^{234}U в суточных пробах мочи рабочих гидрометаллургического завода (ГМЗ) г. Желтые Воды в среднем составляло (67 $\pm$ 61) мБк/пробу, а ^{238}U — (67 $\pm$ 62) мБк/пробу. Для сравнения удельная активность изотопов урана (^{234}U , ^{238}U) в суточных пробах мочи жителей г. Желтые Воды, которые не работали на урановом производстве, составляла (4,9 $\pm$ 1,3) мБк/пробу. Анализ содержания изотопов урана (^{234}U , ^{238}U) в почках жителей г. Днепропетровска показал, что их содержание мало отличалось от показателей жителей г. Новомосковска (табл. 1). В то же время содержание ^{234}U и ^{238}U в почках жителей г. Желтые Воды в среднем в 3 раза выше ($p < 0,001$). В почках жителей г. Желтые Воды, которые работали на шах-

те "Новая", содержание ^{234}U и ^{238}U соответственно в 3,7 и 2,6 раза выше, чем у населения контрольного города ($p < 0,001$). Значительное накопление изотопов урана (^{234}U , ^{238}U) определено в почках жителей г. Желтые Воды, которые работали на ГМЗ. Так, содержание ^{234}U и ^{238}U у них в среднем в 54 и 30 раз соответственно выше, чем у жителей контрольного города ($p < 0,001$).

Биомониторинг ТМ в организме жителей техногенно загрязненного региона

Содержание ТМ в биосубстратах (кровь, моча, волосы, слюна, сперма) жителей и рабочих г. Желтые Воды повышено относительно токсических ТМ (Mn, Ni, Pb, Cd) по сравнению как с нормой, так и с этим показателем у жителей г. Новомосковска, что указывает на техногенность их происхождения и формирует высокий риск нарушения здоровья населения. У жителей г. Желтые Воды наблюдается повышенное по отношению к физиологической норме выделение ренальным путем токсических (Pb, Cd) и условно эссенциальных металлов (Mn, Ni), а также нарушение метаболизма жизненно необходимых микроэлементов (Cu, Zn). Количество Pb в волосах жителей г. Желтые Воды в среднем составляло 22 $\pm$ 16 мкг/г, в волосах рабочих шахты "Новая" — 25 $\pm$ 20 мкг/г, а в волосах рабочих ГМЗ — (54 $\pm$ 33) мкг/г, что почти в 2 раза превышает верхнюю границу нормы — 8...32 мкг/г. Среднее содержание Cd в волосах жителей г. Желтые Воды составляло (1,98 $\pm$ 1,27), в волосах рабочих шахты "Новая" — (2,00 $\pm$ 1,81), а в волосах рабочих ГМЗ — (3,06 $\pm$ 2,06) мкг/г, что достоверно ($p < 0,01$) больше, чем в волосах жителей, при нормальном содержании — 0,2...0,4 мкг/г. То есть, содержание Cd в волосах жителей г. Желтые Воды и рабочих шахты "Новая" в 5 раз, а в волосах рабочих ГМЗ — в 7,5 раза больше допустимого норматива. В слюне рабочих шахты "Новая" в сравнении с жителями города отмечено также значительное накопление Fe, Mn, Cu, Zn, Ni и Pb.

Рассчитанный индекс ренальной миграции (ИРМ) ТМ — 0,50 усл. ед. показывает, что практически половина Pb, который содержится в крови, выделяется с мочой, величина которого значительно выше физиологического ИРМ, что, вероятно, обусловлено повышенным поступлением Pb в организм. Для Cd ИРМ еще выше — 0,67 усл. ед., в то время как концентрация Cd и в крови, и в моче превышала норму. Анализ содержания ТМ в крови/моче проявил определенные закономерности у жителей промышленного города, которые определяются степенью их эссенциальности для организма. Так, Pb и Cd как облигатные токсиканты в увеличенных

Таблица 1
Содержание изотопов урана (^{234}U , ^{238}U) в почках жителей промышленных городов Днепропетровской области (мБк/проба)

Город	^{234}U	^{238}U
Днепропетровск	7,37 $\pm$ 4,44	8,06 $\pm$ 4,54
Желтые Воды:		
жители	15,97 $\pm$ 10,67*	12,38 $\pm$ 9,75*
рабочие шахты "Новая"	20,70 $\pm$ 6,97*	15,38 $\pm$ 5,66*
рабочие гидрометаллургического завода	294,77 $\pm$ 220,72*	179,60 $\pm$ 109,21*
Новомосковск	5,54 $\pm$ 3,09	6,0 $\pm$ 3,47
Примечание: Отличие от показателей контрольного города статистически значимо: * $p < 0,05$		



концентрациях определяются и в крови, и в моче при максимальных величинах ИРМ — 0,50...0,67 усл. ед. Условно эссенциальные Mn и Ni также наблюдаются в повышенных количествах в обеих средах при несколько меньшей величине ИРМ — 0,3...0,36 усл. ед. А вот эссенциальные микроэлементы Zn и Cu определяются в увеличенных концентрациях только в моче на фоне нормальных величин в крови. Их ИРМ наименьший — 0,17...0,19 усл. ед., что дает возможность предположить развитие микроэлементозных нарушений в организме. Содержание эссенциальных микроэлементов Fe в 4,5–7,7 раза, Cu в 1,2–2,8 раза, Zn в 2,0–3,3 раза ниже, а содержание токсических ТМ Pb — в 2,5 раза (г. Желтые Воды), Cd — в 2,1–3,4 раза (г. Днепропетровск, г. Желтые Воды), Mn — в 2,5–4,5 раза, Co — в 6,9–13 раз, Ni — в 3,5–16 раз выше нормы (табл. 2).

Установлены различные особенности накопления ТМ в органах мочеполовой системы (почках, предстательной железе, яичках и мочевом пузыре)

Таблица 2

Содержание ТМ в почках жителей городов Днепропетровской области (мкг/г)

ТМ	Города	$M \pm s$	Max...min	Норматив [20]
Cu	Днепропетровск	$2,51 \pm 1,87$	7,99...1,1	3,0
	Желтые Воды	$1,09 \pm 0,58$	2,56...0,08	
	Новомосковск	$1,47 \pm 1,04$	4,37...0,08	
Pb	Днепропетровск	$0,09 \pm 0,04$	0,14...0,04	0,1
	Желтые Воды	$0,25 \pm 0,21^{**}$	0,84...0,06	
	Новомосковск	$0,07 \pm 0,04$	0,14...0,03	
Cd	Днепропетровск	$6,71 \pm 3,87^{***}$	14,3...1,83	3,2
	Желтые Воды	$10,87 \pm 6,43^{***}$	29,7...2,98	
	Новомосковск	$0,25 \pm 0,21$	0,56...0,05	
Zn	Днепропетровск	$14,78 \pm 12,92$	38,8...2,73	48,4
	Желтые Воды	$24,19 \pm 11,39$	40,7...3,41	
	Новомосковск	$16,42 \pm 11,89$	38,4...1,08	
Mn	Днепропетровск	$0,33 \pm 0,19^*$	0,64...0,12	0,074
	Желтые Воды	$0,22 \pm 0,17$	0,74...0,10	
	Новомосковск	$0,19 \pm 0,08$	0,32...0,09	
Co	Днепропетровск	$0,17 \pm 0,10$	0,28...0,04	0,013
	Желтые Воды	$0,09 \pm 0,05$	0,21...0,02	
	Новомосковск	$0,09 \pm 0,04$	0,17...0,03	
Fe	Днепропетровск	$16,47 \pm 10,25^*$	32,58...4,06	74,2
	Желтые Воды	$12,79 \pm 3,90^*$	20,56...6,48	
	Новомосковск	$9,64 \pm 3,24$	15,83...4,36	
Ni	Днепропетровск	$0,31 \pm 0,19$	0,64...0,09	0,055
	Желтые Воды	$0,89 \pm 0,83^{**}$	2,62...0,24	
	Новомосковск	$0,19 \pm 0,06$	0,27...0,06	

Примечание: отличие от показателей контрольного города статистически значимо: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

мужчин, которые проживают в промышленной зоне. Самое большое содержание Pb выявлено в почках и самое низкое — в яичках, тогда как в предстательной железе и мочевом пузыре уровень Pb также достаточно высокий. Накопление Cd достигает самого высокого уровня в почках и самого низкого — в стенке мочевого пузыря, в то время как в предстательной железе и яичках уровень Cd практически одинаковый и не намного превышает уровень накопления в мочевом пузыре. Самое большое количество ТМ (кроме Zn) накапливается в корковом веществе почек. На втором месте находятся предстательная железа (по уровню накопления Cu, Pb, Mn) и яичко (по уровню накопления Cd, Co, Ni, Fe). На третьем месте находятся стенка мочевого пузыря (по уровню накопления Pb, Zn, Co, Fe), яичко (по уровню накопления Cu и Mn) и предстательная железа (по уровню накопления Cd и Ni). На четвертом месте находятся стенка мочевого пузыря (по уровню накопления Cu, Cd, Mn, Ni), яичко (по уровню накопления Pb и Zn) и предстательная железа (по уровню накопления Co и Fe).

Выводы

1. Доказано, что почва сельбищной территории промышленных городов Днепропетровской области загрязнена ТМ, содержание которых для Pb, Cd, Ni, Cu, Zn в 1,5–11,3 раза выше ($p < 0,05$) ПДК, в 1,1–11,0 раз — фонового уровня и в 2–200 раз (в особенности Pb и Cd в г. Желтые Воды) относительно контрольного города ($p < 0,05$). При соответствии качества питьевой воды промышленных городов по содержанию ТМ гигиеническим требованиям, за исключением увеличенного до 1,7 ПДК Cd (г. Желтые Воды), в динамике 20 последних лет выявлено его возрастание ($p < 0,05$) для Zn, Pb, Mn в 1,4–3,9 раза при неуклонном снижении Cu и Fe; в сравнении с контрольным городом их среднегодовые концентрации в 1,5–12,4 раза выше, что доказывает антропогенность этих загрязняющих веществ.

2. Установлено, что содержания ТМ соответствует гигиеническим регламентам в жизнеобеспечивающих средах окружающей среды (вода, почва, пищевые продукты), однако внутренняя среда жителей промышленных городов содержит увеличенные концентрации этих загрязнителей по отношению не только к контрольному городу, но и к существующим биологическим стандартам. Увеличенные ($p < 0,05$) концентрации ТМ выявлены в крови, в моче (25–50 раз), в слюне (3–6 раз), в волосах (1,5–3,2 раза), в почках (1,7–8,6 раза), в особенности жителей г. Желтые Воды. Органы мочеполовой системы имеют избирательность к повышенному ($p < 0,05$) относительно нормы накопле-

нию прежде всего в почках абиотических ТМ — Pb, Cd, Ni, но сниженному ($p < 0,05$) относительно нормы содержанию биотических микроэлементов — Cu, Zn, Fe, что связано с постоянством и специфичностью их поступления в организм и биоантагонизмом Pb и Cd с Zn и Cu и детерминирует развитие патологии мочеполовой системы организма человека.

3. Определено, что техногенный γ -фон составляет для г. Днепропетровска от 0,132 до 0,334...0,668 мкЗв/ч при фоновых уровнях 0,132...0,176 мкЗв/ч, а в г. Желтые Воды — 1,7...44 мкЗв/ч при фоновых уровнях 0,03 мкЗв/ч и при активности радона в жилых помещениях до 1600 Бк/м³, что в 16 раз выше норматива и формирует у 3,5 % населения только за счет внешнего γ -излучения ежегодную дозу облучения от 4,5 до 30,7 мЗв, при нормативе 1 мЗв/год. Подобная внешняя экспозиция детерминирует высокую ($p < 0,05$) удельную активность изотопов урана (²³⁴U, ²³⁸U) в почках жителей г. Желтые Воды ($17,1 \pm 10,7$ и $13,5 \pm 9,6$ мБк/пробу) и г. Днепропетровска ($7,4 \pm 4,4$ и $8,1 \pm 4,5$ мБк/пробу) при фоновых значениях изотопов урана (²³⁴U, ²³⁸U) в почках жителей контрольного города ($5,5 \pm 3,1$ и $6,0 \pm 3,5$ мБк/пробу).

Список литературы

1. Головкова Т. А. Використання пектинів як засобу індивідуальної біопрофілактики негативного впливу важких металів навколишнього середовища // Медичні перспективи. — 2002. — Т. 7, № 4. — С. 119—123.
2. Луговський С. П., Беднарій О. М., Кривошій Л. О. Радіаційні фактори рудничної атмосфери шахт Кривбасу та їх вплив на вміст свинцю // Медичні перспективи. — 2002. — Т. 6, № 2. — С. 104—108.
3. Люлько О. В., Ляшенко В. І., Стусь В. П. Підвищення екологічної безпеки довкілля та захисту населення в зон_техногенного радіаційного впливу // Медичні перспективи. — 2003. — Т. VIII, № 1. — С. 10—17.
4. Ляшенко В. І., Люлько О. В., Стусь В. П. Охрана окружающей среды и человека в уранодобывающих регионах: монография. — Днепропетровск: Пороги, 2003. — 642 с.
5. Ляшенко В. І., Стусь В. П. Охрана окружающей среды и человека в уранодобывающих регионах // Новини науки Придніпров'я. Серія: інженерні науки. — 2003. — № 1. — С. 37—46.
6. Ляшенко В. І., Стусь В. П. Протирадіаційний захист мешканців уранодобувного регіону // Медичні перспективи. — 2002. — Т. VII, № 4. — С. 112—118.
7. Ляшенко В. І., Зонов С. П., Стусь В. П. Радіаційний захист персоналу і населення від джерел іонізуючого ви-

- проміння в Україні // Медичні перспективи. — 2002. — Т. VII, № 3. — С. 100—109.
8. Основные показатели физиологической нормы у человека / И. М. Трахтенберг, В. А. Тычинин, Р. Е. Сова [и др.]. — К.: Авиценна, 2001. — 372 с.
9. Охороні гідросфери — надійне технічне, технологічне та економічне забезпечення / В. І. Ляшенко, О. В. Люлько, А. І. Дворецкий, В. П. Стусь // Медичні перспективи. — 2003. — Т. VIII, № 2. — С. 109—119.
10. Санитарно-микробиологическая и гигиеническая оценка водных сред, обработанных холодной плазмой: монография / А. А. Пивоваров, А. В. Кравченко, В. С. Кублановский, В. П. Стусь. — Днепропетровск: Пороги, 2009. — 126 с.
11. Стусь В. П., Ляшенко В. І., Берестенко С. В. Аналіз результатів радіоекологічного обстеження та рівня інкорпорації радіонуклідів у хворих урологічною профпатологією м. Жовті Води // Урологія. — 2000. — Т. 4, № 2. — С. 60—64.
12. Стусь В. П. Вміст важких металів в нирках жителів Днепропетровської області // Довкілля та здоров'я. — 2009. — № 2. — С. 20—24.
13. Стусь В. П. Вміст важких металів у тканинах сечостатевої системи мешканців інтенсивного промислового регіону // Урологія. — 2006. — Т. 10, № 4. — С. 30—37.
14. Стусь В. П. Вплив кадмію на урологічну захворюваність робітників та мешканців м. Жовті Води Днепропетровської області // Урологія. — 2003. — Т. 7, № 2. — С. 68—78.
15. Стусь В. П., Берестенко С. В., Стусь В. В. Микроэлементный состав биологических субстратов рабочих желе-зоуранового рудника // Микроэлементы в медицине. — 2002. — Т. 3, № 1. — С. 36—44.
16. Стусь В. П. Патоморфологічні зміни в нирках людей, які мешкають в інтенсивному промисловому регіоні // Урологія. — 2007. — Т. 11, № 1. — С. 27—32.
17. Стусь В. П. Стан урологічної захворюваності населення, яке мешкає в умовах урановидобувного та переробного регіону // Урологія. — 2003. — Т. 7, № 3. — С. 39—46.
18. Стусь В. П. Особливості поєднаного впливу радіаційних та хімічних чинників інтенсивного промислового регіону на сечостатеву систему: монографія. — Днепропетровск: Пороги, 2009. — 352 с.
19. Тяжелые металлы внешней среды и их влияние на репродуктивную функцию женщин / А. М. Сердюк, Э. Н. Белицкая, Н. М. Паранько, Г. Г. Шматов. — Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2004. — 148 с.
20. Человек. Медико-биологические данные. Публикация № 23 МКРЗ: Пер. с англ. — М.: Медицина, 1977. — 496 с.
21. Эффективность яблочного пектина медетопекта для профилактики инкорпорации свинца в организме рабочих / В. А. Остапенко, А. И. Тепляков, А. С. Прокопович, Т. И. Чергерова // Медицина труда и пром. экология. — 2001. — № 5. — С. 44—47.
22. Екологічна безпека уранового виробництва: монографія / В. І. Ляшенко, Ф. П. Топольний, М. І. Мостіпан і др. — Кировоград: Издательство "КОД", 2011. — 240 с.
23. Стусь В. П., Ляшенко В. І. Екологія довкілля та безпека життєдіяльності населення у промисловому регіоні // Екологія і промисловість. — 2011. — № 2. — С. 23—31.



УДК 502.74.001.25:351.811.121

В. А. Шкаликов, проф., Смоленский государственный университет,
А. В. Бышевская, препод., Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма
E-mail: byshevskaiaco@gmail.ru

Автомобильные дороги и фауна: результаты взаимодействия (на примере Смоленской области)

Рассмотрены вопросы, касающиеся возникновения дорожно-транспортных происшествий, гибели животных на дорогах Смоленской области. Показаны причины возникновения аварий и других последствий столкновений автомобилей с животными, целесообразность разработки мероприятий, обеспечивающих беспрепятственный переход животными дорог на основных путях их миграции. Рассмотрено воздействие дорог на различных представителей фауны области.

Ключевые слова: автомобильные дороги, животные, аварийные ситуации, автотранспорт, пути миграции животных, проходы для животных, фактор беспокойства

Shkalikov V. A., Byshevskaya A. V.
Highways and Fauna: Results of the Interaction (on the Example of the Smolensk Region)

The paper addresses issues related to the occurrence of accidents, deaths of animals on the roads of the Smolensk region. The causes of accidents and other effects of car collisions with animals, the feasibility of developing measures to ensure a smooth transition to the main roads allowed their migration routes. Examine the impact of roads on the various representatives of fauna of the area.

Keywords: highways, animals, accidents, transport, migration routes of animals passages for animals, human disturbance

Воздействие животных на состояние дорог не сопоставимо с влиянием других факторов природной среды, особенно литогенной основы (грунтов) и климата. Наиболее известно влияние крупных животных, но не на состояние дорог, а на возникновение дорожно-транспортных происшествий, при которых возможны как гибель животных, так и травмы, гибель людей, повреждения автомобилей. Особенно опасны столкновения легковых автомобилей с крупными животными. Влияние животных на дороги не ограничивается только показателями аварийности, сказывается оно и на условиях движения транспорта (ограничение ско-

рости в местах обозначения путей миграции, резкое торможение для исключения наезда, вынужденные остановки и др.). К различным неприятностям приводят столкновения автомобилей с мелкими наземными животными и птицами.

Позитивный опыт минимизации столкновения с животными на дорогах существует во многих странах Европы. Так, в Швеции, Норвегии и Финляндии автомагистрали в местах активной миграции оснащаются временными знаками на период брачного сезона у лосей и других крупных животных. Во многих странах Европы, в том числе в Белоруссии обустроены подземные переходы для земноводных.

В проектах строительства дорог в России предусматривают обычно лишь мероприятия по предотвращению или уменьшению возможностей столкновения крупных животных с автомобилями. В основном с этой целью на путях миграции животных, указанных местными органами охраны природы или управлениями охотничьих хозяйств, устанавливают специальные знаки. Обычно об опасности столкновения транспортных средств с животными предупреждают информирующие дорожные знаки: "Перегон скота", "Дикие животные". Но при установке подобных знаков не всегда проводится необходимый мониторинг и учитываются реальные пути миграции животных.

С целью исключения наезда автомобилей на крупных диких животных предлагают и другие мероприятия. Так на пересечениях путей миграции животных с дорогами, интенсивность движения на которых более 2000 авт./сутки, рекомендуют устраивать ограждения по границе полосы отвода высотой 2...2,5 м не менее чем на 0,5 км в каждую сторону от установленного пути движения животных [1]. На относящейся к таким дорогам в пределах Смоленской области автомагистрали Москва—Минск подобных ограждений нет. Отсутствуют они и на других дорогах области. На всех дорогах в местах вероятного их пересечения дикими животными рекомендуют устанавливать катафоты, отражающие в темное время свет приближающейся машины и отпугивающие животных, живые густые изгороди из колючих кустарников или сетчатые ограждения. На дорогах области их также не применяют.

Вероятность наезда на животных уменьшается при формировании лесополос, а также при увели-

чении расстояния между полотном дороги и лесными массивами. При пересечении дорогами лесных массивов в отдельных местах на территории области это можно наблюдать, но создаются такие условия обычно не целенаправленно.

Решение вопросов, касающихся столкновений животных с автомобилями на дорогах, особенно важно учитывать для автомагистралей с интенсивным движением транспорта. На территории области к таким магистралям относится, прежде всего, трасса Москва—Минск. Интенсивность движения по ней заметно выросла, особенно в последние два десятилетия после проведения ее реконструкции, позволившей увеличить поток транспорта и скорость его движения. Но при этом не были учтены в необходимой мере условия, при которых возможны столкновения автомобилей с крупными животными и наезд на мелких животных (зайцев, ежей, змей и др.). Не были полностью определены миграционные пути животных, преградой на пути которых стала дорога. При реконструкции данной магистрали и в целом на территории области не было запроектировано и не было построено ни одного приспособленного для животных перехода через дорогу.

Проходы для животных должны быть обустроены, прежде всего, по долинам рек и ручьев. Устройство их следует предусматривать при строительстве мостов и иных водопропускных сооружений. Так, строя мост, не следует отсыпать полотно дороги до уреза воды; необходимо увеличить число пролетов моста, обеспечив свободный проход животных под ним по пойме. Путь миграции животных под мостом вверх и вниз от него по пойме должен быть залесен или закустарен [2].

Для перехода мелких животных, и особенно земноводных, пресмыкающихся, могут быть использованы трубы, уложенные под дорогой на путях их миграции. Определить пути миграции как крупных, так и мелких животных должны специалисты. Для прохода животных под полотном дороги может быть изменена конструкция водопропускных сооружений или осуществлена укладка двух труб — одна для пропуска воды, другая для прохода животных.

В Смоленской области наибольшее количество путей миграции выявлено на автодорогах Гагаринского, Ершицкого, Краснинского, Монастырщинского, Шумяцкого, Темкинского, Сафоновского и Демидовского районов. Наиболее часто происходят встречи на дорогах с лосями и кабанами. Данные проведенного опроса водителей, проезжающих по разным дорогам области, показывают, что наиболее часто крупные животные встречаются на дорогах Москва—Минск (от с. Издешково до границы с республикой Беларусь), Демидов—Пржевальское, Духовщина—Нелидово (см. рисунок).

По информации предоставленной дорожно-транспортными службами за весенние периоды

2004—2011 гг., на территории области зафиксировано более 1000 случаев ДТП с участием животных, ежегодно их количество незначительно увеличивается (в пределах 1...2 %). Животные обычно более активны вечером, в это время и риск возникновения ДТП с их участием возрастает.

В последние десятилетия все более заметное влияние на состояние дорог оказывают бобры. В основном их влияние сказывается на дорогах местного значения. Строя плотины на небольших водотоках возле пересечения их дорогами, эти животные создают опасность размыва дорожной насыпи. Негативные последствия воздействия этих животных на состояние дорог были отмечены на территории национального парка "Смоленское Поозерье" (дороги Пржевальское — Лужки, Пржевальское — Демидов), на дорогах Красное — Гусино, Ярцево — Холм-Жирки и др.

Сооружение бобрами плотин приводит к заболачиванию придорожных территорий, гибели растительности. В результате подъема уровня воды грунт полотна дороги насыщается влагой, что заметно сказывается на его несущей способности. При повышении уровня воды снижается прочность дорожной одежды и устойчивость откосов насыпи. Разрушение создаваемых бобрами плотин не всегда приводит к положительным результатам; за короткое время они их восстанавливают, иногда увеличивая при этом зону подтопления. Поскольку эти животные занесены в Красную книгу Смоленской области, уничтожать их запрещено. В настоящее время решается вопрос о выводе этого животного из Красной книги области.

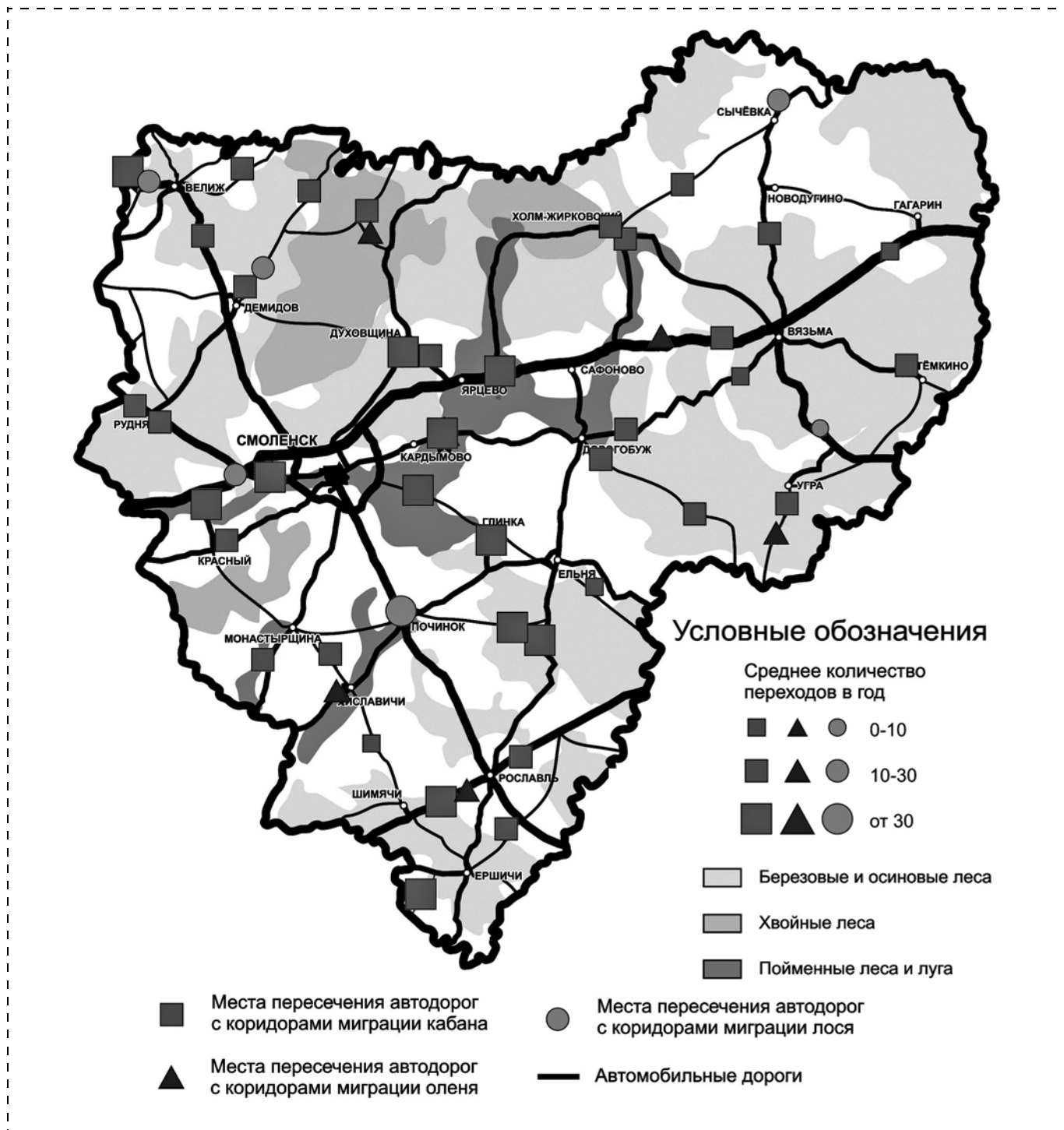
Влияние животных на безопасность движения, состояние дорог заметно меньше обратного воздействия — влияния дорог на фауну. Особо заметно это влияние в резервно-технологической полосе дороги, где происходят существенные изменения всех компонентов природной среды. В нарушенных экосистемах придорожной полосы в разной степени выраженное негативное воздействие на животных оказывают различные факторы. Внешне наиболее заметно влияние барьерного фактора. Основные препятствия для миграции животных к местам их постоянного и временного обитания в полосе дорог — высокие насыпи с крутыми откосами, выемки грунта, ограждения, экраны, плотные лесополосы.

На территории области основным, наиболее существенно затрудняющим миграцию животных, барьером является автотрасса Москва—Минск. Учитывая интенсивность движения автомобилей по этой трассе, изменения, произошедшие на ней после реконструкции (уширение, появление полос и бортиков, разделяющих противоположные полосы движения, увеличение высоты насыпи в ряде мест и др.), можно утверждать, что данная автомагистраль представляет собой существенное пре-

пятствие для обмена генофонда между северной и южной частями территории области.

Дороги оказывают влияние на животных и путем воздействия фактора беспокойства (шума, вибрации, света от движущегося транспорта). С одной стороны, влияние этого фактора с развитием дорожной сети и увеличением количества

транспорта на территории области возрастает, но с другой — уменьшается в связи с сокращением численности населенных пунктов, особенно заметно обозначившимся в последние два десятилетия. Действие этого фактора концентрируется, усиливаясь в отдельных местах и ослабевая на большей части территории.



Миграционные коридоры диких животных (лось, олень, кабан) на территории Смоленской области

Для дорог разной категории действие этого фактора неодинаково. Проявление его влияния зависит не только от интенсивности движения транспорта, но и от развития придорожной инфраструктуры, количества населенных пунктов, расположенных вдоль дорог, их размеров. Намного заметнее влияние этого фактора, так же как и предыдущего, на дороге Москва—Минск. Учитывая действия этих факторов, можно считать, что данная автотрасса является весьма значительным препятствием для миграции отдельных видов животных, и дальнейшее ее усовершенствование без проведения мероприятий, обеспечивающих беспрепятственный переход их через автомагистраль, будет способствовать изоляции фауны северной части области от южной. Косвенное доказательство того, что автодорога становится все более заметным препятствием для миграции животных — снижение на ней числа случаев их столкновений с автомобилями. В последние годы на участках трассы, где были установлены бортики, разделяющие противоположенные полосы движения, не зафиксировано ни одного случая наезда автомобилей на крупных животных.

Автомагистрали, проходящие через лесные массивы, нарушают среду обитания многих животных. Воздействие на животный мир проявляется в нарушении условий обитания животных, мест гнездования птиц, гибели животных, птиц и насекомых в результате столкновения с автотранспортом. Опасность наиболее велика для животных, обитающих в небольших массивах лесов, перерезаемых трассой с интенсивным движением транспорта.

В придорожной зоне, как правило, обитает большое количество мелких позвоночных животных, земноводных, насекомых, которых также затрагивают изменения, происходящие в придорожных экосистемах: зооценозы перестраиваются, увеличивается численность фитофагов, уменьшается численность хищников и сапрофагов. Эти изменения зооценозов замедляют круговорот веществ в экосистеме, приводят к снижению устойчивости и первичной продуктивности биогеноценозов. Результаты исследований, проведенных на автодорогах, подтверждают что среди животных есть виды, избегающие зон прямого воздействия автомобильных дорог (мышь, сойка, хохлатая синица и др.), другие виды предпочитают эту зону как место своего обитания (еж, черная крыса, сорока, белая трясогузка и др.) [1].

Дороги относят к факторам, оказывающим значительное влияние на химическое загрязнение местообитаний человека и животных. Отдельные животные, обитающие постоянно или периодически на придорожных участках, включаются в пищевые цепи человека. Но насколько сказывается химическое загрязнение придорожных геосистем на здоровье жителей, проживающих в зоне влияния дорог, выявить сложно из-за разной интенсивности движения транспорта по дорогам, неодинакового времени пребывания жителей в таких зонах, мно-

гообразие других факторов, негативно влияющих на здоровье человека, и др.

Автомобильные дороги проектируют с учетом необходимости отведения смывных вод с дорожного полотна. Продукты истирания дорожных одежд, протекторов шин, механических частей транспортных средств и др. не накапливаются на дороге, а потоками воды сносятся с нее, чему способствует покатость (наклон) полотна от оси к обочине.

В придорожной полосе нередко встречаются пересыхающие водоемы, подтопленные и заболоченные места, представляющие собой кумулятивные зоны. После дождя, при таянии снега в них накапливаются смываемые с дорожных покрытий воды. Эти стоки представляют опасность для гидробионтов, обитающих в водоемах придорожной полосы. Загрязнение придорожных водоемов происходит как непосредственно из стоков, так и через выбросы выхлопных газов и твердых частиц в воздух с последующим оседанием токсикантов в воду.

На поверхности дорожного полотна при движении потока транспортных средств по автомобильной дороге капли топлива и масла смешиваются с пылью и со смывными водами попадают в придорожные водоемы. Образующаяся пленка углеводов затрудняет газообмен, доступ кислорода и солнечного света к водным растениям и тем самым ингибирует их фотосинтез. В частности, это может быть одной из причин нарушения трофики таких водоемов [3].

Дороги оказывают определенное влияние на психическое здоровье человека. Это влияние положительно при наличии эстетически привлекательных придорожных пейзажей и отрицательно в случаях их невыразительности, однообразия. Эстетичность придорожных геоконплексов на территории области весьма различна и в ряде случаев заметно меняется во времени. Улучшением ее даже на основных автотрассах области не занимаются. Нет и оценки эстетичности придорожных пейзажей.

Проведенные исследования свидетельствуют о необходимости проведения более детальных исследований путей миграции животных, связанных с ними причин возникновения дорожно-транспортных происшествий и на основе этого более обоснованного подхода к решению вопросов минимизации аварий и гибели животных на дорогах области.

Список литературы

1. Кавтарадзе Д. Н., Николаева Л. Ф., Поршнева Е. Б., Флорова Н. Б. Автомобильные дороги в экологических системах. — М.: ЧеРо, 1999. — 240 с.
2. Шкаликов В. А., Костюченко М. М., Ольховатый В. А. Социально-экономические и экологические аспекты реконструкции автомагистрали Москва—Минск на территории Смоленской области // Территориальная справедливость, региональные конфликты и региональная безопасность: международная научная конференция, часть II. — Смоленск: Изд-во СГУ, 1998. — С. 205—207.
3. Брагинский Л. П., Береза В. Д., Величко И. М. и др. Пятна цветения, нагонные массы, выбросы сине-зеленых водорослей и происходящие в них биологические процессы / "Цветение" воды. — Киев: Наукова думка, 1968. — С. 92—150.

Указатель статей, опубликованных в журнале "Безопасность жизнедеятельности" в 2013 году

ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

- Абдуллаева С. Г., Абдуллаева О. С. Воздействие компьютера на здоровье человека № 5
- Гаврикова Е. И., Лактионов К. С. Улучшение условий труда и экологической безопасности комплексов для производства продукции животноводства. № 8
- Доценко В. А., Власова В. В., Мосийчук Л. В. Качество и безопасность продуктов из ГМО в питании населения № 12
- Драган С.П. Метод расчёта интегральной оценки акустической эффективности средств индивидуальной защиты от шума № 2
- Зинкин В. Н., Ахметзянов И. М., Орихан М. М. Инфразвук как вредный производственный фактор № 9
- Зинкин В. Н., Солдатов С. К., Богомолов А. В., Чистов С. Д., Россельс А. В. Методология исследования эффективности средств индивидуальной защиты от шума в расширенном частотном диапазоне № 7
- Ильин С. М., Тушин А. М. Государственная экспертиза условий труда как инструмент экономических методов управления охраной труда № 6
- Лактионов К. С., Гаврикова Е. И. Разработка спецодежды для защиты от микроорганизмов. № 3
- Малаян К. Р. Проблемы охраны труда на фоне демографической ситуации № 2
- Миненко Н. А., Попов В. А., Панов П. Б., Владимирова О. О., Шукина Н. А. Применение медицинских средств защиты кожи для снижения тяжести химических ожогов . . . № 6
- Минько В. М. О проектах новых федеральных законов в сфере охраны труда. № 12
- Минько В. М., Титаренко И. Ж., Бондарь Е. А. Методология разработки оптимальной годичной программы снижения профессиональных рисков № 2
- Михайлова И. В., Черный Е. В., Корнилова З. Х., Чубатова О. И., Потапов В. Д., Угодчиков Г. А., Чубатова С. А. Новое направление в области профилактики туберкулеза № 5
- Ретнев В. М., Гребеньков С. В. Улучшение репродуктивного здоровья работников как одна из важных задач воспроизводства населения № 4
- Русак О.Н., Цветкова А.Д. О регистрации, расследовании и учете несчастных случаев № 1
- Сидоров А. И., Малышева О. М. Анализ повреждений здоровья электротехнического персонала, подверженного воздействию переменного магнитного поля промышленной частоты. № 8
- Сидоров А. И., Окраинская И. С., Тряпицын А. Б. Защита персонала электроустановок сверхвысокого напряжения с помощью мобильных устройств контроля уровня электрического поля. № 3
- Сидоров А.И., Тряпицын А.Б., Зыкина Е.В. Дробный факторный эксперимент по исследованию влияния уровня звука на величину порогового осязаемого тока и сопротивление тела человека № 2
- Хакимуллин Ю. Н., Карасева И. П., Зарипова В. М., Фатхутдинов Р. Х., Уваев В. В., Пухачева Э. Н. Обзор разработок прорезиненных материалов изолирующего типа для защитной одежды № 3

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ (ПРОМЫШЛЕННАЯ) БЕЗОПАСНОСТЬ

- Белей В. Ф., Жуков Д. А. Анализ надежности электроэнергетической системы Калининградской области и безо-

- пасности электроснабжения региональных потребителей № 1
- Булавка Ю. А. Совершенствование технологии экспертной оценки профессионального риска на рабочих местах № 7
- Вазеева Н. В., Ефремов М. А., Пирогов Е. Н., Степанов С. И. Эффективность защиты от теплового излучения с помощью плоского экрана № 4
- Власов Е. Н., Мамаев В. К., Алексеев И. Н. Влияние пульсаций газа на вибрацию и шум трубопроводов обвязки нагнетателей на компрессорных станциях. № 4
- Ермаков С. В. Психологическая устойчивость судоводителя, как основная детерминанта влияния человеческого фактора на навигационную безопасность судна . . № 5
- Катин В.Д., Луценко А. Н. Эффективные устройства для повышения безопасности перевозок опасных грузов на железнодорожном транспорте. № 5
- Кокорин В. В., Контобойцев Е.А., Контобойцева М.Г., Хафизов Ф. Ш. Актуальные вопросы обеспечения безопасности процессов транспортировки и хранения нефти и нефтепродуктов № 4
- Коровин В. А. Как реформировать законодательство о безопасности в промышленности № 6
- Красногорская Н.Н., Зельдова А.И. Изменение нормативно-правовой базы в области безопасности производственных объектов № 2
- Мироненкова Н.А. Радиационная обстановка на угольных шахтах № 2
- Павлова Н.М., Иванова М. В., Волохина А. Т., Глебова Е.В. Разработка автоматизированной методики тренинга профессионально важных качеств руководителей и специалистов объектов магистрального транспорта газа. . . № 3
- Попов В. М., Разинкин В. П. Цели системы обеспечения безопасности организаций № 3
- Продоус О. А. Классификация факторов аварийности трубопроводов систем обеспечения жизнедеятельности городов № 5
- Фадеева Н.С. Институциональные аспекты безопасности технико-технологических объектов и процессов . . № 1
- Цахадая Н.Д., Быков А. И. О номенклатуре рисков в действующих нормативных документах для оценки безопасности газотранспортных объектов. № 8
- Чура М. Н., Чура Н. Н. О подходах к обоснованию безопасности опасных производственных объектов . . . № 8

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Агаев Т. Д. Трансграничное загрязнение атмосферы Кавказско-Каспийского региона природными пожарами . . № 1
- Алексеева М. Н., Яценко И. Г., Перемитина Т. О. Оценка состояния окружающей среды нефтедобывающих территорий на основе данных дистанционного зондирования с применением геоинформационных технологий. . . . № 1
- Андреанова М. Ю., Рябухин О. А., Чусов А. Н. Исследование флуориметрических характеристик нефтесодержащих отходов для разработки средств их мониторинга. . . . № 10
- Андрюшкин А. Ю. Повышение однородности водно-топливных эмульсий, применяемых в экологически безопасных технологиях их сжигания № 10
- Андрюшкин А. Ю. Устойчивость процесса распыления при диспергировании жидких отходов № 6
- Бадалян Л. Х., Курдюков В. Н., Алейникова А. М. Теоретические основы системы учета фактических выбросов загрязняющих веществ автотранспортом № 5

Бадалян Л. Х., Курдюков В. Н., Овчаренко А. М. Эколого-экономические основы оценки и возмещения ущерба от выбросов загрязняющих веществ автотранспортом . № 12	12
Вахидова И. М., Шайхиев И. Г., Гильманов Р. З., Хусайнов Р. М., Зайнуллин А. М., Вахидов Р. М. Исследование методов очистки сточных вод производства нитропроизводных соединений № 9	9
Ежов В. С., Соколенко Н. С. Повышение экологической безопасности теплогенераторов систем индивидуально-го теплоснабжения в жилых массивах № 12	12
Затуранов Ю. Н., Антипова Т. Н. Разработка модели оценки шумового загрязнения городской среды от автотранспорта для обеспечения безопасности жизнедеятельности . № 3	3
Косариков А. Н., Макаров П. В. Об устойчивости функционирования и развития региональных полигонов твердых бытовых отходов в современных условиях № 3	3
Красногорская Н. Н., Елизарьев А. Н., Кияшко И. Ю., Фашевская Т. Б. Оценка влияния свалочного фильтрата на водные объекты. Качественный аспект. № 4	4
Красногорская Н. Н., Зельдова А. И., Филиппова М. А., Платонова И. М. Возможности использования флокулянтов для интенсификации процесса осаждения шлама в сточных водах гальванических производств № 5	5
Ксенофонтов Б. С. Возможности интенсификации извлечения ионов металлов из сточных вод № 1	1
Ксенофонтов Б. С., Павлинова И. И., Крупский А. С., Малышева А. А., Калистратов И. М. Совершенствование механической очистки сточных вод с использованием биотехнологических приемов № 7	7
Курамшина Н. Г., Нуртдинова Э. Э., Кулак Ю. Н., Николаева С. В., Курамшин Э. М. Сравнительная характеристика экологического состояния природных вод в зоне влияния нефтяных месторождений Башкортостана № 12	12
Куранов П. Н. Обоснование принципа наилучших доступных технологий в градопромышленной гидрогеоэкологии № 10	10
Кусова И. В., Шайбекова А. Ф. Проектирование технологии защиты гидросферы при функционировании гальванического производства № 12	12
Ле Дык Хуинь, Нгуен Тхи Тху Ха, Смирнов А. П. Эмиссия углерода от лесных пожаров 2002 г. в национальном парке «У Минь Тхыонг» на юге Вьетнама № 12	12
Марданов И. И. Воздействие геодинамических процессов на почвенно-экологические показатели высокогорных геокмплексов Северо-Восточного склона Большого Кавказа № 3	3
Мухаммадеева А. И., Киран С. А., Шахова Ф. А., Ягафорова Г. Г., Кантор Е. А. Прогнозирование ориентировочно безопасных уровней воздействия и биотестирование бутилнафталинсульфокислоты, 2-гуанидинобензимидазола, N,N-тетраметилметиленамина и 2-аминобензимидазола. № 10	10
Плешивцева Д. Е., Чиковани М. С., Солдатов А. И. Локальные методы очистки воды от фенолов № 8	8
Рыбаков Ю. С., Дальков М. П. Охрана водных объектов на территории железнодорожной станции. № 6	6
Смирнов О. В. Природоохранные электротехнологии № 1	1
Толпыгин Л. И., Дубцов С. Н., Васильева М. А., Жохова Н. В., Лапшин В. Б., Сыроешкин А. В., Палей А. А. Поступление наночастиц в окружающую среду при работе бытовых электроприборов № 5	5
Федосов В. В., Федосова А. В. Полубесконечная модель фильтров многокомпонентных выбросов для группы промышленных источников территории. № 2	2

Холодняков Г. А., Русак О. Е. Обеспечение безопасного хранения отходов горного производства при ведении открытых горных работ № 4	4
Цукерников И. Е., Хасс Р. (ур. Карле), Аистов В. А. Соотношения для инженерных расчетов шумовых характеристик железнодорожного транспорта № 10	10

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

Акатьев С. В. Концептуальные изменения, происходящие в области гражданской обороны № 7	7
Димова Е. В. Природа, география волн цунами и опасность их проявления для населения Дальнего Востока . № 4	4
Жукова А. Ю. Участие экологических волонтеров в операциях по ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов . . № 8	8
Карцев В. Н., Панкин К. Е., Крылов А. Ф. Возможно ли обустройство самоочищающихся от снега скатных крыш? № 6	6
Лукьянович А. В., Дурнев Р. А., Котосорова А. С. Оповещение населения при чрезвычайных ситуациях: задача обоснования параметров текстовых сообщений . . № 6	6
Лукьянович А. В., Дурнев Р. А., Котосорова А. С. Оповещение населения при чрезвычайных ситуациях: подход к обоснованию рациональных параметров текстовых сообщений № 7	7
Марченко Т. А., Коршунов С. С. Актуальные разработки в области обеспечения безопасности жизнедеятельности населения на радиоактивно загрязненных территориях . . № 8	8
Матвеев А. В., Ефремов С. В. Модель процесса аварийной эвакуации из здания в случае пожара при нестационарном потоке людей № 2	2
Новиков В. В. О совершенствовании системы защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера № 4	4
Рахманов Б. Н., Кибовский В. Т. Противодействие нарастанию лазерной угрозы безопасности жизнедеятельности методами лазерной дозиметрии на открытых пространствах № 8	8
Фролов А. В., Власов Ю. В., Абрамов И. В., Иващенко А. И. Физико-химические процессы и причины аварий на нефтетрубопроводах № 10	10
Черных Ж. В. Анализ организационно-штатной структуры спасательных центров МЧС России и их задач в мирное и военное время. № 9	9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ

Андрюшкин А. Ю. Распад капель жидкостей в потоке газа в процессе утилизации жидких отходов № 7	7
Губанов А. В., Постолов Ю. М., Губанов С. А., Яковлев В. И., Иванов С. А. Исследование жирового концентрата в качестве присадки к минеральным маслам № 5	5
Губанов А. В., Постолов Ю. М., Губанов С. А., Яковлев В. И., Иванов С. А. Исследование побочных продуктов лесохимических производств и нефтепродуктов в качестве компонентов технологических смазок № 7	7
Ксенофонтов Б. С., Козодаев А. С., Таранов Р. А., Виноградов М. С., Балина А. А., Петрова Е. В. Исследование процесса окисления железа при интенсификации бактериального выщелачивания металлов из золотых шлаков путем использования флотации. № 12	12
Масленикова И. С., Еронько О. Н., Грищенко Т. Ю. Использование промышленных отходов для повышения надежности эксплуатации строительных сооружений . . № 10	10



- Пендюрин Е. А., Старостина И. В., Смоленская Л. М. Рекультивация отработанного карьера неорганическими отходами промышленных производств № 5
- Тарасова Г. И. Использование термолизного дефеката ГД₆₀₀ в качестве пигмента-наполнителя в резиновых смесях. № 8
- Тихомирова Е. Г. Комплексная переработка твердых коммунальных отходов — стабилизирующий фактор в рамках геоэкологии № 7

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- Бикбулатов И. Х., Асфандиярова Л. Р., Панченко А. А., Ям-лиханова Е. А. Региональная проблема снижения выбросов промышленных предприятий в период неблагоприятных метеорологических условий. № 12
- Варакина Ж. Л., Вязьмин А. М., Санников А. Л. Состояние производственной безопасности в Архангельской области на примере анализа травматизма с тяжёлым исходом. № 9
- Варакина Ж. Л., Вязьмин А. М., Санников А. Л., Микляева Е. В. Прогнозная оценка безопасности рабочего места и риска производственных травм на промышленных предприятиях Архангельской области № 3
- Завальцева О. А., Коновалова Л. В., Светухин В. В. Влияние техногенных факторов на экологическое состояние родников (на примере Ульяновской области) № 8
- Кенжегалиев А., Оразбаев Б. Б., Жумагалиев С. Ж., Кенжегалиева Д. А. Исследования экологического состояния гидробиологических сообществ Казахстанского сектора Каспийского моря в период подготовки нефтегазовых месторождений к разработке № 10
- Минкевич И. И., Варенцова Е. Ю. Причины возникновения опасных ситуаций в зеленых насаждениях Санкт-Петербурга и его окрестностей и меры их предупреждения № 3
- Стусь В. П., Ляшенко В. И. Охрана окружающей природной среды и населения в зоне влияния урановых объектов № 12
- Тимофеева С. С., Гармышев В. В., Зырянов В. С. Оценка экологической нагрузки на атмосферу при лесных пожарах в Иркутской области. № 10
- Шаврак Е. И. Вероятностные характеристики неблагоприятных гидрохимических событий в Цимлянском водохранилище № 6
- Шкаликов В. А., Бышевская А. В. Автомобильные дороги и фауна: результаты взаимодействия (на примере Смоленской области) № 12

ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ

- Лубянченко А. А., Петров С. К., Толоконников И. С., Яковчук М. С. Оптимизация конструкции глушителя шума выпуска ДВС с минимальным противодавлением . № 4

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

- Маслеева О. В., Курагина Т. И., Малафеев О. Ю., Пачурин Г. В. Резервы энергосбережения в системах освещения образовательных учреждений № 6
- Рудковская Е. В., Омельчук Ю. А., Гомеля Н. Д. Синтез и оценка эффективности сульфонов как стабилизаторов наклепобразования и ингибиторов коррозии металлов для ресурсосберегающих водооборотных систем охлаждения № 6

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

- Гладких С. Н., Фёдоров П. П. Внедрение энергоэффективных технологий № 8

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

- Красногорская Н. Н., Кияшко И. Ю. Использование биотоплива в целях ресурсосбережения и охраны окружающей среды № 7

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Бузановский В. А. Наносенсоры взрывопожарной безопасности объектов добычи, транспортировки и использования природного газа № 6
- Захаревич А. В., Максимов В. И., Мошков А. Г. Пожарная опасность сухих диспергированных отходов деревообработки при воздействии одиночных нагретых до высоких температур керамических частиц № 7
- Ле Дык Хуинь, Смирнов А. П., Нгуен Тхи Тху Ха, Нгуен Нган Ха, Лесопожарная проблема во Вьетнаме за последние полвека № 1

БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

- Минниханов Р. Н. Теоретические основания формирования готовности кандидатов в водители к обеспечению безопасности дорожного движения № 2

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

- Булетова Н. Е. Формирование экологической этики как условие построения инновационной «зелёной» экономики № 3
- Гафнер В. В. Обзор российских диссертационных исследований в области формирования культуры безопасности № 9
- Грачев В. А. Экологическая культура и образование — основа обеспечения безопасности жизнедеятельности № 1
- Панкин К. Е., Крылов А. Ф., Карцев В. Н. О понятии «катастрофа» № 10
- Сурова Л. В. Теоретические основы исследования и классификации опасностей № 12
- Тараканов А. Ю., Норсеева М. Е. О подходах к формированию культуры безопасности жизнедеятельности . . № 5
- Ткаченко Ю. Л. Перспективы экологического развития России № 2

ОБРАЗОВАНИЕ

- Баласников В. В., Зюба Т. В. Особенности формирования рабочих программ дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» при подготовке авиационных специалистов гражданской авиации № 7
- Косинова И. И., Шинкарева Т. Э. Организация и проведение экологической практики школьников на базе высшего учебного заведения с применением новых информационных технологий № 5
- Леготина Л. Л. Готовность учителей к оказанию первой медицинской доврачебной помощи № 1
- Матвеева Э. Ф., Колесникова Т. А. Обучение студентов химического факультета приемам техники безопасности и охраны труда № 10
- Морозова Л. Л. Опыт преподавания дисциплины «Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности» в МГТУ им. Н. Э. Баумана № 3
- Пак М. С., Орлова И. А., Бондаренко Д. К. Вопросы безопасности при обучении химии № 5

Пушенко С. Л. Охрана труда — воспоминания о будущем	№ 10
Свинцов А. П. Подготовка высококвалифицированных специалистов-строителей — основа обеспечения безопасности жизнедеятельности	№ 10
Сердюк В. С., Янчий С. В., Гобайко М. П. Обеспечение безопасности личности в высшем учебном заведении	№ 9
Соколов Э. М., Шайденко Н. А., Качурин Н. М. Система непрерывного образования по рациональному природопользованию на основе интеграции вузовской и академической науки, школы и производства	№ 1
Ткаченко Ю. Л. О дисциплине «Экология техносферы»	№ 4
Шаповалов К. А., Шаповалова Л. А. Основы дидактики учебной темы «Раны» учебного модуля «Оказание первой помощи при травмах, несчастных случаях, катастрофах и стихийных бедствиях» предмета «Безопасность жизнедеятельности» для гуманитарных и технических университетов	№ 4

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ

Новые подходы стандартизации требований эргономики при проектировании машин и оборудования по ГОСТ Р ИСО 15534-2—2011	№ 8
О ГОСТ Р ЕН 1005-3-2010 «Безопасность машин. Физические возможности человека. Часть 3. Рекомендуемые пределы усилий при работе на машинах»	№ 6
Пышкина Э. П., Симакова Е. Н. К вопросу оценки условий труда на рабочих местах пользователей ПЭВМ. Анализ основных нормативно-правовых актов	№ 7

ИНФОРМАЦИЯ

2013 — Год охраны окружающей среды в России	№ 4
Вторая Всемирная Ассамблея по экологической безопасности (Индонезия, о. Бали. 9 — 12 декабря 2012 г.)	№ 3
Второй съезд экологов России (Москва 21 — 22 ноября 2012 г.)	№ 3
Информационное сообщение о Пятом Всероссийском совещании заведующих кафедрами вузов по вопросам образования в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды 30 сентября - 6 октября 2013 г., г. Москва	№ 7
К вопросу «Об экологически устойчивом развитии России»	№ 4
Круглый стол в рамках проекта «Возьми пластик в оборот» (Москва 28 ноября 2012 г.)	№ 3
Новый костюм сварщика запущен в промышленное производство	№ 8
О заседании редакционной коллегии журнала	№ 5
Проблемы безопасности детей и пути их решения (по материалам Первой Всероссийской научно-практической конференции)	№ 1
Специальная конференция по экологической безопасности и технологическим инновациям (Женева, 1—3 июля 2013 года)	№ 10
Указатель приложений к журналу «Безопасность жизнедеятельности» в 2012 году	№ 1
Указатель приложений к журналу «Безопасность жизнедеятельности», опубликованных в 2013 году	№ 12
Указатель статей, опубликованных в журнале «Безопасность жизнедеятельности» в 2012 году	№ 1
Указатель статей, опубликованных в журнале «Безопасность жизнедеятельности» в 2013 году	№ 12

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности» Самарского государственного технического университета № 9

Алекина Е. В., Сумарченкова И. А., Моссоулина Л. А. Комплексный подход к очистке сточных вод машиностроительных производств от тяжелых металлов по критерию эффективности
Сорокина Л. В. Методы и средства формирования профессиональных компетенций по безопасности жизнедеятельности у студентов высших учебных заведений
Яговкин Г. Н., Чернышева Е. А. Аспекты профессиональной компетентности при обеспечении безопасности жизнедеятельности
Яговкин Н. Г. Самарский государственный технический университет (СамГТУ). Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»
Яговкин Н. Г., Кривова М. А., Мельникова Д. А. Оценка профессионального риска опасного производственного объекта: балльный метод экспертных оценок

Специальный номер журнала. Подготовлен специалистами и учеными Республики Башкортостан № 11

ОХРАНА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Низамутдинова Н. Р., Кутлиахметов А. Н., Сафарова В. И., Шайдулина Г. Ф., Сираева И. Н., Салихова Ф. А. Оценка состояния древесной растительности в условиях аэротехногенного загрязнения окружающей среды при кучном выщелачивании золота
Асфандиярова Л. Р., Панченко А. А., Юнусова Г. В., Измestьева М. И., Загидуллин Р. Р., Рафикова А. Р. Разработка принципов и мероприятий по озеленению территории города Стерлитамака Республики Башкортостан

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЧС

Дубинский Г. С., Андреев В. Е., Хузин Р. Р., Мияссаров А. Ш., Хузин Н. И. Уменьшение негативного воздействия на окружающую среду при применении методов увеличения нефтеотдачи пластов, содержащих высоковязкую нефть
Пряничникова В. В., Бикбулатов И. Х., Бахонина Е. И. Обеззараживание территории старых скотомогильников
Елхова В. Д., Елхова О. И. Экология человека и проблема демеркуризации
Одинцов А. Н., Байзитова Р. Р., Паньков Е. К., Севриков А. И. Уточнение методологии оптимизированного выбора средств контроля по метрологическому обеспечению объектов повышенной опасности

МОНИТОРИНГ И ОХРАНА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Красногорская Н. Н., Зельдова А. И., Глебова К. С. Современные «зеленые» решения экологических проблем гальванического производства
Сафаров А. М., Мухаматдинова А. Р., Магасумова А. Т., Хатмуллина Р. М., Сафарова В. И. Изучение загрязненности подземных вод, испытывающих техногенное влияние нефтехимических предприятий
Красногорская Н. Н., Елизарьев А. Н., Кияшко И. Ю., Трусова И. В. Мониторинг объектов антропогенной деятельности, оказывающих влияние на водные объекты
Фатьянова Е. В., Хатмуллина Р. М., Сафарова В. И., Шадиянова Н. Б., Магасумова А. Т. Изменение гидрохи-



мического состава воды в реке как критерий для выявления источников загрязнения гидросферы
Смирнова Т. П., Гатауллина Э. М., Шайдулина Г. Ф., Сафарова В. И. Микробиологическое исследование воды и донных отложений водотока в зоне влияния предприятия по переработке медно-колчеданных руд

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Евдокимова Н. Г., Комарова Е. В., Логинова Е. В., Тимербаева Э. И., Мурзабаева Р. Р. Ресурсосберегающая технология получения поверхностно-активных веществ из отходов производства полиэтилена

Указатель приложений к журналу "Безопасность жизнедеятельности", опубликованных в 2013 г.

Белов С. В., Симакова Е. Н. Новое направление научного знания — ноксология. Часть I — Теоретическая ноксология № 8
Белов С. В., Симакова Е. Н. Новое направление научного знания — ноксология. Часть II — Прикладная ноксология № 9
Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Балина А. А. Анализ риска подтопления и затопления селитебных территорий в случаях выпадения сильных ливней. Часть I № 6
Ксенофонтов Б. С., Таранов Р. А., Козодаев А. С., Балина А. А. Анализ риска подтопления и затопления селитебных территорий в случаях выпадения сильных ливней. Часть II № 7
Кудряшов А. В. Зрительное утомление при работе с видеотерминалами № 5
Лесные и торфяные пожары. Выпуск 1 № 11
Лесные и торфяные пожары. Выпуск 2 № 12

Малышев В. П. Применение тестирования для проверки уровня знаний студентов № 2
Проблемы безопасности детей и пути их решения. № 4
Ретнев В. М., Гребеньков С. В., Бойко И. В., Иванова Ф. А., Карулина О. А., Милутка Е. В., Петрук Ю. А., Шиманская Т. Г., Дедкова Л. Е., Занько Н. Г. Профессиональные болезни № 1
Сидоров А. И., Киселева Л. М. Изучение Федерального закона "Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний" на практических занятиях № 3
Чяснавичус Ю. К., Гусар С. В., Карпов В. В., Колесников А. В., Кондратьев-Фирсов В. М., Копыток А. В., Кручинина И. А., Морозова О. А., Олтян И. Ю., Смирнов С. И., Соколов Ю. И., Сосунов И. В., Фроимсон Л. И. Страхование гражданской ответственности владельцев опасных объектов и его роль в обеспечении защиты от чрезвычайных ситуаций № 10

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 01.10.13. Подписано в печать 14.11.13. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ BG1213.

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

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Оригинал-макет ООО "Авансд солюшнз".

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