



# БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

4(136)  
2012

**Редакционный совет:**

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

**Главный редактор**  
РУСАК О. Н.

**Зам. главного редактора**  
ПОЧТАРЕВА А. В.

**Ответственный секретарь**  
ПРОНИН И. С.

**Редакционная коллегия:**  
БЕЛИНСКИЙ С. О.  
ИВАНОВ Н. И.  
КАЛЕДИНА Н. О.  
КАЧАНОВ С. А.  
КАЧУРИН Н. М.  
КЛЕЙМЕНОВ А. В.  
КРАСНОГОРСКАЯ Н. Г.  
КСЕНОФОНТОВ Б. С.  
КУКУШКИН Ю. А.  
МАЛАЯН К. Р.  
МАСТРИУКОВ Б. С.  
МИНЬКО В. М.  
ПАНАРИН В. М.  
ПОЛАНДОВ Ю. Х.  
ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г.  
ФРИДЛАНД С. В.  
ХАБАРОВА Е. И.  
ШВАРЦБУРГ Л. Э.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОХРАНА ТРУДА

Пушенко С. Л. Цена риска как обобщающий экономический параметр методологии управления рисками охраны труда . . . . . 2

### ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Гумеров А. Г., Дудников Ю. В., Азметов Х. А. Расчет параметров заглупления подводных переходов трубопроводов с учетом влияния продольных усилий в трубопроводе . . . . . 8

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Борисова И. В. Особенности динамики миграции хлористого водорода и фосгена из мест хранения остатков хлорорганических пестицидов . . . . . 11  
Быкова Г. С., Шаталаев И. Ф. Очистка воды от фенолов и нафтолов водным растением наядой мелкозубчатой . . . . . 13  
Ковшов С. В., Седова А. А. Биосистемы переработки органических отходов . . . . . 16  
Лупандина Н. С., Свергузова Ж. А. Очистка сточных вод от тяжелых металлов как фактор повышения экологической безопасности. . . . . 19  
Машенко З. Е., Шаталаев И. Ф., Шефер-Серебрякова М. А. Исследование токсичности антибиотиков при действии на водные микроорганизмы активного ила городских очистных сооружений . . . . . 22  
Шушпанов А. Г. Влияние вермикомпоста и аммиачной селитры на особенности динамики выделения хлорсодержащих газов при разложении остаточных количеств пестицидов группы ДДТ. . . . . 25

### ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Григорьев С. М. Системный подход к управлению безопасностью военной службы . . . . . 28  
Есипова А. А. Формирование культуры безопасности жизнедеятельности населения как основа безопасного будущего . . . . . 32

### ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

Степанян В. Э., Авакян А. А., Галстян М. А. Основные направления оценки эксплуатационного и сейсмического рисков гидротехнических сооружений. . . . . 35

### РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Потемкина Т. Г., Потемкин В. Л. Реки хребта Хамар-Дабан и геоморфологические риски Шестаков Ю. Г., Низамов В. Т., Лактионов К. С., Гаврикова Е. И., Алибекова И. В. Мониторинг профессионального риска в АПК Орловской области . . . . . 44

### ОБРАЗОВАНИЕ

Гусакова Н. В., [Королев А. Н.] Принципы формирования содержания химического образования студентов направления 280700 "Техносферная безопасность" профиль "Защита окружающей среды" . . . . . 46

### СТАНДАРТИЗАЦИЯ

О новом национальном стандарте РФ "Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов" . . . . . 51

### ИНФОРМАЦИЯ

Всемирная стратегия формирования политики в области охраны труда (по материалам XIX Всемирного конгресса по охране труда. Стамбул. 11—15 сентября 2011 г.) . . . . . 54

**Приложение.** Иванов Н. И., Семенов Н. Г., Тюрина Н. В. Акустические экраны для снижения шума в жилой застройке

Журнал входит в Перечень ведущих и 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 658.845

**С. Л. Пушенко**, канд. техн. наук, проф., Ростовский государственный строительный университет

E-mail: safety@rgsu.ru

## Цена риска как обобщающий экономический параметр методологии управления рисками охраны труда

*Рассмотрено понятие цены риска как обобщающего экономического параметра, адаптирующего этап финансирования риска к рыночным условиям, в рамках реализации методологии управления рисками охраны труда.*

**Ключевые слова:** риск, риск-менеджмент, цена риска

**Pushenko S. L.** *The risk cost — as a summarized economical parameter of the risk-management for protection of labour methodology*

*It is presented the concept of a risk cost as a summarized economical parameter which is adapt the stage of risk finance to the market conditions within the framework of the risk-management for protection of labour methodology realizing.*

**Keywords:** risk, risk-management, risk cost

### Введение в проблему

За последние годы специалистами предложен ряд методик по определению экономической эффективности различных направлений деятельности в области охраны труда. Все эти методики предназначены для решения двух типов задач:

— определения экономических ущерба (дополнительных потерь), причиняемого предприятию производственно обусловленной и профессиональной заболеваемостью, производственным травматизмом, текучестью рабочей силы и тому подобными факторами;

— расчета экономической эффективности мероприятий по улучшению условий труда.

В рамках разрабатываемой методологии управления рисками и повышения эффективности организации охраны труда формируется методический подход к идентификации факторов риска охраны труда (профессионального риска, производственного риска и социально-экономического риска), включающий распознавание видов опасностей, установление причин их возникновения, пространственных и временных характеристик, вероятности

их проявления и тяжести последствий. Реализация такого подхода предполагает сбор информации, определение значимости и представление данных.

Идентификация факторов социально-экономического риска была произведена с учетом выделения трех концептуальных групп факторов:

— компенсационных, характеризующих опасности, связанные с реагированием на неадекватную рабочую среду, страховые случаи и т. п.;

— профессионализма работников, которые характеризуют опасности, связанные с неоднородностью кадрового состава, квалификации и социально-производственной культуры работающих;

— финансовых, которые характеризуют опасности недополучения прибыли, обусловленные деятельностью в области охраны труда на предприятии.

Для реализации поставленной задачи разработано математическое описание расчета профессиональных и социально-экономических рисков охраны труда, базирующееся на абстрагировании через параметризацию (решении одним алгоритмом задач, различных по своим исходным параметрическим данным), теории нечетких множеств и включающее:

— уточнение факторов риска, их количественных носителей и лингвистических переменных;

— определение численных значений удельных весов для каждого значения лингвистической переменной;

— матричное определение численных значений показателей агрегированного (в рамках вида) риска;

— определение численных значений интегральных показателей профессионального и социально-экономического рисков.

Применительно к стратегии уменьшения (предотвращения) рисков охраны труда разработана методика определения мероприятий по снижению рисков охраны труда, математическое описание которой учитывает ограниченность средств на реализацию мероприятий, а также интересы всех заинтересованных сторон.

## Двуединная задача методологии риск-менеджмента

Подводя итог описанным выше этапам алгоритма управления рисками охраны труда, можно заключить, что методология риск-менеджмента с точки зрения целеполагания и повышения эффективности организации охраны труда на предприятии должна решать двуединую задачу:

— анализа величин различных видов рисков и выработки стратегии по управлению ими, включая принятие решений, направленных на снижение их величин до соответствующих приемлемых уровней;

— анализа финансовых последствий реализации стратегии управления риском и определения на его основе цены риска.

Говоря о финансовых последствиях необходимо отметить, что до сих пор мероприятия по охране труда, направленные на уменьшение риска, считаются крайне дорогими, значительно увеличивающими себестоимость продукции, т. е. весьма неэффективными с экономической точки зрения [1, 2]. Это обусловлено несовершенством методологических подходов к определению экономической результативности деятельности в области охраны труда [3—8]. Речь идет, прежде всего:

— об отсутствии единой методологии определения финансовых последствий мероприятий по охране труда, объединяющей отдельные подходы к определению социально-экономической результативности, хозяйственного эффекта, экономической эффективности и т. п. как между собой, так и с методологией риск-менеджмента;

— о перекосе в определении затрат при реализации классической схемы экономического анализа "затраты — выгода", при котором результирующий параметр экономической эффективности (экономического эффекта) теряет свой смысл как критерий обоснованности принятия решений;

— о нежелании рассмотрения охраны труда как равноправной составной части любого рода хозяйственной деятельности, неизбежно оказывающей влияние на ее экономическую результативность.

В то же время, качество условий труда есть результат совместных усилий представителей предприятия, общественных организаций (прежде всего профсоюза), государственных контролирующих органов и др. При этом с точки зрения экономической теории речь идет о продукте коллективного труда. То есть условия труда на рабочих местах (рабочих зонах) и сопутствующие им риски должны характеризоваться теми же экономическими категориями, что и любой другой продукт (результат) хозяйственной деятельности. В перечне таких категорий основополагающей с точки зрения рыночной экономики выступает цена. В силу этого считаем целесообразным ввести понятие цены риска охраны труда

как обобщающего экономического параметра, который наилучшим образом адаптирует этап финансирования риска к рыночным условиям.

## Цена риска охраны труда

Под *ценой риска*  $\Pi_R$  следует понимать экономический результат деятельности по управлению риском в области охраны труда  $\mathcal{E}_R$ , отнесенный к величине этого риска  $R$ :

$$\Pi_R = \frac{\mathcal{E}_R}{R}.$$

При этом экономический результат  $\mathcal{E}_R$  должен рассматриваться как результирующая величина, учитывающая:

— экономические потери (затраты), обусловленные невыходом на работу вследствие заболеваний (абсентизм), несчастных случаев на производстве; текучестью кадров и потерей трудоспособности; условиями труда, не соответствующими гигиеническим нормативам;

— экономическую выгоду, получаемую от различных социально-экономических аспектов улучшения качества производственной среды: сокращения травматизма, заболеваемости и нарушений производственного процесса; повышения производительности труда и качества продукции и т. п.

В итоге, имеем дело с величиной, характеризующей стоимость единицы риска охраны труда, которая позволяет с единых экономических позиций оценить финансовый результат риск-менеджмента, а также решить две основные задачи этапа финансирования риска:

— оптимизировать финансовые последствия деятельности по снижению риска до приемлемого уровня;

— проанализировать экономическое воздействие "производственной среды" (в первую очередь условий труда) на "экономику предприятия".

Возвращаясь к экономическому результату деятельности по управлению риском в области охраны труда, необходимо более подробно остановиться на его структуре. В структуре экономического результата доминирует затратная составляющая. Выгоды лишь корректируют итоговую величину затрат, в силу чего их учет целесообразно проводить в качестве "компенсационной" составляющей при определении соответствующего вида экономических потерь.

## Потери от абсентизма

*Потери из-за невыходов на работу по болезни (абсентизма)* оценивают в основном через фонд оплаты труда (ФОТ), поскольку единственным



очевидным измеряемым параметром является заработная плата, выплачиваемая работнику во время болезни. Однако получаемые при этом величины затрат не дают полной картины убытков, образующихся из-за отсутствия работников на производстве по болезни. С абсентизмом связаны многие виды дополнительных косвенных потерь (сокращение объемов производства, простои, неритмичность производственного процесса и т. п.), но количественно оценить эти расходы весьма трудно.

Обычно простои на производстве, вызванные отсутствием работника, компенсируют за счет найма временных работников, сверхурочных работ, содержания избыточного персонала и т. п. При этом основная задача заключается в том, чтобы оценить эти дополнительные затраты, доказав, что они являются следствием абсентизма, поскольку перечисленные негативные последствия могут быть результатом действия других причин. Кроме того, величина потерь от абсентизма во многом зависит от степени использования работников, а также производственной загрузки предприятия. Если используется только часть занятых на производстве работников, то потери от невыходов компенсируют за счет использования "простаивающего" персонала. Передача функций от работника к работнику, в свою очередь, может привести к невыходам на работу из-за повышения интенсивности и напряженности их труда. При значительной производственной загрузке предприятия оказывается необходимым замещать не выходящих на работу за счет введения сверхурочных часов или использования временных работников, в то время, как в период низкой загрузки невыходы на работу оказывают не столь сильное воздействие на производственные показатели.

В этих условиях при определении потерь, по мнению автора, целесообразно ориентироваться на некоторую легко определяемую осредненную величину, обусловленную абсентизмом, например, потерь от одного дня нетрудоспособности. Тогда основой оценки этих потерь является расчет суммы заработной платы, выплачиваемой за период отсутствия работника на рабочем месте по схеме, представленной на рис. 1.

Когда к затратам на заработную плату, выплачиваемую работникам при их временной нетрудоспособности, прибавляют косвенные потери, получается общая стоимость невыходов на работу. Если затем из полученного результата вычесть сумму обычной оплаты труда, то получим "чистый" размер дополнительных расходов на абсентизм.

В представленной на рис. 1 схеме учтено, что размер заработной платы, выплачиваемой по больничному листу, несколько ниже той, которая выплачивается работникам за то же самое время в период их нахождения на рабочем месте (из-за недостаточного стажа, отсутствия премиальных выплат, доплат и др.).

Прямые потери образуются при суммировании заработной платы, выплачиваемой в период временной нетрудоспособности, и косвенных расходов на работника.

Косвенные потери при нетрудоспособности работников включают:

— затраты на управленческий аппарат, обусловленные потерей рабочего времени ИТР на поиск новых работников, на реорганизацию трудового процесса, контроль за сверхурочными работами, на соответствующий документооборот и т. п.;

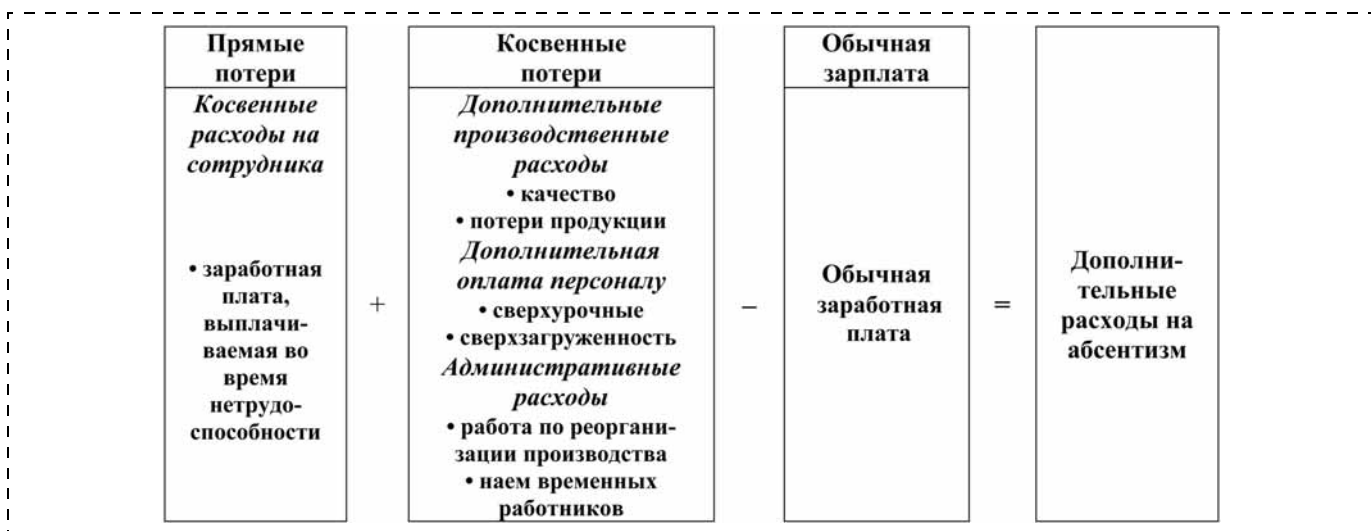


Рис. 1. Схема определения затрат на абсентизм

**Компенсация невыходов на работу и ее влияние на затраты предприятия**

Способы компенсации абсентизма	Последствия для предприятия	Влияние на затраты
Нет, работа отложена	Невыполнение плановых объемов, потеря продукции	Стоимость потерянной продукции
Работа не выполнена	Потеря продукции, невыполнение плановых объемов	Стоимость потерянной продукции
Простои в производстве	Простои работников смежных специальностей. Потеря продукции, невыполнение плановых объемов	Стоимость вложений. Потеря продукции
Работа переложена на других в разумных пределах	Увеличение штатов. Задержка с выполнением других заказов	Оплата лишних работников
Работа переложена без учета разумных нагрузок	Сокращение производительности труда и качества продукции. Рост числа невыходов на работу	Потери продукции. Увеличение брака. Повышенная утомляемость персонала
Помощь со стороны	Привлечение новых работников	Оплата услуг. Планирование работ
Сверхурочные	Оплата сверхурочных. Снижение эффективности труда и качества продукции	Сверхурочные по простым и повышенным ставкам. Рост себестоимости продукции
Замены	Расходы по найму. Знакомство с производством. Снижение эффективности труда и качества продукции	Рост ФОТ. Потери продукции. Рост себестоимости продукции

— затраты на медицинский персонал (если есть) или медобслуживание, которые зависят от организации медицинского обслуживания, условий коллективного договора и т. п.;

— затраты, обусловленные наиболее характерными способами компенсации абсентизма и их последствиями для предприятия (табл. 1).

### Потери в связи с несчастным случаем

Важной составляющей затрат являются *потери в связи с несчастными случаями на производстве*. С точки зрения отдельного предприятия важны финансовые последствия несчастных случаев, учитывающие:

— прямые затраты, включающие расходы на заработную плату (оплата труда в день несчастного случая и оплата по бюллетеню за время нетрудоспособности);

— косвенные затраты, включающие стоимость повреждения оборудования, потерь сырья и т. п.

Если по аналогии с рассмотренной выше схемой определения затрат на абсентизм (см. рис. 1) из полученной суммы прямых и косвенных затрат вычесть страховые компенсационные выплаты, а также сумму обычной заработной платы, то получим "чистый" размер потерь от несчастных случаев (рис. 2).

На практике прямые потери в результате несчастных случаев подлежат компенсации со сторо-

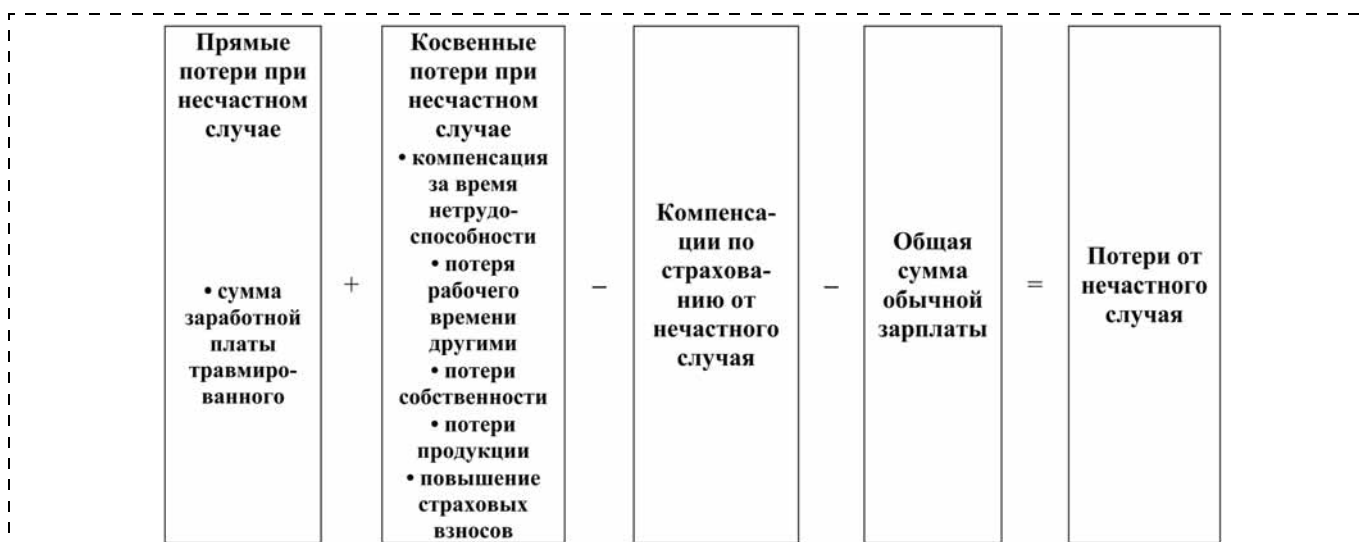


Рис. 2. Схема определения затрат от несчастных случаев



Таблица 2

**Косвенные потери в результате несчастных случаев**

1	Компенсация нетрудоспособности	Замены пострадавших и сверхурочные работы
2	Потери рабочего времени других сотрудников	Ремонт оборудования. Уборка территории. Помощь пострадавшему. Простои. Расследование несчастного случая
3	Потери собственности	Поломки машин и оборудования. Потеря продукции, сырья и комплектующих
4	Потери продукции	Снижение цены. Штрафы. Потери сделок и клиентов
5	Другие косвенные потери	Возможные последствия: потеря имиджа, расходы на юристов, штрафы
6	Увеличение размера страхового взноса	Несчастный случай негативно сказывается на размере страхового взноса

ны страховых учреждений. Таким образом, это застрахованные потери, хотя в общем случае размер компенсаций может и не покрывать сумму заработной платы травмированного работника, поскольку определяется условиями договора страхования.

Соотношение между прямыми и косвенными потерями в основном зависит от характера несчастного случая и обстоятельств, при которых он имел место. Косвенные потери однозначно определить достаточно сложно. Можно говорить только об основных наиболее возможных потерях от несчастных случаев (табл. 2).

**Потери в связи с текучестью кадров и потерей трудоспособности**

Эти потери включают *затраты на смену кадров и на пенсии по инвалидности*. Текучесть и смена кадров служат индикаторами состояния условий труда и степени удовлетворенности работой.

При высокой текучести кадров такие категории как опыт работы, знание специфики и организации труда снижаются, что не может не сказаться на производительности труда и качестве продукции. Однако текучесть кадров нельзя однозначно относить к негативным факторам. Смена работы является естественным признаком повышения квалификации и карьерного роста работника. Кроме того, с помощью найма нового персонала обеспечивается использование современной техники и технологии производства работ, а также смена поколений.

Таким образом, проблемы и дополнительные потери могут быть обусловлены как большой теку-

честью, так и замедленной сменой кадров. В этих условиях с точки зрения финансовых последствий этого процесса необходимо говорить о необходимости достижения некоторого оптимального состояния при смене кадров, когда расходы и прибыль предприятия будут сбалансированы, хотя на практике определение этого оптимального состояния оказывается достаточно сложным. Проблематичным остается и учет временных работников, анализ текучести которых ведется, как правило, отдельно.

Затраты на смену кадров в общем случае могут быть разделены на три категории:

а) затраты на увольнение работника, включающие:

— потери рабочего времени администрации на собеседование, уточнение условий увольнения, расчет оплаты труда и т. п.;

— снижение производительности труда, вызванной снижением заинтересованности работника в результатах труда, а иногда и прямым пренебрежением своими обязанностями в связи с предстоящим увольнением;

— другие обстоятельства (например, потеря особых рабочих навыков, которыми обладал увольняющийся);

б) затраты на наем нового работника, которые обусловлены:

— предварительным анализом потребности в найме: нужен ли работник, будет ли вакансия замещаться за счет внутренних резервов (совмещения обязанностей и т. п.) или нужно нанимать новых работников для выполнения возросших обязанностей и какой квалификации;

— созданием и публикацией объявлений о найме (исключением является приглашение работников из ВУЗов или через биржу труда);

— проведением собеседования, отбора и т. д. с определением условий работы (трудового договора, контракта) принимаемого работника, а также ответов всем непринятым;

— другими обстоятельствами (например, компенсацией транспортных расходов);

в) затраты на профориентацию (знакомство с производством) и обучение нового работника, которые вызваны тем, что производительность труда в начальный период времени у нового работника зачастую ниже, чем у более опытных;

г) затраты на пенсии по инвалидности.

**Затраты (потери) на улучшение условий труда**

К этим потерям относят *затраты на инвестиции в улучшение условий труда*, которые в настоящее время практически не отслеживаются на уров-

не отдельных предприятий и организаций. Несмотря на это, инвестиционные вложения в улучшение условий труда присутствуют в структуре затрат и их можно разделить на следующие группы:

а) затраты на деятельность службы охраны труда на предприятии;

б) затраты, направленные на поддержание работ на предприятии в полном объеме, включая затраты на содержание медпункта;

в) затраты на повышение технологической безопасности производственных процессов и повышение квалификации работающих;

г) затраты на технические решения, направленные на охрану труда и улучшение качества производственной среды.

Как видно из представленного перечня, отличить инвестиции в производство от капитальных вложений в охрану труда достаточно сложно. Если вложения сделаны в целях предотвращения несчастных случаев, то расходы могут быть отнесены к вложениям в производственную среду и безопасность труда; оперативным расходам; приобретению оборудования и материалов; затратам на организацию и обеспечение охраны труда.

В составе инвестиций в производственную среду и охрану труда присутствуют и текущие расходы, необходимые для осуществления деятельности в области охраны труда. К ним можно отнести затраты на энергоносители, воду и т. п.; оборудование, материалы, СИЗ, спецобувь и т. п.

Представленная структурная схема оценки экономических потерь, лежащая в основе определения экономического результата, позволяет достаточно легко определить цену риска охраны труда,

учитывающую предварительно выбранную стратегию его управления, для конкретного предприятия. Таким образом, цена риска, характеризующая экономические аспекты качества производственной среды, является важным самостоятельным фактором, определяющим эффективность управления охраной труда на предприятии в рыночных условиях хозяйствования.

### Выводы

Введено понятие цены риска охраны труда как обобщающего экономического параметра, адаптирующего этап финансирования риска к рыночным условиям, представляющего собой экономический результат деятельности по управлению риском в области охраны труда, отнесенный к величине этого риска, и характеризующего стоимость единицы риска охраны труда.

### Список литературы

1. Семенов Д. Охрана труда — категория экономическая // Справочник специалиста по охране труда". — 2006 г. — № 1.
2. Семенов Д. Охрана труда: только ли расходы? // Вестник всероссийской ассоциации приватизируемых и частных предприятий (работодателей). — 2005. — № 5.
3. Дьяков В. И. Менеджмент охраны труда: Курс лекций / Иван. гос. энерг. ун-т. — Иваново, 2007. — 125 с.
4. Дьяков В. И. Предпринимателю об охране труда. — Иваново, ИГЭУ, 2002.
5. Кокин Ю. П., Шлендер П. Э. Экономика труда. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Магистр, 2011. — 686 с.
6. Ширшков А. И. Менеджмент охраны труда. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2001. — 382 с.
7. Рофе А. И. Экономика труда. — М.: КноРус, 2011. — 392 с.
8. Кульбовская Н. К. Экономика охраны труда (разработка концепции государственного управления охраной труда). — М.: Экономика, 2011. — 247 с.

## Информация

### Международная выставка

## "ОХРАНА, БЕЗОПАСНОСТЬ, ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА — SIPS 2012"

16—18 октября 2012 г.

г. Краснодар, ВЦ "КраснодарЭКСПО"

#### Основные разделы выставки:

технические средства обеспечения безопасности;  
пожарная безопасность;  
система охранного телевидения и наблюдения;  
защита информации и др.

#### Контакты:

организационный комитет, тел. 8 (495) 935-73-50, доб. 4242

e-mail — [ides@ite-expo.ru](mailto:ides@ite-expo.ru)

Сайт выставки: [www.ides-expo.ru](http://www.ides-expo.ru)

УДК 622.692.4-192

А. Г. Гумеров<sup>1</sup>, д-р техн. наук, проф., генеральный директор, Ю. В. Дудников<sup>2</sup>, канд. техн. наук, руководитель, Х. А. Азметов<sup>1</sup>, д-р техн. наук, зав. отделом

<sup>1</sup>Институт проблем транспорта энергоресурсов РБ, г. Уфа

<sup>2</sup>Росприроднадзор по РБ

E-mail: ipter@anrb.ru

## Расчет параметров заглубления подводных переходов трубопроводов с учетом влияния продольных усилий в трубопроводе

*Приведены расчетные формулы, позволяющие произвести выбор параметров заглубления подводных переходов трубопровода с учетом его прочности. На основе учета прочности трубопровода обеспечивается безопасность выполнения работ по заглублению.*

**Ключевые слова:** заглубление подводного перехода трубопровода, параметры заглубления, продольные усилия, прочность трубопровода

**Gumerov A. G., Dudnikov Yu. V., Azmetov Kh. A. Choice of the deepening parameters of underwater crossings with account for longitudinal forces in the pipeline**

*Obtained calculation formulae allow to choose the deepening parameters of underwater crossings of pipelines with account for their strength. Pipeline strength considered, safe deepening is ensured.*

**Keywords:** deepening of underwater crossing, deepening parameters, longitudinal forces, pipeline strength

Подводные переходы трубопроводов эксплуатируются в сложных условиях, подвержены воздействию многообразных силовых факторов, отрицательно влияющих на их надежность. Диагностирование, обслуживание и ремонт подводных переходов связаны с большими трудностями и затратами. Аварии на подводных переходах трубопроводов, перекачивающих вредные для окружающей среды продукты, приносят значительный ущерб окружающей среде.

Анализ повреждений подводных переходов показывает, что причины их отказов часто связаны с гидрологическими особенностями водного бассейна. Наибольшая доля — до 70 % от общего количества повреждений переходов вызвана деформациями русла. Деформация русел рек, как правило,

приводит к оголению и провисанию трубопровода. Оголения и провисания трубопровода в свою очередь вызывают возникновение дополнительных, в ряде случаев достаточно высоких, напряжений в трубопроводе, не предусмотренных проектом.

Одним из способов устранения оголения и провисания трубопровода является его заглубление [1]. Заглубление подводных трубопроводов сложный технологический процесс, требующий проведения специальных подготовительных работ. К этим работам в первую очередь относится проверка возможности продольно-поперечного перемещения трубопровода на необходимую величину заглубления под действием собственного веса с продуктом и серийно выпускаемых пригрузов в условиях обеспечения прочности трубопровода. Для этого следует определить необходимое значение пригруза для обеспечения требуемого заглубления, и при этом напряжения в трубопроводе не должны превышать нормативные значения. Следует отметить, что величина пригруза и уровень напряжения в трубопроводе существенно зависят от знака (сжимающее или растягивающее) и значения продольного усилия  $N$ , действующего в трубопроводе при его заглублении. Знак и значения усилия  $N$  определяются этими же характеристиками начального (до перемещений трубопровода) продольного усилия  $N_0$ , определяемого по СНиП 2.05.06—85 [2], и величиной заглубления.

При этом возможны следующие варианты. Если температурный перепад  $\Delta t$  положительный и  $\frac{\Delta t}{p} = \frac{\mu(D-2\delta)}{2E\alpha_T\delta}$  или  $\Delta t = 0$  и  $p = 0$ , то начальное усилие  $N_0 = 0$ , а усилие  $N$  будет растягивающим. Здесь  $p$  — давление в трубопроводе;  $D, \delta$  — наружный диаметр и толщина стенки трубы;  $E, \mu, \alpha_T$  — параметр упругости, коэффициенты поперечной деформации и линейного расширения металла



трубы. При  $\frac{\Delta t}{p} < \frac{\mu(D-2\delta)}{2E\alpha_T\delta}$  или  $\Delta t$  отрицательном,  $N_0$  и  $N$  будут растягивающими. Если перепад  $\Delta t$  положительный и  $\frac{\Delta t}{p} > \frac{\mu(D-2\delta)}{2E\alpha_T\delta}$  усилие  $N_0$  будет сжимающим.

По знакам усилия  $N$  в этом случае могут быть три варианта. При  $u < \frac{N_0^2}{2p_\Gamma EF}$  усилие  $N$  будет сжимающим. Здесь  $u$  — удлинение трубопровода при его заглублении, определяемое по рекомендациям авторов работы [3];  $p_\Gamma$  — сопротивление грунта продольному перемещению трубопровода единичной длины на прилегающих к заглублению участках;  $F$  — площадь поперечного сечения трубы. При  $u > \frac{N_0^2}{2p_\Gamma EF}$  усилие  $N$  будет растягивающим. Если  $u = \frac{N_0^2}{2p_\Gamma EF}$  усилие  $N = 0$ .

Анализ показал, что на практике могут реализоваться три случая, т. е. усилие  $N = 0$  или  $N$  — растягивающее, или  $N$  — сжимающее. В связи с этим были проведены исследования процесса заглубления для всех трех указанных случаев. В результате получены аналитические зависимости между глубиной заглубления  $v_1$  и необходимым весом пригруза  $q_{\text{ПР}}$ , продольными усилиями  $N$  и  $N_0$  и протяженностью заглубляемого участка.

Для случая  $N = 0$  имеем следующие расчетные формулы. Наибольшие изгибающие моменты возникают по краям подкопа грунта  $M_{11}$  и в сечении наибольшего прогиба  $M_1$ . Эти изгибающие моменты определяются по формуле

$$M_i = \omega_i \frac{(q_\Gamma + q_{\text{ПР}})l_1^2}{24}, \quad (1)$$

где  $q_\Gamma$  — вес трубопровода единичной длины с продуктом;  $q_{\text{ПР}}$  — вес пригруза, приходящийся на единицу длины трубопровода на подкопанном участке;  $l_1$  — половина протяженности подкопанного участка трубопровода;  $\omega_i$  — безразмерный параметр, определяемый по формулам

для сечения наибольшего прогиба

$$\omega_1 = 4 + \bar{q} \left( \frac{l_2}{l_1} \right)^3; \quad (2)$$

для сечений по краям подкопа грунта

$$\omega_{11} = 8 - \bar{q} \left( \frac{l_2}{l_1} \right)^3. \quad (3)$$

В формулах (2) и (3):

$$\bar{q} = \frac{q_2}{q_1};$$

$q_2$  — вес трубопровода с продуктом и пригрузом на прилегающих участках;  $q_1$  — то же, на подкопанном участке;  $l_2$  — протяженность прилегающих изогнутых участков, определяемая при заданной протяженности  $l_1$  решением уравнения:

$$8 - 6\bar{q} \left( \frac{l_2}{l_1} \right)^2 - \bar{q} \left( \frac{l_2}{l_1} \right)^3 = 0. \quad (4)$$

Наибольший прогиб (глубина заглубления) трубопровода

$$v_1 = \bar{v}_1 \frac{(q_\Gamma + q_{\text{ПР}})l_1^4}{48EI}, \quad (5)$$

где

$$\bar{v}_1 = \left[ 2 + \bar{q} \left( \frac{l_2}{l_1} \right)^3 \right]; \quad (6)$$

$E$  — модуль упругости металла трубы;  $I$  — момент инерции сечения трубопровода.

При сжимающем усилии  $N$  имеем следующие расчетные формулы:

изгибающий момент

$$M_i = \omega_i^3 \sqrt{(q_\Gamma + q_{\text{ПР}})(EI)^2}, \quad (7)$$

где безразмерные параметры  $\omega_i$  определяются по следующим выражениям:

$$\omega_1 = \frac{1}{\alpha} \left[ \frac{A_2 \bar{q} \sin a_2}{\cos a_1 (a_2 - \sin a_2)} - \frac{(1 - \bar{q})}{\cos a_1} + 1 \right]; \quad (8)$$

$$\omega_{11} = \frac{\bar{q}}{\alpha} \left[ \frac{A_2 \sin a_2}{a_2 - \sin a_2} + 1 \right]. \quad (9)$$



Наибольший прогиб трубопровода

$$v_1 = \bar{v}_1 \sqrt[3]{\frac{EI}{q_T + q_{\text{ПР}}}}, \quad (10)$$

где

$$\bar{v}_1 = \frac{1}{\alpha^2} \times \left[ \frac{A_2 \bar{q} \sin a_2 (\cos a_1 - 1)}{(a_2 - \sin a_2) \cos a_1} - (1 - \bar{q}) \left( 1 - \frac{1}{\cos a_1} \right) - \frac{a_1^2}{2} \right]. \quad (11)$$

В формулах (8)–(11)  $a_2 = \sqrt{\frac{N}{EI}} l_2$ ;  $a_1 = \sqrt{\frac{N}{EI}} l_1$ , где  $l_1$  является заданной исходной величиной;  $\alpha$  — безразмерный параметр, определяемый в зависимости от параметров заглупления, значения начального усилия и геометрических характеристик заглупляемого трубопровода и для его определения получена расчетная формула. Получена также расчетная формула для определения  $a_2$  при известных значениях  $a_1$ . Параметр  $A_2 = 1 - 0,5 a_2^2 - \frac{a_2}{\text{tg} a_2}$ .

Продольное усилие  $N$  определяется из выражения

$$N = \alpha^3 \sqrt[3]{(q_T + q_{\text{ПР}})^2 EI}. \quad (12)$$

Для случая действия растягивающих усилий  $N$  также получены расчетные формулы. Изгибающие моменты  $M_1$  и  $M_{11}$  определяются по формуле (7), а безразмерные параметры будут

$$\omega_1 = \frac{1}{\alpha} \left[ \frac{A_3 \bar{q} \text{sh} a_2}{\text{sh} a_1 (\text{sh} a_2 - a_2)} + \frac{(1 - \bar{q})}{\text{ch} a_1} - 1 \right]; \quad (13)$$

$$\omega_{11} = \frac{\bar{q}}{\alpha} \left[ \frac{A_3 \text{sh} a_2}{\text{sh} a_2 - a_2} - 1 \right], \quad (14)$$

где  $A_3 = 1 + 0,5 a_2^2 - \frac{a_2}{\text{th} a_2}$ .

Наибольший прогиб трубопровода определяется по формуле (10), где

$$\bar{v}_1 = \frac{1}{\alpha^2} \times$$

$$\times \left[ \frac{A_2 \bar{q} \text{sh} a_2 (\text{ch} a_1 - 1)}{(a_2 - \text{sh} a_2) \text{ch} a_1} - (1 - \bar{q}) \left( 1 - \frac{1}{\text{ch} a_1} \right) - \frac{a_1^2}{2} \right]. \quad (15)$$

Для определения  $a_1$ ,  $a_2$  используются приведенные выше формулы, для  $\alpha$  получена расчетная формула.

Продольное усилие  $N$  определяется по формуле (12).

Расчеты показали, что наличие продольных растягивающих усилий в трубопроводе по сравнению с вариантом, когда  $N = 0$ , приводит к необходимости существенного увеличения пригруза  $q_{\text{ПР}}$  для обеспечения заданной глубины заглупления  $v_1$ . Наличие продольных сжимающих усилий по сравнению с вариантом, когда  $N = 0$ , приводит к уменьшению необходимого пригруза  $q_{\text{ПР}}$  для достижения прогиба  $v_1$ .

Установление значений наибольших изгибающих моментов и продольного усилия позволяют найти максимальные суммарные продольные напряжения и произвести проверку прочности трубопровода в продольном направлении в соответствии с требованиями СНиП 2.05.06—85 [2].

Полученные аналитические зависимости позволяют выбрать необходимый вес пригруза  $q_{\text{ПР}}$  при заданных значениях протяженности  $l_1$  и глубины заглупления  $v_1$  при различных значениях и знаках продольного усилия  $N$ . Определение значений изгибающих моментов и продольных усилий позволят провести проверку прочности выбранного варианта пригруза и глубины заглупления с учетом продольного усилия в трубопроводе.

#### Список литературы

1. Гумеров А. Г., Азметов Х. А., Гумеров Р. С. Техническая эксплуатация подводных переходов трубопроводов. — М.: Недра, 2003. — 300 с.
2. СНиП 2.05.06—85. Магистральные трубопроводы / Госстрой России. — М.: ГУПЦПП, 2002. — 60 с.
3. Филоненко-Бородич М. М., Изюмов С. М., Олисов Б. А. и др. Курс сопротивления материалов. Часть II. — М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1956. — 540 с.

УДК 504.1:661.16-045.38

**И. В. Борисова**, асп., ст. препод., Госуниверситет — УНПК, г. Орел  
E-mail: bgdgtu@mail.ru

## Особенности динамики миграции хлористого водорода и фосгена из мест хранения остатков хлорорганических пестицидов

*Приведены закономерности временной и пространственной динамики миграции хлористого водорода и фосгена при хранении на складах остатков вышедших из употребления хлорорганических пестицидов в зависимости от метеорологических условий.*

**Ключевые слова:** хлорорганические пестициды, метеорологические условия, хлористый водород, фосген

**Borisova I. V.** *Features of dynamics of migration of chlorous hydrogen and phosgene from places of storage of tailings of khlororganicheskikh pesticides*

*Conformities to law of temporal and spatial dynamics of selection of chlorous hydrogen and phosgene are resulted at storage in storages of being out of the use khlororganicheskikh pesticides depending on meteorological terms.*

**Keywords:** khlororganicheskije pesticides, meteorological terms, chlorous hydrogen, phosgene

К 1980-м гг. были основательно проработаны правила безопасного хранения средств химизации, в том числе хлорорганических пестицидов (ХОП). В настоящее время существует проблема вредного воздействия препаратов, которые уже не применяются, законсервированы и хранятся в определенных емкостях, на складах. К основным свойствам, послужившим причиной отказа от их производства и применения относятся значительная токсичность и высокая устойчивость к разложению, следовательно, способность накапливаться в объектах окружающей среды. Ярким примером этого класса пестицидов являются ДДТ и ГХЦГ (гексахлоран). Вследствие того, что основная масса остатков ХОП не утилизирована, хранится на складах, нередко в несанкционированных захоронениях, проблема загрязнения окружающей среды остается актуальной.

Проведенными исследованиями установлено, что при хранении ХОП на складах основную опасность для окружающей среды представляют токсичные газообразные продукты, в том числе хлористый водород  $\text{HCl}$  и фосген  $\text{COCl}_2$  [1]. В конце прошлого века были проведены фундаментальные исследования по изучению факторов, влияющих на разложение ХОП в почве, в том числе с образованием токсичных газообразных продуктов [2–4]. Было выявлено, что выделение хлористого водорода обусловлено, в основном, "отщеплением" хлора от сложной молекулы пестицида под воздействием химических и физико-химических факторов, выделение фосгена деградирующей деятельностью микроорганизмов. Очевидно, что механизм разложения пестицидов и выделения газов в складских условиях будет совершенно другим.

Цель данного исследования — установить закономерности временной и пространственной динамики выделения хлористого водорода и фосгена при хранении на складах ХОП, вышедших из употребления. Исследования проведены в 2009–2011 гг. В качестве объектов исследований выбраны два склада для хранения остатков пестицидов, в основном, ХОП. Склады представляют собой кирпичные здания с металлической дверью, опечатаны. Пробы воздуха отобраны на разных высотах (0,1; 1,0; 1,5 м) и расстояниях от склада (0,5; 3,0; 10,0 м). Анализ газов проведен методами, общепринятыми в гигиенической практике [5]. В зимний период основным методом, характеризующим поступление летучих соединений в атмосферу, был метод снегосъемки. Данные, полученные с помощью метода снегосъемки, наиболее показательны, так как снежный покров обладает интегральным отражением приземной концентрации атмосферных примесей за длительный период, равный времени существования снежного покрова [6]. В качестве контроля служили пробы воздуха и снега, отобранные на участках, не находящихся под влиянием утечек токсичных веществ из мест хранения ХОП.

Проведенные исследования показали, что количество выделяющихся газов из мест хранения



ХОП зависит от многих факторов, в том числе от сезона года. Начиная с момента установления положительных температур, выделение газов увеличивается, достигая максимума в летний период. Более детальные исследования показали, что характер временной и пространственной динамики у хлористого водорода и фосгена различен. Интенсивность выделения HCl в значительной степени зависит от температуры окружающего воздуха. Особенно наглядно это подтверждается при сравнительном анализе данных, полученных в 2010 и 2011 гг. Как известно, весенне-летний период 2010 г. характеризовался аномально высокими температурами. Так, например, в последней декаде мая 2010 г. средняя температура воздуха составила +23,5 °С. Суммарная концентрация HCl в слое воздуха на высоте 0,1...1,5 м и на расстоянии от склада 0,5 м равнялась 3,64 мг/м<sup>3</sup>, а на расстоянии 3 м от склада — 8,93 мг/м<sup>3</sup>. В 2011 г. в этот же период средняя температура была на 30 % ниже — +18,1 °С. Суммарное содержание HCl вблизи склада было в 3 раза ниже (1,22 мг/м<sup>3</sup>), а на более отдаленных расстояниях — ниже чувствительности прибора. Из данных, приведенных в табл. 1, видно, что минимальная концентрация HCl фиксируется вблизи склада на высоте 0,1 м. При увеличении расстояния от склада и высоты от поверхности земли содержание его в воздухе увеличивается.

Необходимо отметить, что для повышения интенсивности выделения HCl имеет значение не кратковременная, а продолжительная не менее 7—10 дней постоянно высокая температура. Длительное прогревание массы пестицидов, хранящихся на складе, способствует не только увеличению количества выделяющегося HCl, но и возникновению эффекта теплового последствия, в результате которого даже последующее понижение температуры воздуха не уменьшает интенсивность выделения газа. Подтверждением этого тезиса служат данные, согласно которым в пробах воздуха, отобранных в первых числах ноября 2010 г. при средней температуре воздуха +6,9 °С, в приземном слое воздуха вблизи склада содержание HCl оказалось не ниже, чем в последней декаде мая 2011 г. (табл. 2).

Продолжительность эффекта теплового последствия зависит не только от длительности периода повышенных температур, но и от объемов хранящихся препаратов.

Динамика выделения фосгена СОСl<sub>2</sub> имеет другие признаки. В отличие от HCl его максимальная концентрация зафиксирована вблизи склада в приземном слое атмосферного воздуха на высоте 0,1...0,20 м. С увеличением высоты отбора проб и удаления от места хранения пестицидов концентрация фосгена снижается. Анализ данных, приве-

денных в табл. 1, показал, что в идентичные временные периоды, но при разных температурных условиях отличия в его концентрациях незначительны. Так, суммарное содержание в слое воздуха на высоте 0,1...1,5 м составляло следующие величины: в 2010 г. на расстоянии 0,5 м — 4,43 мг/м<sup>3</sup>, в 2011 г. — 4,63 мг/м<sup>3</sup>; на расстоянии 3 м от склада, соответственно, 3,32 и 2,76 мг/м<sup>3</sup>.

Сравнительный анализ данных, приведенных в табл. 1 и 2, показал, что концентрация фосгена в начале ноября 2010 г., практически такого же порядка, что и в 3-ей декаде мая 2011 года. При этом горизонтальная и вертикальная закономерность, отмеченная ранее, сохраняется. В отличие от хлористого водорода, при пониженной температуре воздуха фосген определяется даже на расстоянии 10 м от склада, но только в приземном слое.

В зимний период применяемыми методами определить наличие газов в воздухе не удастся. В то же время, выделение их продолжается. Об этом свидетельствует содержание ионов хлора в снеговой воде. По данным исследования, в пробах снега, отобранных в начале марта 2011 г., концентрация ионов хлора в слоях 0...10; 10...20; 20...50 см одинакова и составляет 1,80 мг/л снеговой воды, что свидетельствует о постоянной скорости выделения газов при отрицательных температурах. С повышением температуры воздуха и началом снеготаяния содержание ионов хлора резко снижается

Таблица 1  
Динамика выделения HCl и СОСl<sub>2</sub>

Высота отбора проб, м	Расстояние до склада, м			
	HCl		СОСl <sub>2</sub>	
	0,5	3,0	0,5	3,0
0,1	0,65/0	2,52/0	2,20/1,37	1,25/1,13
1,0	1,41/0,69	3,71/0	1,05/1,37	1,15/2,75
1,5	1,58/1,53	2,70/0	1,18/1,89	0,92/0,32

Примечание: в числителе — данные за май 2010 г.; в знаменателе — май 2011 г.

Таблица 2  
Динамика выделения HCl и СОСl<sub>2</sub> в ноябре 2010 г.

Высота отбора проб, м	Расстояние до склада, м					
	HCl			СОСl <sub>2</sub>		
	0,5	3,0	10	0,5	3,0	10
0,1	0,32	0	0	2,58	1,13	0,08
1,0	0,74	0,89	0	2,66	0,97	0
1,5	0,56	0,04	0	1,86	0,65	0

в результате повышенной миграции в водных растворах. Анализ проб снега, отобранных в конце марта, показал, что ощутимые концентрации хлора определяются лишь на глубине ниже 15 см и составляют 1,0...1,8 мг/л снеговой воды. В образцах снега с контрольных участков ионы хлора в снеговой воде не определяются.

Таким образом, проведенные исследования показали, что при хранении неиспользованных остатков ХОП в воздухе вокруг источника всегда присутствуют хлорсодержащие газы. Максимальное количество определяется в теплое время года. Методом снежосъемки показано, что их выделение продолжается и при отрицательных температурах, но в концентрациях ниже чувствительности используемых методов. Интенсивность выделения хлористого водорода, в отличие от фосгена, в значительной степени зависит от температуры окружающего воздуха.

#### Список литературы

1. Громова В. С., Борисова И. В., Шушпанов А. Г. Влияние погодных условий на динамику выделения хлористого водорода и фосгена при хранении хлорорганических пестицидов // Журнал по итогам 14 МЗНПК "Проблемы экологии и экологической безопасности Центрального Черноземья Российской Федерации". — Липецк, 2010. — С. 66—67.
2. Головлева Л. А. Метаболизм и деградация пестицидов и ксенобиотиков // Агрохимия. — 1983. — С. 11—17.
3. Клисенко М. А., Письменная Н. В. Фотохимические превращения пестицидов в воздухе // Гигиена и санитария. — 1978. — № 5. — С. 56—58.
4. Громова В. С. Некоторые закономерности образования токсичных газообразных продуктов деградации пестицидов // Гигиена и санитария. — 1991. — № 8. — С. 31—33.
5. Быховская М. С., Гинзбург С. Л., Хализова О. Д. Методы определения вредных веществ в воздухе. — М.: Медицина, 1966. — 595 с.
6. Мажайский Ю. А. Агроэкология техногенно загрязненных ландшафтов: Монография / Ю. А. Мажайский, С. А. Тобратов, Н. Н. Дубенок, Ю. П. Пожогин. — Смоленск: Маджента, 2003. — 384 с.

УДК 658.5

**Г. С. Быкова, И. Ф. Шаталаев**, д-р биол. наук, проф., Самарский государственный медицинский университет  
E-mail: galina\_bp@bk.ru

## Очистка воды от фенолов и нафтолов водным растением наядой мелкозубчатой

*Исследована способность поглощения наядой мелкозубчатой (*Najas microdon*) из водных растворов с концентрацией 50 мг/л некоторых фенолов и нафтолов. Показана возможность и целесообразность использования наяды мелкозубчатой для проведения доочистки сточных вод.*

**Ключевые слова:** сточные воды, очистка, фенолы, нафтолы, наяда мелкозубчатая

**Bykova G. S., Shatalaev I. F. Water purification from phenols and naphthols by *najas microdon***

*Researches ability of absorption by a naiad from water solutions with concentration of 50 mg/l of some phenols and naphthols. The opportunity and expediency of use of *najas microdon* for carrying out the additional cleaning of sewage is shown.*

**Keywords:** sewage, purification, phenols, naphthols, *najas microdon*

Высшая водная растительность принимает активное участие в процессах естественного самоочищения водоемов. Способность макрофитов к накоплению, утилизации, трансформации многих загрязняющих веществ позволяет использовать их для доочистки сточных вод от биогенных элементов, различных органических загрязнителей (в том числе и от нефтепродуктов), тяжелых и других металлов [1, 2].

Гидрботанические способы очистки не противопоставляются традиционным способам биологической очистки в аэротенках, а призваны дополнить их, обеспечить наибольшую полноту удаления загрязнителей.

Фенолы — одни из наиболее токсичных органических соединений. Присутствуют они и в бытовых, и в разнообразных производственных сточных водах: в водах от пирогенного разложения топлива и горючих сланцев, сточных водах анилинокрасовых, химико-фармацевтических заводов, заводов, производящих пластические массы, и многих других [3].



Способность очищения воды от фенольных соединений рядом высших водных растений достаточно хорошо изучена. Такие растения как роголистник, уруть мутовчатая, уруть колосистая, элодея канадская и др. эффективно удаляют фенольные соединения из водных растворов [4]. Эксперименты выявили, что макрофиты не только активируют окисление фенольных соединений и химически связывают их хиноны, но и накапливают прижизненно трудноокисляемые фенольные соединения в довольно высоких концентрациях. Показано также, что разные по структуре фенолы неодинаково токсично действуют на различных представителей высшей водной растительности [5].

То, что способность поглощения зависит от различных факторов — вида растения (и даже подвида), его физиологических особенностей, возраста и стадии развития, от условий среды его обитания, отмечается и другими авторами [6].

При выборе высшего водного растения для доочистки сточных вод нужно учитывать особенности климатической зоны, в которой предполагается его использование. Фотосинтезирующие части многих предлагаемых растений находятся над водой и при пониженных температурах погибают. Поэтому целесообразнее использовать полностью погруженные в воду растения. Кроме того, такие растения удобны при эксплуатации сооружений доочистки, так как отслужившие свой срок плавающие макрофиты легче убирать, чем укорененные.

В данном исследовании использовали в качестве высшего полностью погруженного водного растения наяду мелкозубчатую (*Najas microdon*). Это вечнозеленое, многолетнее растение с тонкими ломкими ветвистыми стеблями, с расположенными на них узколинейными листьями светло-зеленого цвета. Наяда мелкозубчатая — неприхотливое растение, легко размножающееся вегетативно — небольшие фрагменты побега быстро формируют новые растения. Питательные вещества наяда "всасывает" всей своей поверхностью; может существовать как в толще воды, так и в укорененном виде. Корневая система слабая, служит в основном для прикрепления растения. Оптимальный температурный режим жизнедеятельности наяды мелкозубчатой находится в интервале +12...+25 °С.

Цель данного исследования — анализ способности поглощения наядой мелкозубчатой некоторых фенольных соединений и нафтолов.

### Материалы и методы

Из числа наиболее распространенных фенольных компонентов сточных вод для эксперимента были выбраны фенол, *o*-крезол, *m*-аминофенол,

тимол, пирокатехин, гидрохинон, резорцин, 1-нафтол и 2-нафтол.

Для исследования способности поглощения фенольных соединений фитомассу наяды мелкозубчатой из расчета 5 г на 1 л раствора (сырая масса) помещали в водные растворы указанных веществ с концентрацией 50 мг/л. Отбор проб воды проводили с интервалом в 1 сутки в течение нескольких дней. Количественное определение содержания фенольных соединений в водных растворах проводили с помощью фотометрического метода, основанного на образовании окрашенных соединений фенола, его производных и гомологов с 4-аминоантипирином в присутствии калия гексацианоферрата (III) в щелочной среде [3].

Параллельно проводили анализ проб воды "контрольных" растворов органических веществ (без наяды мелкозубчатой) с такими же концентрациями. Интенсивность поглощения органического вещества рассчитывали как разницу между концентрациями вещества в "контрольном" и опытном растворах. Таким образом, учитывали естественную убыль растворенного загрязнителя (аутоокисление). Среднюю интенсивность поглощения фенольного соединения рассчитывали как отношение количества вещества, поглощенного за все время эксперимента, к времени прохождения эксперимента (в сутках). Интенсивность поглощения и средняя интенсивность поглощения органического вещества отнесены к 1 г фитомассы наяды мелкозубчатой.

### Результаты и их обсуждение

Установлено, что присутствие наяды мелкозубчатой способствует интенсивному снижению концентрации фенольных соединений в водных растворах. Скорость извлечения неодинакова и зависит от природы фенола.

Исследования показали, что двухатомные фенолы (пирокатехин, гидрохинон, резорцин) поглощаются быстрее, чем монофенол. Средняя интенсивность поглощения *o*-крезола (*o*-метилфенола) сопоставима с таковой для фенола. Скорость поглощения *m*-аминофенола и тимола (2-изопропил-5-метилфенола) значительно меньше. Поглощение нафтолов наядой несколько менее эффективно, чем двухатомных фенолов, но тоже достаточно велико (см. рисунок).

Установлено также, что снижение концентраций фенольных соединений в растворах с наядой мелкозубчатой значительно выше, чем в контрольных растворах без растения. Так, в растворах с наядой при экспозиции 9—11 суток содержание фенола снизилось на 34 %, *o*-крезола — на 41 %. В контрольных растворах без растения наблюдали

снижение концентрации фенола — 0 %, *o*-крезола — 10 %. Опытные растворы с наядой мелкозубчатой 1-нафтола и 2-нафтола показали снижение концентрации на 86 и 69 % соответственно. В контрольных растворах в результате аутоокисления наблюдали убыль 1-нафтола на 39 %, 2-нафтола — на 11 %.

Аутоокисление растворов двухатомных фенолов составило 10...15 %. Концентрации же этих веществ в опытных растворах снизились на следующие величины: пирокатехин — 77 %, гидрохинон — 49 %, резорцин — 39 %.

Концентрация тимола снизилась на 23 % при аутоокислении 19 %, убыль содержания *m*-аминофенола составила 6 % при аутоокислении 2 %.

Таким образом, скорости превращения фенольных соединений и нафтолов наядой мелкозубчатой превосходят скорости аутоокисления в 1,5—6 раз.

Наблюдения показали, что при окислении пирокатехина, 1-нафтола и 2-нафтола наядой мелкозубчатой образуются окрашенные вещества. Можно предположить, что образуется смесь различных продуктов конденсации фенолов и хинонов.

Экспонирование наяды в растворах 1-нафтола и 2-нафтола на 10-е сутки привело к появлению начальных признаков хлороза. После эксперимента растение не восстанавливалось и примерно на 14-е сутки погибло.

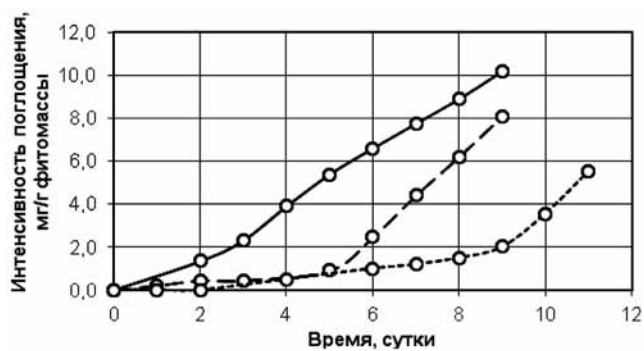
При экспонировании наяды в растворе пирокатехина на 9-е сутки наблюдали изменение внешнего вида растения: появились признаки нежизнеспособности, ярко-зеленая окраска сменилась на бурую, растение выглядело как будто "обожженное". Примерно на 12-е сутки растение погибло.

В растворах других фенольных соединений — фенола, *o*-крезола, *m*-аминофенола, тимола, гидрохинона, резорцина — изменений внешнего вида наяды мелкозубчатой не наблюдали.

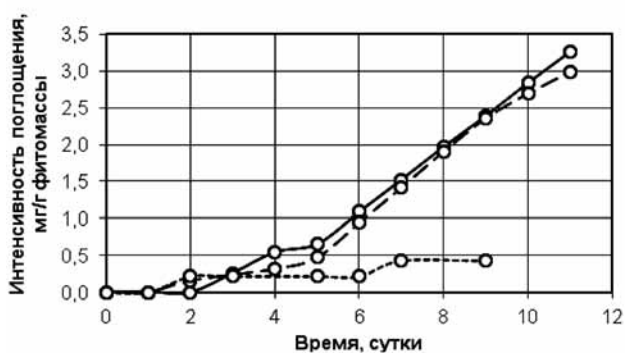
Сильное токсичное действие ортоизомера двухатомных фенолов пирокатехина позволяет предположить наличие у наяды мелкозубчатой *o*-дифенолксидазы. Окисление пирокатехина приводит к образованию *o*-бензохинона, обладающего выраженным токсичным действием на живые системы [5]. Для подтверждения этого предположения необходимо проведение дополнительных исследований.

### Заключение

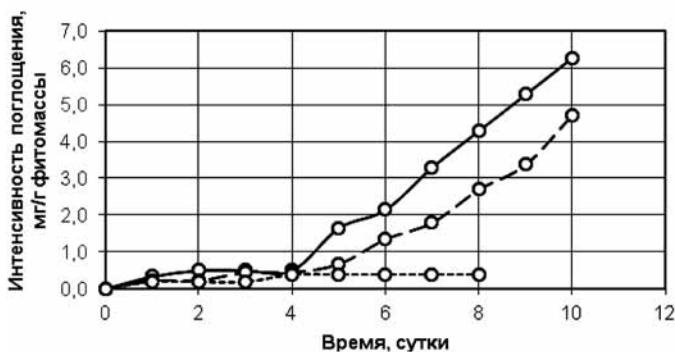
Проведенные эксперименты показали положительную динамику поглощения наядой мелкозубчатой фенольных соединений и нафтолов. Наиболее эффективно наяда мелкозубчатая поглощает из водных растворов фенол, *o*-крезол, пирокатехин, гидрохинон, резорцин, 1- и 2-нафтолы.



а)



б)



в)

Интенсивность поглощения из водных растворов двухатомных фенолов (а); фенола, *o*-крезола, *m*-аминофенола (б); нафтолов и тимола (в) наядой мелкозубчатой с плотностью фитомассы 5 г/л



В меньшей степени поглощаются тимол и *m*-аминофенол. Полученные результаты указывают на возможность и целесообразность использования наяды мелкозубчатой для проведения доочистки сточных вод, содержащих фенол, *o*-крезол, пирокатехин, гидрохинон, резорцин, 1-нафтол, 2-нафтол, тимол и *m*-аминофенол.

Установлено, что пирокатехин, 1- и 2-нафтолы в концентрации 50 мг/л оказывают губительное действие на наяду мелкозубчатую, что необходимо учитывать при залповых сбросах сточных вод, содержащих названные соединения.

#### Список литературы

1. Артамонов В. И. Растения и чистота природной среды. — М.: Наука, 1986. — 172 с.

2. Диренко А. А., Кнуса А. В., Коцарь Е. М. Использование высших водных растений в практике доочистки сточных вод и поверхностного стока // Водочистка. — 2006. — № 3. — С. 70–73.
3. Лурье Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. — М.: Химия, 1984. — 448 с.
4. Стом Д. И., Тимофеева С. С., Белых Л. И., Буторов В. В., Кашина Н. Ф., Кожова О. М., Днепровская Н. М. Роль растений в самоочищении вод от фенольных соединений // Самоочищение и биоиндикация загрязненных вод. — М.: Наука, 1980. — С. 101–109.
5. Стом Д. И. Значение окисления в детоксикации фенолов водными растениями // Самоочищение воды и миграция загрязнений по трофической цепи. — М.: Наука, 1984. — С. 91–97.
6. Дикиёва Д., Петрова И. А. Химический состав макрофитов и факторы, определяющие концентрацию минеральных веществ в высших водных растениях // Гидробиологические процессы в водоемах. — Л.: Наука, 1983. — С. 107–213.

УДК 628.49

С. В. Ковшов, канд. техн. наук, асс., А. А. Седова, студ., Санкт-Петербургский государственный горный университет  
E-mail: kovshovs@front.ru

## Биосистемы переработки органических отходов<sup>1</sup>

*Представлена биотехнология по переработке органических отходов, такая как вермифтехнология, которая позволит не только снизить негативное воздействие на окружающую среду, но и увеличить потребление отходов в качестве вторичного сырья.*

**Ключевые слова:** органические отходы, анаэробное сбраживание, вермифтехнология

**Kovshov S. V., Sedova A. A. Biosystems for organic waste refining**

*Introduction of biotechnology for organic waste refining, such as vermiftechnology, to allow us not only to reduce negative effect and to increase on the second materials.*

**Keywords:** the organic waste, anaerobic fermentation, vermiftechnology

Сегодня перед человечеством возник целый ряд проблем глобального характера, связанный с постоянно растущим антропогенным воздействием на природу. Вопросы переработки органических отходов занимают одно из первых мест в списке эко-

логических проблем, так как практически вся масса органических отходов производства и потребления подлежит захоронению на свалках в составе неселективно собираемых отходов.

До настоящего времени самым распространенным методом размещения отходов остается захоронение неотсортированных отходов на полигонах и свалках, что ведет к безвозвратной потере до 90 % полезной продукции, имеющей реальный спрос на рынке вторичного сырья. Ведь по большому счету, отходов как таковых в природе не существует. Существуют вторичные ресурсы, которые человек еще не научился включать в общий природный круговорот вещества и энергии и использовать себе во благо. Содержание ценных компонентов в отходах нередко близко к содержанию их в добываемом сырье. К примеру, при захоронении утильных фракций на полигонах твердых бытовых отходов (ТБО) ежегодно безвозвратно теряется 9 млн т макулатуры, 1,5 млн т черных и цветных металлов, 2 млн т полимерных материалов, 20 млн т пищевых отходов, 0,5 млн т стекла [2].

На сегодняшний день в отвалах и хранилищах на территории Российской Федерации скопилось приблизительно 80 млрд т отходов различных видов. На органические отходы приходится около 2 млрд т, при этом ими занято свыше 2 млн га по-

<sup>1</sup> Статья публикуется в рамках Международной заочной конференции "Проблемы безопасности XXI века".



лезных площадей, а по прогнозам экспертов, в ближайшие годы объем органических отходов в Российской Федерации будет только расти [2].

В упрощенном виде все методы утилизации органических отходов можно разделить на четыре направления [4]:

- захоронение (в России на его долю приходится 96 %);
- сжигание (2 %);
- повторное использование (1 %);
- переработка с получением нового полезного вещества (1 %).

На практике захоронение отходов производства и потребления в большинстве случаев не соответствует требованиям санитарных норм и правил, предъявляемым к полигонам по размещению отходов. В итоге воздействие мест накопления и захоронения отходов на окружающую среду часто превышает установленные ПДК, нередко в десятки и сотни раз. При этом накопление отходов на свалках города служит реальным источником как эпидемиологической, так и экологической опасности для человека.

В этих условиях все большую роль стали приобретать различные направления биотехнологии. Биотехнология утилизации отходов включает комбинацию всех возможных биологических, биофизических и биохимических факторов воздействия на отходы различного происхождения.

На базе Санкт-Петербургского государственного горного университета сформирована лаборатория биологических способов переработки отходов производства и потребления. Исследован опыт утилизации органических отходов, при котором эти вторичные ресурсы поддаются биоутилизации или биоконверсии. Сущность этих технологий заключается в анаэробном сбраживании, которое в свою очередь и обуславливает санитарно-гигиенический эффект обеззараживания отходов. Предложенный метод состоит из трех фаз [5].

Первая фаза — постепенное развитие представителей гнилостной микрофлоры, которые используют легкометаболизируемые соединения растительных остатков. Эта фаза биоконверсии органических отходов характеризуется высоким содержанием микроорганизмов (клеток в одном грамме субстрата) и длится 3—4 недели.

Во второй фазе возможно заселение субстрата вермикulturой — специально выведенным видом дождевого червя-старателя — смеси красного калифорнийского червя и простого российского названного червя. Характерной чертой этой биотехнологии является возможность переработки червем широкого ассортимента органических отходов: на-

воз всех видов животных, помет, осадки очистных сооружений, отходы сельскохозяйственного и горно-перерабатывающих производств. В этой фазе более активен процесс трансформации и деструкции лигнина, целлюлозы, пектина и других трудноутилизуемых форм органических веществ. Соответственно активизируются микроорганизмы, продуцирующие внеклеточные гидролитические ферменты. Во второй фазе в компосте значительной численности достигает группа аэробных, мезофильных, неспорообразующих микроорганизмов и, прежде всего, бактерий рода *Cytophaga*. Главная их функция — разложение целлюлозосодержащих субстратов и трансформация лигнина — основного источника гумусовых веществ. Обнаруживаются также анаэробные целлюлозолитические бактерии. Общая схема вермитехнологического процесса представлена на рис. 1.

Процесс бактериального разложения целлюлозы протекает с высокой скоростью (3...7 суток). Расщепление целлюлозы с максимальной скоростью происходит в условиях оптимальных и для вермикультивирования: температура 25...28 °С, влажность 70...80 %, рН = 7,0.

Используя отмершие микроорганизмы как источник питания, черви, в свою очередь, регулируют численность и состав микрофлоры гумуса — один из важнейших факторов, определяющих его качество. Количество бактерий к концу второй фазы снижается на 1...2 порядка. Таксономический состав их существенно отличается от первоначального. Переработанный червями субстрат представляет собой в основном копролиты дождевых червей, скрепленные слизистыми выделениями кишечника и насыщенные ферментами, витаминами и микроорганизмами.

В третьей фазе вермикультивирования после перехода червей в свежий субстрат в копролитах протекает активная биохимическая деятельность экзоферментов и микроорганизмов. При этом продолжается процесс гумусообразования, идет биохимическая стабилизация образовавшегося продукта. Следовательно, применение вермитехнологии спо-



Рис. 1. Схема вермитехнологического процесса [1]

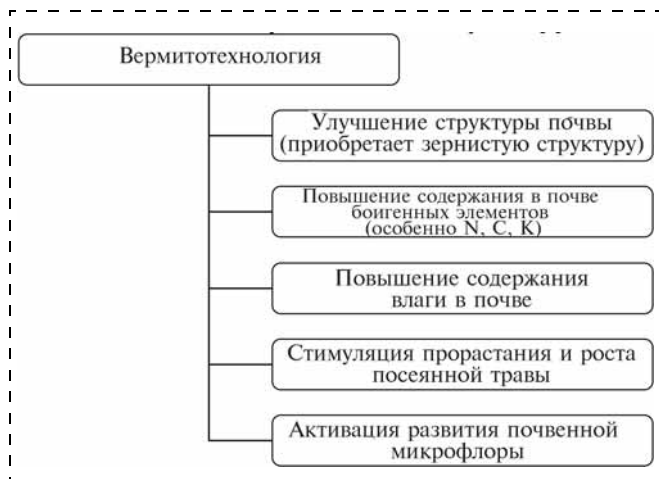


Рис. 2. Направления влияния вермитотехнологии на почву [5]

способствует решению представленных на рис. 2 научно-технических проблем.

Получаемый при помощи вермитотехнологии продукт переработки органических отходов — биогумус — исследован в контексте его применения в целях рекультивации отработанных техногенных массивов. Особенно это актуально ввиду того, что различные способы биологического закрепления пылящих поверхностей (в первую очередь, хвостохранилищ) весьма затруднены, что тесно связано с составом и физико-химическими свойствами самих пылящих поверхностей. Важным фактором эффективного снижения пылеобразования на поверхностях отработанных техногенных массивов является создание связной структуры в верхнем слое покрытия, которая обеспечивала бы его повышенные прочностные свойства на основе коагуляции пылящего материала и связывания его в гранулы, а также связывания гранул между собой и с более крупными частицами, при одновременном повышении биоактивности массива для проведения быстрой рекультивации. При этом важной особенностью таких территорий с точки зрения выращивания на них растений является полное отсутствие в них связанного азота и гумусовых веществ, без которых рост растений невозможен. Поэтому для создания растительного

покрова на техногенных массивах необходимо их поверхности покрывать хотя бы незначительным слоем продуктивной почвы (лучше всего для этих целей подходит чернозем). Это будет способствовать прекращению пыления отвалов и хвостов и созданию в течение 1—2 лет на насыпном грунте устойчивого травяного покрова с плотной дерниной, способной противостоять действиям ветровой эрозии. При этом использование дождевых компостных червей—"старателей" в качестве своеобразных "ускорителей" этого процесса будет крайне эффективным [3].

В итоге, с использованием вермитотехнологии будет постепенно возрастать слой продуктивной почвы. Рекомендуется применять посев многолетних трав, то есть биологическую рекультивацию, так как темпы изменения свойств пород под культурами многолетних и однолетних сеяных трав значительно выше, чем при естественном зарастании отвалов.

Таким образом, можно отметить, что значительной эффективностью обладают не отдельные биотехнологические способы утилизации и переработки органических отходов, а использование их в комплексе. Применение данной технологии при малых вложениях в дальнейшем позволит использовать органические отходы в качестве вторичного сырья для нужд народного хозяйства.

#### Список литературы

1. **Игонин А. М.** Дождевые черви: как повысить плодородие почв в десятки раз, используя дождевого червя—"старателя" / А. М. Игонин. — Ковров: "Маштекс", 2002. — 192 с.
2. **Ковшов С. В.** Проблема отходов органического происхождения и вермитотехнология как вариант ее решения // Записки горного института. — СПб., 2009. — Т. 181. — С. 217—219.
3. **Ковшов С. В.** Биогенные способы снижения пылевой нагрузки на карьерах строительных материалов / С. В. Ковшов, А. А. Бульбашев // Записки горного института. — СПб., 2010. — Т. 186. — С. 54—58.
4. **Шувалов Ю. В.** Биогенные методы повышения плодородия почв рекультивируемых земель / Ю. В. Шувалов, А. П. Бульбашев, Ю. Д. Смирнов, С. В. Ковшов // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2010. — Т. 6. — С. 293—298.
5. **Шувалов Ю. В.** Способ получения биогумуса / Ю. В. Шувалов, А. П. Бульбашев, Ю. Д. Смирнов, С. В. Ковшов // Патент на изобретение № 2393137 от 27.06.2010.

**Н. С. Лупандина**, асп., **Ж. А. Свергузова**, канд. техн. наук, доц., Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова  
E-mail: esnata@mail.ru

## Очистка сточных вод от тяжелых металлов как фактор повышения экологической безопасности

*Статья посвящена проблеме очистки сточных вод от тяжелых металлов. Рассматривается процесс очистки сточных вод от тяжелых металлов отходом сахарной промышленности.*

**Ключевые слова:** сточные воды, очистка, тяжелые металлы, отходы сахарной промышленности

**Lupandina N. S., Svergunova Zh. A. Sewage purification as a factor of ecology safety increasing**

*The article is devoted to the problem of sewage purification from heavy metals. The article covers the process of sewage purification from the heavy metal with waste product of sugar industry.*

**Keywords:** sewage, clearing, heavy metals, burnt waste of sugar industry

Повышение качества воды водных объектов является одним из важнейших факторов экологической безопасности. Как известно, тяжелые металлы опасны для водных экосистем и их обитателей своими канцерогенными, мутагенными, кумулятивными и синергетическими свойствами. Поэтому предотвращение попадания ионов тяжелых металлов (ТМ) в водные экосистемы со сточными водами является весьма важной задачей.

Многолетние последствия вмешательства людей в функционирование экосистем привели к существенным изменениям в них и сдвигам экологического равновесия. В условиях повсеместного нарастания экологической опасности проблема охраны водных ресурсов от загрязнений с каждым днем становится все более актуальной.

Наличие достаточного количества качественных вод, пригодных для питья, является одним из условий укрепления здоровья человека и стабильного развития государства. Употребление воды, не соответствующей гигиеническим нормативам, может привести к неблагоприятным как кратковременным, так и длительным последствиям для здоровья населения.

На нашей планете ежегодно вследствие использования загрязненной воды умирает около 3 млн человек. По данным ООН свыше 18 % (более 1 млрд человек) населения на Земле не имеют доступа к качественной питьевой воде. Инфекционные заболевания, обусловленные водным фактором, составляют более 80 % инфекционных заболеваний в мире. В странах европейского региона 120 млн человек не имеют возможности употреблять безопасную в эпидемиологическом отношении воду [1].

Источниками загрязнения водных объектов являются сбрасываемые неочищенные или недоочищенные сточные воды предприятий. Так, на примере водных объектов Белгородской области можно видеть, что из года в год в водные объекты сбрасывается более 19 % неочищенных сточных вод (по отношению к общему объему сбрасываемых стоков по области) (табл. 1.)

Как следует из данных мониторинга, качество воды водных объектов Белгородской области находится на низком уровне. Почти все водные объекты области имеют класс качества воды 3 и выше, индекс загрязненности воды (ИЗВ) отдельных рек лежит в интервалах 1,4...4,5, вода загрязнена соединениями азота, фосфора, меди, цинка, никеля; показатели ХПК и БПК намного превышают нор-

Забор и сброс вод в водные объекты Белгородской области по годам

Таблица 1

Показатели	Годы									
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Забрано воды, всего, млн м <sup>3</sup>	397,8	401,0	409,9	408,7	410,1	412,1	414,1	413,1	415,2	325,1
Сброшено в водные объекты, млн м <sup>3</sup>	190,3	188,9	199,7	198,5	199,8	201,1	203,2	201,8	202,2	135,3
Нормативно-очищенные воды, млн м <sup>3</sup>	83,4	90,3	63,0	65,7	71,8	78,3	81,2	79,8	80,5	127,5
Загрязненные воды, млн м <sup>3</sup>	32,3	32,9	44,7	43,4	41,1	38,5	39,2	40,2	40,1	7,8

мативные требования. Так, в реке Оскол, 389-й км от устья, качество воды не соответствует рыбохозяйственной категории по меди (2,5 ПДК), никелю (2,15 ПДК), железу общему (2,15 ПДК), ИЗВ = 4,487, класс качества воды 5, грязная. В реке Осколец, 28-й км от устья, содержание меди составляет 1,92 ПДК, никеля — 1,98 ПДК. Величина ИЗВ = 5,877, класс качества воды 5, загрязненная. Река Потудань (приток реки Дон) — её вода не соответствует нормативам по меди (2,00 ПДК), цинку (1,83 ПДК), железу общему (2,15 ПДК); класс качества воды — 3, умеренно загрязненная, ИЗВ = 1,44 [1].

Аналогичная ситуация наблюдается по другим водным объектам области. Из приведенных данных следует, что в реки Белгородской области ежегодно сбрасываются большие количества различных загрязняющих веществ, среди которых особую опасность представляют фосфаты как биогенные вещества, ускоряющие эвтрофикацию водных объектов, и тяжелые металлы, представляющие собой экотоксиканты повышенной опасности.

Сброс большого количества фосфатов и тяжелых металлов объясняется неэффективной работой очистных сооружений, нестабильностью технологических процессов и высокой насыщенностью области предприятиями металлообрабатывающего профиля. Ненормативный сброс загрязняющих веществ сказывается на качестве воды водных объектов, что можно проследить на примере реки Северский Донец (рис. 1).

Несоблюдение нормативов НДС по фосфатам, меди и никелю в сточных водах предприятий свидетельствует о несовершенстве существующих систем очистки (рис. 2). Такие сточные воды оказывают негативное воздействие на водные объекты. Для достижения норм НДС необходима разработка способов повышения эффективности работы очистных сооружений. Очень важной задачей является очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов.

Выбор метода очистки сточных вод от ионов ТМ, и в частности от катионов  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Ni}^{2+}$ , зависит от концентрации и состава загрязнений, возможности утилизации ценных компонентов и возврата воды в производство, требуемой глубины очистки и других конкретных условий.

Для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов применяют традиционные методы: реагентный, биологический, электрохимический, сорбционный и др.

Для глубокой очистки сточных вод от катионов меди и никеля широко применяется сорбционная очистка, достоинством которой является высокая эффективность, возможность очистки сточных вод, содержащих несколько веществ. С технико-экономической точки зрения адсорбция весьма эффектив-

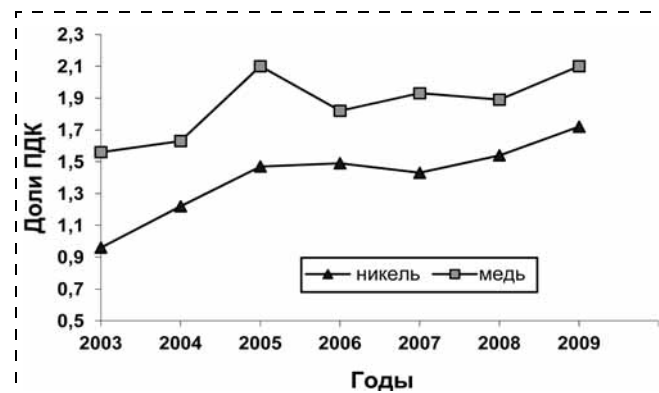


Рис. 1. Содержание фосфатов меди, никеля в воде реки Северский Донец

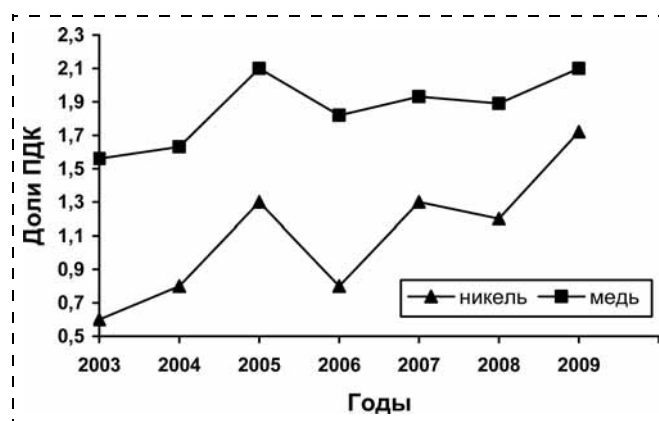


Рис. 2. Среднегодовые значения концентраций меди и никеля в сточной воде АООТ "Машзавод" в реке Разумная, г. Шебекино

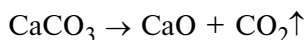
на для извлечения из сточных вод ценных продуктов с целью их использования в замкнутом цикле основного производства. Эффективность адсорбционной очистки достигает 80...95 % и зависит от химической природы адсорбента, величины адсорбционной поверхности и ее доступности. Сорбенты не должны уменьшать адсорбционную емкость после регенерации, чтобы обеспечивать большое число циклов работы. Наиболее универсальными адсорбентами являются активированные угли. Однако их использование ведет к значительному удорожанию процесса очистки сточных вод за счет регенерации сорбентов. Поэтому все более востребованы неорганические сорбенты, к которым относят как отходы производства (шлаки, шламы, зола, пыли), так и природные сорбенты (глины, пески, силикагели, цеолит, пермутит и др.). Сорбенты могут использоваться в натуральном виде или после предварительной обработки (активации или синтеза на их основе).

Для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов предлагается использовать дефекаат — твердый отход сахарной промышленности. Дефекаат представляет собой тонкодисперсные частицы кар-

боната кальция  $\text{CaCO}_3$  с примесью органических веществ.

Дефекат образуется при производстве сахара из сахарной свеклы на стадии очистки свекловичного сока (сатурации). Процесс очистки сока заключается в обработке его сначала известковым молоком (суспензией  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), а затем газообразным оксидом углерода (IV)  $\text{CO}_2$ . В процессе обработки  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  взаимодействует с  $\text{CO}_2$ , при этом образуются частицы  $\text{CaCO}_3$ . Поскольку эти частицы образуются в ходе химической реакции, их размеры не превышают 60 мкм. Образующийся в ходе очистки свекловичного сока осадок (дефекат) в качестве примесей содержит кальциевые соли щавелевой, лимонной и глюконовой кислот, а также остатки витаминов и других органических веществ, ранее содержащихся в свекле.

При термической обработке дефеката в условиях, исключающих разложение органических соединений до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , происходит их обугливание. Образовавшийся углерод прочно оседает на поверхности  $\text{CaCO}_3$ , и частицы дефеката приобретают интенсивный черный цвет. Поскольку тонкодисперсный углерод известен как хороший сорбент, можно предположить, что полученный в результате термообработки термомодифицированный дефекат (ТД) также должен обладать свойствами сорбента. При добавлении ТД к модельным растворам, содержащим ионы  $\text{Ni}^{2+}$  эффективность очистки составляла 74 %. Для повышения эффективности очистки была повышена температура термообработки дефеката от 600 до 900 °С. При повышении температуры обжига происходит разложение кальциевых солей органических кислот с образованием  $\text{CaO}$ , а также начинается процесс диссоциации карбоната кальция по схеме:



и происходит сгорание углеродного слоя. Порошок приобретает светло-кремовый, а затем белый цвет. С повышением температуры обжига дефеката

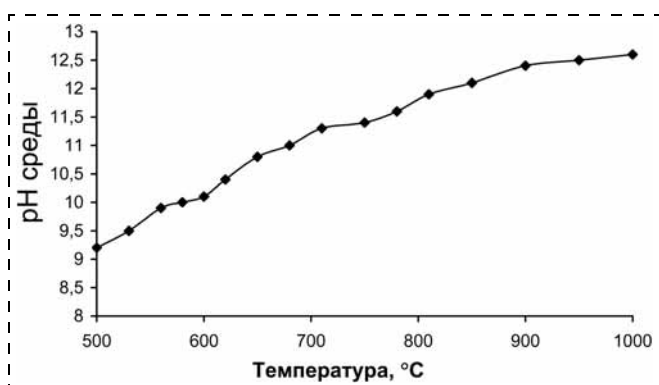


Рис. 3. Зависимость pH водной вытяжки от температуры обжига дефеката

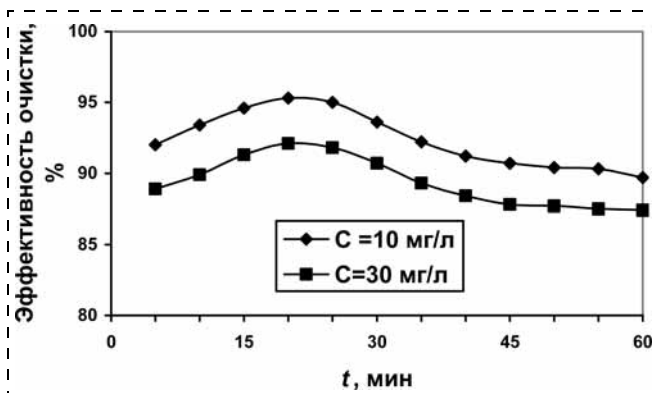


Рис. 4. Зависимость эффективности очистки модельных растворов сточных вод различной концентрации от продолжительности термического взаимодействия на исходный дефекат ( $V = 100$  мл,  $t = 15$  мин,  $T = 20$  °С)

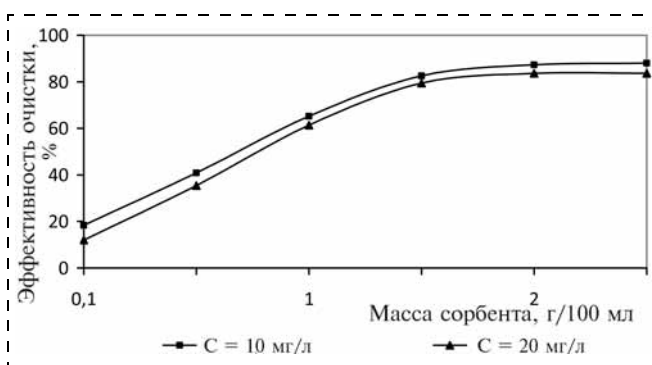
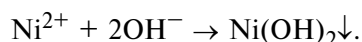


Рис. 5. Зависимость эффективности очистки модельных сточных вод с различной концентрацией ионов никеля от массы сорбента

та увеличивается значение pH водной вытяжки дефеката (рис. 3).

Таким образом, при добавлении ТД к модельным растворам, содержащим ионы  $\text{Ni}^{2+}$ , в водной среде создаются благоприятные условия для образования малорастворимого осадка:



При этом эффективность очистки возрастает с повышением температуры обжига и увеличением массы добавленного ТД (рис. 4, 5).

Как показали исследования, достигнуть более высокой эффективности очистки не удастся, очевидно, по той причине, что для низкоконтрированных растворов не достигается произведение растворимости для  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ . В экспериментах с растворами более высоких концентраций (см. рис. 4) была достигнута эффективность очистки 96 %.

Для подтверждения полученных данных также была проведена апробация в лаборатории ОАО "Завод — Новатор". Для исследований отбирались пробы сточных вод, поступающих с предприятия на поля фильтрации, к которым добавлялся ТД в количестве



Таблица 2

## Эффективность очистки производственных сточных вод

№	Ингредиенты	Концентрация, мг/л		Эффективность очистки, %
		До очистки	После очистки	
1	Ионы никеля ( $\text{Ni}^{2+}$ )	5,3	0,02	99,6
2	Железо общее	4,25	0,6	85,9
3	Ионы меди ( $\text{Cu}^{2+}$ )	0,3	0,0005	99,8

30 г/л. Смесь перемешивалась в течение 15 мин при температуре 20 °С, затем фильтровалась через фильтр "белая лента". В очищенной воде определяли остаточную концентрацию ионов меди и никеля.

Результаты исследований, свидетельствующие о высокой эффективности предлагаемого способа для очистки сточных вод от многих загрязняющих ве-

ществ, в том числе от тяжелых металлов, представлены в табл. 2.

Таким образом, было доказано, что после обжига дефеката при 600 °С ТД можно использовать в водоочистке как сорбент, а при обжиге в условиях температур 800...900 °С — как реагент, заменяющий СаО.

Следует отметить, что используя термодифицированный дефекат, достигается цель рационального использования природных ресурсов и утилизации крупнотоннажных техногенных отходов — отхода сахарной промышленности — дефеката.

## Список литературы

1. **Состояние** окружающей среды и использование природных ресурсов Белгородской области в 2007 г.: Справочное пособие / П. М. Авраменко, П. Г. Акулов, А. И. Анисимов и др.; под ред. С. В. Лукина. — Белгород: Константа, 2008. — 276 с.

УДК 615.33:577.4

**З. Е. Машченко**, канд. фарм. наук, доц., Самарский медицинский институт "Реавиз",  
**И. Ф. Шаталаев**, д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой, **М. А. Шефер-Серебрякова**,  
асс., Самарский государственный медицинский университет  
E-mail: mzinaida@yandex.ru

## Исследование токсичности антибиотиков при действии на водные микроорганизмы активного ила городских очистных сооружений

*Представлены данные о динамике дегидрогеназной активности водных микроорганизмов при действии антибиотиков различных групп в зависимости от концентрации и времени инкубации в аэробно-анаэробных условиях.*

**Ключевые слова:** дегидрогеназная активность ила, сточные воды, антибиотики, бензилпенициллина натриевая соль, цефазолин, эритромицин

**Mashchenko Z. E., Shatalaev I. F., Schaefer—Serebryakova M. A. Research the toxicity of antibiotics to the water under the action of microorganisms of activated sludge municipal wastewater treatment plants**

*Presented dynamics data dehydrogenase activity of water microorganisms at action of antibiotics of various groups depending on concentration and incubation time in aerobno-anaerobic conditions.*

**Keywords:** dehydrogenase activity of silt, antibiotics, benzylpenicillinum natrium, cefazolin, erythromycin

В настоящее время в зарубежной и отечественной литературе обсуждается проблема поступления на городские очистные сооружения сточных вод, содержащих большие количества лекарственных препаратов. В воде обнаруживаются препараты антимикробного действия, вещества, обладающие гормональной активностью, а также нестероидные противовоспалительные лекарственные средства. Эти фармацевтические препараты в неизменном виде или в форме метаболитов переходят в сточные воды вместе с выделениями человека. Особую проблему составляет присутствие в воде антибиотиков, которые отличаются низкой способностью к биоразложению и ингибированием микрофлоры активного ила городских станций аэрации [1, 2].

Для выявления опасных веществ, содержащихся в сточных водах, используют метод биотестирования. Это позволяет на ранних этапах поступления сточных вод выявить токсичные вещества, представляющие опасность для микроорганизмов активного ила и провести коррекцию технологического режи-

ма с целью предупреждения массовой гибели микрофлоры биологических очистных сооружений.

Одним из наиболее перспективных методов биотестирования водных экосистем является энзиминдикация. В частности, может быть использовано определение дегидрогеназной активности ила, снижение которой по отношению к контролю свидетельствует об ингибирующем влиянии компонентов сточных вод на микроорганизмы активного ила. Уменьшение активности дегидрогеназ ила более чем на 20 % говорит о токсичности веществ, содержащихся в сточных водах. Снижение активности ферментов связано, как правило, с подавлением метаболизма организмов активного ила [3, 4].

Цель исследования — изучение токсичности антибиотиков различной химической структуры и их продуктов полураспада при действии на активный ил городских очистных сооружений.

Объектами исследования служили антибиотики группы пенициллинов — бензилпенициллина натриевая соль, группы цефалоспоринов — цефазолин и группы макролидов — эритромицин, химическая структура которых представлена в табл. 1.

По данным некоторых источников, сточные воды, поступающие на городские станции аэрации, содержат антибиотики в концентрациях 10...1000 нг/л. Указанные концентрации не оказывают токсического действия на активный ил. Однако содер-

жание антибиотиков в сточных водах зависит от численности населения, от времени года и некоторых других факторов. Особенно в значительных количествах они присутствуют в сточных водах медицинских учреждений (больниц, госпиталей и т. д.) [5].

Для определения токсичности исследуемые антибиотики добавляли в инкубационную среду в концентрациях 50...350 мг/л (завышенных по сравнению с приведенными выше данными). Инкубацию осуществляли в течение 4 ч при температуре 20 °С в аэробно-анаэробных условиях; отбор проб проводили через каждый час.

В экспериментах использовали активный ил регенератора первой секции аэраторов городских очистных сооружений МП "Самараводоканал".

Определение дегидрогеназной активности осуществляли по методике, основанной на восстановлении индикатора 2, 3, 5-трифенилтетразолия хлорида с последующим фотометрическим анализом полученных растворов. Относительную дегидрогеназную активность в пробах рассчитывали как процентное отношение оптической плотности в опытной пробе, содержащей исследуемое вещество в известной концентрации, к оптической плотности в контрольной ("холостой") пробе.

Динамика изменения дегидрогеназной активности ила при действии бензилпенициллина натриевой соли представлена в табл. 2.

В течение первого часа инкубации отмечалось увеличение дегидрогеназной активности ила во всех исследуемых образцах. Максимальное увеличение показателя до 30,21 % происходило в инкубационной среде с содержанием бензилпенициллина натриевой соли 100 мг/л, минимальное увеличение активности до 9,33 % — в инкубационной среде с содержанием бензилпенициллина натриевой соли 350 мг/л.

Инкубация в течение последующих двух часов приводила к устойчивому снижению дегидрогеназной активности во всем диапазоне исследуемых

Таблица 1  
Химическая структура исследуемых антибиотиков

Название антибиотика	Химическая структура антибиотика
Бензилпенициллина натриевая соль	
Цефазолин	
Эритромицин	

Таблица 2  
Изменение дегидрогеназной активности при действии бензилпенициллина натриевой соли, %

Концентрация антибиотика, мг/л	Время инкубации, ч			
	1	2	3	4
50	+19,67	+3,57	-15,25	+12,71
100	+30,21	+15,39	-3,26	+2,72
150	+12,28	-4,32	-4,16	+11,22
200	+20,63	-9,56	-18,81	-26,19
250	+21,54	+1,80	-17,30	-24,88
300	+11,41	-1,85	-13,26	-20,14
350	+9,33	-2,63	-5,02	-14,29



Таблица 3

## Изменение дегидрогеназной активности при действии цефазолина, %

Концентрация антибиотика, мг/л	Время инкубации, ч			
	1	2	3	4
50	-13,10	-10,09	-3,68	-12,67
100	-10,00	-25,00	-5,41	-8,00
150	-16,15	-8,33	-27,03	+9,00
200	-27,16	+40,97	-12,76	+17,39
250	-20,93	+21,74	-8,10	+13,50
300	-16,28	+35,42	-25,87	+17,39
350	-16,45	+24,30	-5,76	+13,04

концентраций, уменьшение исходной активности дегидрогеназ ила более чем на 17 % имело место в образцах с содержанием бензилпенициллина натриевой соли 200 и 250 мг/л на третий час инкубации.

В пробах с содержанием бензилпенициллина натриевой соли 50...150 мг/л к четвертому часу инкубации происходило повторное увеличение дегидрогеназной активности, а в диапазоне концентраций 200...350 мг/л снижение активности дегидрогеназ ила до уровня 20 %.

Динамика изменения дегидрогеназной активности при действии цефазолина представлена в табл. 3.

В течение первого часа инкубации отмечалось уменьшение активности ферментов во всех исследуемых пробах, снижение активности дегидрогеназ ила более чем на 20 % наблюдали в образцах с содержанием цефазолина 200...250 мг/л.

Двухчасовая экспозиция приводила к снижению дегидрогеназной активности в концентрациях антибиотика 50...150 мг/л до уровня 25 %, а в концентрациях антибиотика 200...350 мг/л к повышению активности до уровня более 40 %.

Инкубация в течение трех часов во всем диапазоне исследуемых концентраций приводила к устойчивому снижению дегидрогеназной активности. Уменьшение активности дегидрогеназ более чем на 20 % наблюдали в образцах с концентрацией 150 и 300 мг/л.

При инкубации в течение четырех часов получили следующие результаты: серии экспериментов с концентрацией цефазолина 50...100 мг/л приводили к незначительному снижению активности ферментов (не более 12 %), а при концентрациях 150...350 мг/л биомассы к стабильному увеличению дегидрогеназной активности до 17 %.

Динамика изменения дегидрогеназной активности при действии эритромицина представлена в табл. 4.

В течение первого и второго часа инкубации отмечали уменьшение активности дегидрогеназ; сни-

Таблица 4

## Изменение дегидрогеназной активности при действии эритромицина, %

Концентрация антибиотика, мг/л	Время инкубации, ч			
	1	2	3	4
50	-4,85	-9,50	+1,06	+21,25
100	-11,77	-22,85	+1,32	+14,91
150	-12,14	-27,12	+4,54	+22,50
200	-16,83	-21,04	+10,41	+17,02
250	-29,28	-17,52	-7,47	+15,78
300	-21,03	-19,05	-11,88	+27,50
350	-31,35	-8,35	-6,45	-1,11

жение показателя ниже 20 % происходило в образцах с концентрацией эритромицина 250...350 мг/л (первый час инкубации), и для образцов с содержанием антибиотика 100...200 мг/л (второй час инкубации).

Трехчасовая инкубация приводила к повышению активности ферментов в концентрациях 50...200 мг/л (до 10 %), а образцах с концентрацией антибиотика 250...350 мг/л дегидрогеназная активность была меньше по сравнению с контролем (до -11 %).

К завершению эксперимента активность ферментов возрастала в пробах с концентрацией 50...300 мг/л в среднем на 15...20 %, а в образце с содержанием антибиотика 350 мг/л активность достигала уровня контроля.

Проведенные эксперименты показывают, что антибиотики (бензилпенициллина натриевая соль, цефазолин, эритромицин) и их продукты полураспада в диапазоне исследуемых концентраций не обладают токсичностью для микроорганизмов активного ила городских очистных сооружений. Полученные данные свидетельствуют о возможности биологической очистки воды, содержащей указанные антибиотики, на городских станциях аэрации.

## Список литературы

1. Lindberg Richard H., Wennberg Patric, Johansson Magnus I., Tysklind Mats, Andersson Barbo A. V. Screening of human antibiotic substances and determination of weekly mass flows in five sewage treatment plants in Sweden // Environ. Sci and Technol. — 2005. — 39. — № 10. — P. 3421—3429.
2. Jong Youkui, Zhand Linshend. Jongyeshui chuli = Ind. Water Treat. — 2005. — Vol. 25. — № 12. — P. 1—12, p. 1—5.
3. Шаталаев И. Ф. Биотестирование токсичности сточных вод по дегидрогеназной активности ила. Методические рекомендации. — Самара: СамГМУ, 1998. — 6 с.
4. Архипчик В. В., Малиновская М. В. Применение комплексного подхода в биотестировании природных вод // Химия и технология воды. — 2000. — Т. 22. — № 4. — С. 428—443.
5. Kümmerer K. Antibiotics in the aquatic environment. A review. Part 1 // Chemosphere. — 2009. — № 75. — P. 417—434.



## Влияние вермикомпоста и аммиачной селитры на особенности динамики выделения хлорсодержащих газов при разложении остаточных количеств пестицидов группы ДДТ

*Представлена динамика выделения фосгена и хлористого водорода при разложении неиспользуемых остатков гексахлорана в почвенной среде под влиянием вермикомпоста из лузги гречихи, а также биологически и химически активного азотного удобрения — аммиачной селитры.*

**Ключевые слова:** гексахлоран, разложение, фосген, хлористый водород

**Shushpanov A. G. Influence of vermicompost and ammoniac saltpeter on feature of dynamics of khlorosoderzhaschikh of gases at decomposition of remaining amounts of pesticides of DDT band**

*The dynamics of selection of phosgene and chlorous hydrogen is presented at decomposition of not in use tailings of hexachlorane in a soil environment under influence of vermicomposta from the husk of buckwheat, and also biologically and chemically active nitric fertilizer — ammoniac saltpeter.*

**Keywords:** hexachlorane, decomposition, phosgene, chlorous hydrogen

Одной из крупных экологических проблем, решение которой потребовало принятия международных природоохранных соглашений, является проблема загрязнения окружающей среды ксенобиотиками — веществами не природного происхождения, среди которых одно из первых мест по значению занимают пестициды — химические вещества, предназначенные для борьбы с вредными организмами и возбудителями болезней.

Для нашей страны наиболее актуальной является проблема, связанная с широкомасштабным применением в прошлом и сохранением в настоящем неиспользованных запасов гексахлорана (ГХЦГ), дихлордифенилтрихлорметилметана (ДДТ) и гранозана.

Проведенные исследования показали, что неиспользуемые остатки хлорорганических пестицидов (ХОП) группы ДДТ (ДДТ, ГХЦГ, линдан, ПХП, ПХК и др.) являются постоянным источником выделения в атмосферу газообразных продук-

тов их разложения, в том числе хлористого водорода HCl и фосгена  $\text{COCl}_2$ . Максимальная концентрация определяется в теплое время года до 10...20 м от источника: HCl — на высоте 1,0...1,5 м,  $\text{COCl}_2$  — 0,1...0,5 м от уровня земли [1].

Фосген (дихлорангидрид угольной кислоты)  $\text{COCl}_2$  (молекулярная масса 98,92) — бесцветный газ с запахом прелого сена или гниющих фруктов плохо растворим в воде, хорошо — в органических растворителях — отравляющее вещество удушающего действия, смертельная концентрация 3,2 мг/л при экспозиции 1 мин. Фосген обладает кумулятивными свойствами, вызывает отек легких, раздражение глаз и слизистых оболочек, скрытый период его действия 2...12 ч.

Хлористый водород HCl — при обычных условиях бесцветный газ с резким запахом, на воздухе при поглощении влаги образует туман, представляющий собой мельчайшие капельки соляной кислоты; растворяется в воде с выделением теплоты, при этом образуется соляная кислота. При высоких концентрациях HCl вызывает раздражение слизистых оболочек, в особенности носа; конъюнктивит; помутнение роговицы; охриплость; чувство удушья; покалывание в груди; насморк; кашель; иногда кровь в мокроте. Концентрации хлористого водорода 0,05...0,075 мг/л переносятся с трудом.

Проблема утилизации неиспользуемых остатков персистентных пестицидов предполагает поиск препаратов, способных стимулировать скорость их разложения. Исследования Л. А. Головлевой, В. С. Громовой, М. И. Лунева и других авторов показали, что ответственными за разложение хлорорганических пестицидов в почве являются микроорганизмы, деятельность которых можно усилить внесением различных добавок, в том числе некоторых минеральных удобрений и гербицидов [2, 3]. Разложение препаратов вне почвы осуществляется, в основном, термическим способом [4]. В настоящее время актуально использование экологически безопасных субстратов, способных стимулировать и обогащать среду активными микроорганизмами. По данным авторов работы [5], пролонгирован-



ным почвоулучшающим действием обладает вермикомпост из лузги гречихи.

*Вермикомпост из лузги гречихи* характеризуется следующими основными параметрами: рН = 6,8; N, PO, KO (% на сухое вещество), соответственно, 1,6; 2,1; 2,4. Агрохимические показатели почвы: гумус — 5,5; PO, KO (в мг/100 г), соответственно, 10,5; 8,4.

Цель проведенных исследований состояла в изучении динамики выделения хлорсодержащих газов при разложении неиспользуемых остатков гексахлорана в почвенной среде под влиянием вермикомпоста, а также биологически и химически активного азотного удобрения — аммиачной селитры.

*Схема проведения эксперимента.* В пластмассовые пеналы размером  $0,35 \times 0,15 \times 0,08$  м закладывалась почва, предварительно измельченная и просеянная через сито с диаметром отверстий 1 мм. В почву вносили dust хлорорганических пестицидов, отобранных с места хранения. Исследовали следующие варианты: почва + dust ГХЦГ + вермикомпост из лузги гречихи в трех дозах из расчета 3, 6, 9 т/га, почва + dust ГХЦГ + аммиачная селитра также в трех дозах 40, 80, 120 г/м<sup>2</sup>. Почву увлажняли до состояния 60...70 % от полной полевой влагоемкости. Пеналы герметизировали и экспонировали при температуре воздуха 22...25 °С. С интервалом 7 дней отбирали пробы воздуха на содержание хлористого водорода и фосгена. В конце эксперимента (через 1 месяц) образцы почвы проанализировали на содержание изомеров ГХЦГ ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ).

В качестве контроля служил вариант почва + ГХЦГ (без внесения удобрений). Концентрацию остаточных количеств ХОП определяли по количеству  $\gamma$ -ГХЦГ, отличающегося наиболее выраженными персистентными свойствами. Повторность опыта трехкратная, используемые методы — общепринятые, математическая обработка полученных результатов — по программе в составе Excel 2003 для Windows XP.

*Результаты исследований.* Проведенные исследования показали, что динамика выделения хлористого водорода и фосгена характеризуется как общими, так и различными свойствами. К первым особенностям относится то, что наиболее высокая концентрация газов наблюдалась в первый срок отбора. Различия заключались в их количестве.

*Влияние вермикомпоста на динамику выделения HCl.* В контрольном варианте, в увлажненной почве с добавлением dust ХОП наблюдался процесс интенсивного выделения хлористого водорода, особенно в первые два срока. Затем, концентрация его неуклонно снижалась (рис. 1).

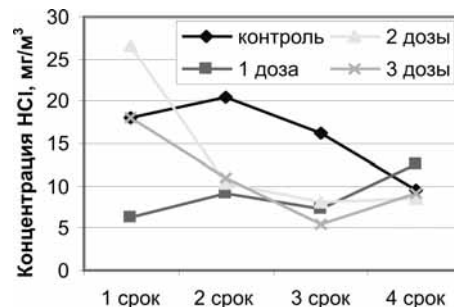


Рис. 1. Динамика выделения HCl

Внесение вермикомпоста изменяет характер динамики газа. Наличие одной дозы вермикомпоста 3 т/га способствует уменьшению интенсивности выделения HCl. Суммарная концентрация этого газа за весь срок наблюдений уменьшилась по сравнению с контролем в 1,8 раз. Это объясняется увеличением способности почвы абсорбировать образующиеся газы за счет увеличения органического материала и недостаточного количества микроорганизмов, разлагающих ХОП. В варианте с двумя дозами 6 т/га вермикомпоста зафиксирована максимальная концентрация HCl, но тоже только в первый срок отбора проб. В остальные сроки количество выделяющегося HCl во всех вариантах практически постоянно и не зависит от дозы внесенного вермикомпоста (см. рис. 1).

*Влияние вермикомпоста на динамику выделения СОСІ<sub>2</sub>.* Основным отличием динамики выделения фосгена является тесная положительная зависимость его количества от дозы внесения вермикомпоста ( $R = 0,86$ ), особенно в первый срок отбора проб. Это вызвано вспышкой микробиологической деятельности, обусловленной не только оптимальными гидротермическими условиями, но и наличием биологически активной добавки. Динамика выделения фосгена имеет колебательный характер, что отражает микробиологическую активность почвы, так как процессам естественного газообмена почвы свойственен определенный ритм. Ритмическое изменение концентрации фосгена связано с динамикой высвобождения из связанного состояния ХОП и воздействия на них биологических деградирующих факторов [6]. Корреляционный анализ зависимости между концентрациями газов и  $\gamma$ -ГХЦГ показал тесную отрицательную зависимость между содержанием в воздухе фосгена и количеством в почве  $\gamma$ -ГХЦГ ( $R = -0,98$ ), в то время как подобная зависимость в отношении HCl не отражает процесс снижения изомеров пестицидов в почве ( $R = 0,25$ ). Содержание  $\gamma$ -ГХЦГ в среде уменьшается с увеличением дозы вермикомпоста ( $R = -0,73$ ). Поэтому можно утверждать, что вы-

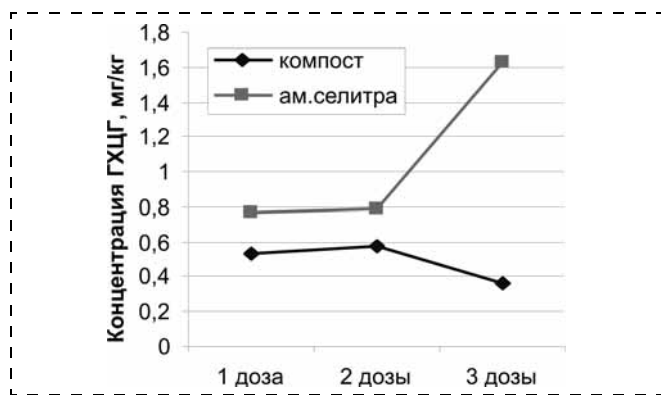


Рис. 2. Влияние дозы вносимых субстратов на концентрацию  $\gamma$ -ГХЦГ

деление фосгена, в основном, обусловлено микробиологической деятельностью, которая и способствует деградации ГХЦГ.

Влияние аммиачной селитры на динамику выделения  $\text{HCl}$  и  $\text{SOCl}_2$ . Динамика выделения хлорсодержащих газов в присутствии аммиачной селитры имеет некоторые особенности. В отличие от вариантов с вермикомпостом, отмечается тесная корреляционная зависимость количества выделившегося  $\text{HCl}$  от дозы удобрения ( $R = 0,92$ ), в то время как зависимость концентрации  $\text{SOCl}_2$  от дозы аммиачной селитры слабая ( $R = 0,16$ ). По данным В. С. Громовой, при температуре выше  $18^\circ\text{C}$  имеет место сочетанное действие температуры и минерального удобрения. Отмечается потенцирующее влияние совместного действия этих факторов на образование только хлористого водорода [3]. Подтверждением могут служить и данные проведенных натурных исследований, в соответствии с которыми в осенний период при температурах ниже  $18^\circ\text{C}$  ( $10...12^\circ\text{C}$ ) в воздухе можно определить только фосген [1]. В отличие от вермикомпоста не отмечено влияние аммиачной селитры на разложение  $\gamma$ -ГХЦГ (рис. 2).

Увеличение дозы аммиачной селитры способствует увеличению количества изомера ( $R = 0,88$ ), что подтверждает бактерицидный характер этого вида удобрений, который на практике используется не только как источник азота для растений, но и как средство борьбы с почвенными нематодами.

Таким образом, проведенные исследования показали, что остатки ХОП, внесенные в почвенную среду, разлагаются с выделением хлористого водорода и фосгена. Дополнительное внесение вермикомпоста способствует преимущественному образованию фосгена, что положительно коррелирует с уменьшением в почвенной среде концентрации  $\gamma$ -ГХЦГ. Внесение аммиачной селитры способствует преимущественному образованию хлористого водорода и снижает процесс распада  $\gamma$ -ГХЦГ.

#### Список литературы

1. Громова В. С., Шушпанов А. Г., Борисова И. В. Загрязнение почвенной и воздушной среды при хранении неиспользованных остатков хлорорганических пестицидов // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. — 2010. — № 2. — С. 33—35.
2. Головлева Л. А., Финкельштейн З. И. Условия микробной деградации пестицидов // Агрохимия. — 1984. — № 3. — С. 105—119.
3. Громова В. С. Некоторые закономерности образования токсичных газообразных продуктов деградации пестицидов // Гигиена и санитария. — 1991. — № 8. — С. 31—33.
4. Шушпанов А. Г. К проблеме утилизации запрещенных к применению пестицидов // Экология и безопасность в техносфере / Материалы Всероссийской научно-технической интернет-конференции (декабрь — 2010), ФГОУ ВПО "Госуниверситет-УНИК". — Орел: ФГОУ ВПО "Госуниверситет-УНПК", 2011. — 64—66 с.
5. Ткаченко О. А., Громова В. С. Особенности воздействия различных видов биогумуса на агроэкологические показатели почвы и распределение цезия-137 в растениях // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2000. — № 8. — С. 62—63.
6. Громова В. С. Химико-токсикологическая характеристика органической почвенной пыли // 3 Всероссийская конференция "Гуминовые вещества в биосфере". — С.-Петербург, 2005. — С. 28—29.

#### Анонс

В следующем номере журнала  
в разделе "Образование"  
будет опубликована

Примерная программа дисциплины  
НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ  
И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК

УДК 35.977.535.3

**С. М. Григорьев**, канд. воен. наук, науч. сотр.,  
ВА РВСН имени Петра Великого, Москва  
E-mail: smgrig@mail.ru

## Системный подход к управлению безопасностью военной службы

*Рассмотрена сущность системного подхода к управлению безопасностью военной службы и построение на его основе системы управления безопасностью военной службы.*

**Ключевые слова:** системный подход, безопасность военной службы, система управления безопасностью военной службы

**Grigorev S. M.** *The system approach to management of safety of military service*

*The essence of the system approach to management of safety of military service and construction on its basis of a control system is considered by safety of military service.*

**Keywords:** *the system approach, safety of military service, a control system of safety of military service*

Понятие "системный подход" употребляется в научно-практической литературе достаточно часто. Вместе с тем, данное понятие не имеет пока точной научной формулировки. Понимание термина зависит от науки и научных школ, в рамках которых он рассматривается [1–3].

Не сложилось пока единого подхода и к определению понятия "безопасность военной службы" (БВС). Появившись около двадцати лет назад как развитие понятия "сохранение жизни и здоровья военнослужащих", термин "безопасность военной службы" по-прежнему связывают лишь с деятельностью органов военного управления и должностных лиц по снижению гибели и травматизма личного состава [4–6].

В данной статье под безопасностью военной службы понимается состояние защищенности военнослужащих от воздействия опасных и вредных факторов военной службы.

Системный подход предполагает, прежде всего, выделение систем в соответствии с целями исследования и уровнем рассмотрения проблем. Для рассмотрения сущности системы БВС предлагается выделить две взаимосвязанные системы: *внешнюю среду* и *внутреннюю среду* военной организации.

С позиций системного анализа система БВС представляет собой открытую систему, образуемую множеством взаимосвязанных элементов, которые обеспечивают получение, обработку, хранение и передачу необходимой информации, принятие решения и выработку управляющих воздействий в целях эффективного функционирования системы. В качестве элементов системы БВС следует рассматривать субъекты и объекты процессов обеспечения БВС.

К *субъектам* процессов обеспечения БВС относятся органы управления и должностные лица, имеющие отношение к получению, обработке, хранению и передаче информации, принятию решений и выработке управляющих воздействий по обеспечению БВС. *Объектами* являются: военная служба, подчиненный личный состав, вооружение и военная техника, технологическое оборудование, информационные, материальные, финансовые ресурсы обеспечения БВС.

*Внешнюю среду* военной организации образуют объекты, субъекты, процессы и явления, оказывающие влияние на функционирование и состояние организации — объекта управления из-за его границ.

Во внешней среде можно выделить элементы двух типов. К элементам первого типа относятся объекты, субъекты, процессы и явления, которые оказывают непосредственное влияние на систему БВС военной организации. Это, прежде всего, поставщики всех видов ресурсов; организации более высокого уровня, в которых встроена рассматриваемая (-ый) организация (объект управления); источники климатических, геофизических, экологических, информационных, техногенных, социальных и других видов воздействий на организацию и ее элементы; законы и установленные правовые нормы и др.

Элементы внешней среды второго типа оказывают воздействие на внешнюю среду, в результате которого изменяются условия во внешней среде для деятельности военной организации. Примером могут служить средства массовой информации, экономические, политические, научно-технические условия в обществе и другие.

Очевидно, что принадлежность этих элементов к группе косвенного воздействия не безусловна. Любые скачкообразные или стремительные изменения могут привести их в группу элементов, оказывающих прямое и немедленное воздействие на БВС.

*Внутреннюю среду* военной организации образуют объекты, субъекты, процессы и явления, оказывающие влияние на функционирование и состояние организации — объекта управления внутри его границ. Элементами внутренней среды воинской части являются: органы управления и должностные лица, личный состав, рабочие места (места несения службы), вооружение и военная техника, технологическое оборудование, технология выполнения работ, материальные, финансовые, информационные ресурсы воинской части и др.

Объединение внутренних и внешних элементов позволяет получить системный комплекс или метасистему. Такую метасистему и предлагается рассматривать как систему безопасности военной службы. На самом высоком уровне представления метасистемы, с учетом целей исследования БВС, понятие системы безопасности военной службы может быть сформулировано следующим образом. Под системой безопасности военной службы следует понимать совокупность взаимосвязанных элементов внешней и внутренней среды военной организации и систему регулирования отношений субъектов процессов обеспечения безопасности военной службы во внутренней и внешней среде военной организации.

Таким образом, к системе безопасности военной службы относятся все элементы внутренней и внешней среды военной организации в их взаимодействии, имеющие отношение к обеспечению БВС, влияющие на процессы обеспечения БВС, независимо от их формы, видов объектов и субъектов, а также временных и пространственных рамок процессов обеспечения БВС. В определении системы безопасности военной службы необходимо особо подчеркнуть важность механизмов регулирования отношений субъектов БВС для достижения целей обеспечения БВС.

Системный подход к управлению безопасностью военной службы предполагает рассмотрение причинно-следственных связей. При изучении опасности военной службы оперируют следующими понятиями: риск, причины риска, факторы риска.

Причинно-следственные связи могут быть достаточно сложными. Например, непосредственной причиной электротравматизма личного состава явилось прикосновение к открытым токоведущим частям электроустановки. В свою очередь, причиной прикосновения явилось отсутствие ограждения токоведущих частей электроустановки, причиной которого является невыполнение требо-

ваний эксплуатации электроустановок. Эту цепочку причинно-следственных связей можно продолжить.

При исследовании рисков необходимо анализировать причины их возникновения с глубиной, позволяющей рассматривать всю цепочку причин, на которые система БВС имеет возможность влиять, или, по крайней мере, учитывать при анализе риска.

В качестве фактора риска для приведенного примера может рассматриваться наличие электрического тока.

Рассматривая соотношение понятий "причина" и "фактор", необходимо отметить, что причина определяет внутренние источники активности процессов или объектов, порождающих риски. Факторы же рассматриваются как обстоятельства, способствующие реализации рисков. Так при исследовании причин нарушения требований безопасности, связанных с таким объектом как личный состав, необходимо рассматривать мотивацию его поступков. Мотивация в свою очередь определяется целым рядом причин. Если личный состав совершил осознанное действие в нарушение требований безопасности, то для этого у него была причина, а возможно и целая цепочка причинно-следственных связей.

Факторы рисков в меньшей степени связаны с конкретными источниками риска, чем причины рисков. Они в основном отражают состояние системы БВС в целом, и особенно состояние подсистемы управления БВС. Органы управления и должностные лица воинской части могут в полной мере влиять на факторы риска, снижая вероятность наступления неблагоприятных событий.

Анализ рисков предполагает также исследование источников рисков. Под *источником риска* понимается субъект, объект, процесс или явление, в котором реализуются причины рисков. Примерами источников рисков могут служить: личный состав, технологический процесс, вооружение и военная техника, объекты внешней среды и др.

Источники порождают риски при определенных условиях, в силу определенных причин. Знание источника риска является обязательным для определения причин негативных событий в системе безопасности военной службы.

Так, например, источником риска может быть личный состав. Причем, зная источник риска, можно сразу предположить, что порождаемый этим объектом риск может быть непреднамеренным, случайным или носить преднамеренный характер. Причинами непреднамеренных рисков могут быть события, порожденные некомпетентностью, небрежностью, невнимательностью, усталостью, стрессом, склонностью к излишней браваде и т. п. Причинами рисков, являющихся следствием преднамеренных действий личного состава, чаще всего бывают события, связанные с корыс-



тью, неудовлетворенностью службой, плохими отношениями с командованием или коллективом, ощущением недооценки специалиста со стороны руководства, карьерными соображениями, желанием самоутвердиться, принуждением.

Причины рисков практически не различаются для военнослужащих разных должностей. Но возможности по реализации того или иного риска для военнослужащих различных категорий изменяются в очень широком диапазоне. Рядовой военнослужащий имеет возможность нанести ущерб здоровью, прежде всего, в пределах своей компетенции. Значительно большую опасность могут представлять действия командования и должностных лиц. Масштабы последствий неверного принятия решения в обеспечении безопасности могут быть огромными.

Как правило, между рисками существуют связи и взаимное влияние. Часть рисков является причинами других рисков. Так, стихийные бедствия могут порождать аварии или отказы технических средств. Другая часть рисков может создавать благоприятные условия для реализации иных рисков, т. е. являться факторами риска. Причем новые риски могут быть реализованы, а могут и не получить возможности реализоваться. Например, при отказе технических средств обеспечения безопасности может произойти несчастный случай, если в данный момент на оборудовании производятся какие-либо действия. В то же время несчастный случай может и не произойти, если отказ будет своевременно обнаружен и устранен.

Анализ причинно-следственной природы рисков позволяет определить сущность управления безопасностью военной службы. Она заключается в согласованном воздействии на объекты и субъекты системы безопасности военной службы для устранения причин и факторов рисков с целью минимизации потерь, включающих ущерб от рисков и затраты на управление этими рисками.

Управление БВС осуществляется в соответствии с *политикой военной организации по управлению рисками*. Политика должна разрабатываться командованием военной организации и приниматься в качестве официального документа. В документе должны найти отражение:

- цели и задачи управления БВС;
- особенности внутренней и внешней среды военной организации, оказывающие влияние на управление БВС;
- результаты анализа рисков военной службы;
- основные научно-методические принципы создания, организации функционирования и развития системы управления БВС;
- функции системы управления БВС;
- порядок управления, мониторинга и аудита системы управления БВС.

В соответствии с принятой политикой управления БВС в организации создается система управления БВС.

Под системой управления БВС (СУБВС) понимается регламентированная нормативными документами совокупность взаимосвязанных организационных, технических, санитарно-гигиенических, экологических, социально-экономических и иных мероприятий, методов, сил и средств, направленных на формирование и поддержание безопасных и безвредных условий военной службы с целью снижения заболеваемости, гибели и травматизма личного состава.

Система управления БВС является одной из подсистем системы БВС организации. Поэтому она должна создаваться на единых научно-методических принципах построения сложных человеко-машинных систем.

Применительно к задаче построения системы управления БВС предлагается использовать следующие научно-методические принципы:

- системный подход к построению системы;
- непрерывность функционирования системы;
- равнозащищенность всех звеньев;
- принцип многоуровневой защиты;
- адаптивность системы;
- централизованное иерархическое управление;
- открытость системы.

Системный подход к задаче создания системы управления БВС предполагает:

- учет всех возможных рисков военной службы;
- управление рисками на всех этапах деятельности военной организации;
- управление рисками во всех звеньях и на всех уровнях военной организации;
- учет взаимодействия с другими системами и внешней средой;
- комплексное согласованное использование методов и средств управления рисками;
- использование методик создания и развития СУБВС, направленных на достижение конечных целей применения такой системы.

При создании СУБВС необходимо анализировать все возможные для конкретной военной организации виды рисков. На основе полученной информации осуществляется выбор адекватных мер и средств предотвращения рисков или снижения вероятности их реализации, а также устранения последствий рисков.

За время своего существования система БВС организации и ее отдельные объекты проходят несколько этапов или жизненных циклов: создание, использование, модернизация, утилизация технических средств, ликвидация организационной структуры. Управление рисками ведется на всех этапах постоянно, включая переходные периоды. Каждый из жизненных циклов имеет свои особен-

ности, которые учитываются при организации управления рисками.

Современная система БВС представляет собой многозвенную, многоуровневую систему. Информация о состоянии БВС получается, хранится, обрабатывается и передается в различные звенья системы и в различных формах представления. На всем технологическом пути перемещения информации необходимо обеспечивать ее качество на должном уровне. По мере продвижения от источников к верхним уровням управления значимость информации возрастает, что и должно учитываться при создании СУБВС.

При построении СУБВС исследуются все объекты, с которыми взаимодействует система БВС как внутри организации, так и за ее пределами. Связи СУБВС с другими объектами должны быть максимально структурированными и по возможности формализованными.

Невозможно построить СУБВС, используя отдельные методы и средства управления рисками. Только согласованное применение методов и средств, дополняющих друг друга, может обеспечить требуемый уровень управления. Правовые и организационные методы управления являются приоритетными, так как именно они обеспечивают комплексное правовое использование всех других методов и средств.

В процессе создания и развития СУБВС применяются различные методики получения наилучших решений на разных стадиях процесса, при решении определенных проблем. Важно, чтобы все методики были направлены на достижение конечной цели разработки и использования СУБВС — повышение безопасности военной службы.

Система управления БВС должна функционировать постоянно. Причем это относится не только к средствам управления, но и к органам управления БВС.

Система управления БВС должна обеспечивать устойчивость системы БВС к воздействию рисков военной службы. Требуемую устойчивость может обеспечить только *адаптивная система*. Для решения этой задачи система БВС организации должна иметь определенную избыточность, которая позволяла бы выполнять следующие задачи:

- постоянный мониторинг системы;
- определение и локализацию рисков;
- оценку последствий реализации риска;
- реконфигурацию системы, включая и человеческие ресурсы;
- обеспечение функционирования системы в условиях реализованного риска, возможно и с ухудшенными характеристиками;
- восстановление объектов, поврежденных или утраченных ресурсов;

- обратную реконфигурацию системы для работы в штатном режиме;
- ликвидацию последствий воздействия рисков на деятельность военной организации.

Естественно, что возможности любой адаптивной системы ограничены, и она может обеспечить работоспособность системы БВС только в определенных границах. Возможны ситуации, когда системе наносится такой урон, при котором механизмы адаптации не могут компенсировать нанесенный ущерб.

Преимущество адаптивных систем перед другими системами, в которых достигается высокая живучесть, заключается в том, что они обеспечивают максимально возможное использование всех ресурсов в условиях отсутствия рисков. При наступлении рисков событий часть ресурсов направляется на компенсацию ущерба. Высокая степень автоматизации процессов адаптации и выбор оптимальных процедур реконфигурации системы позволяют своевременно локализовать распространение влияния негативных событий.

В отличие от технических в человеко-машинных системах самое активное участие в компенсаторных механизмах принимает человек. Он использует весь комплекс восстановительных механизмов, в том числе организационные и экономические меры.

Одним из наиболее важных принципов, лежащих в основе построения СУБВС, является создание централизованного иерархического управления. Без жесткой централизации управления невозможно эффективная реализация единой политики управления БВС. Иерархический принцип управления позволяет построить оптимальную систему, в которой исключены потоки информации, не соответствующие уровню компетентности органа управления. На верхние уровни управления попадает информация, прошедшая соответствующую обработку и обобщение на низших уровнях.

Централизация управления БВС имеет и еще один аспект. Многие вопросы управления БВС решаются на государственном уровне. Законы, стандарты и концепции, ведомственные руководящие документы и инструкции, обязательное лицензирование и сертификация позволяют государству оказывать значительное воздействие на процессы управления БВС.

Система управления БВС предполагает выполнение личным составом определенных обязанностей, которые требуют регулярного и точного выполнения. Если эти обязанности являются излишне обременительными, то у человека может появиться желание "усовершенствовать" процесс общения с системой путем упрощения технологии взаимодействия, отказа от выполнения отдельных обязательных операций. Для решения этой проблемы СУБВС должна обеспечивать дружественный интерфейс системы с личным составом.



Под дружественным интерфейсом понимается безопасное и комфортное взаимодействие личного состава с системой, при котором достигается максимальная функциональность человеко-машинной системы и ее защищенность от рисков военной службы. Дружественный интерфейс позволяет сократить количество неумышленных ошибок личного состава, а также способствовать неукоснительному выполнению специалистами своих обязанностей по защите от рисков военной службы.

Принцип открытости предполагает выбор такой архитектуры системы, которая позволяла бы наращивать возможности системы для парирования вновь появляющихся рисков военной службы. Открытая система должна иметь некоторый запас ресурсов, которые могут быть использованы при ее модернизации.

Системный подход к управлению БВС позволяет выйти на качественно новый уровень управления. Представление системы БВС в виде метасистемы позволяет рассматривать проблему управления БВС целостно.

Учитываются все негативные события, влияющие на безопасность, которые могут произойти на всех этапах деятельности военной организации. Появля-

ется возможность согласованного применения всего комплекса механизмов управления, направленного на достижение конечных целей обеспечения БВС. В полной мере становятся доступными экономические механизмы управления, повышается значение правовых и организационных методов управления.

Рассматриваемый подход к пониманию сущности управления безопасностью военной службы позволяет сделать вывод о коренном изменении роли и значения органов управления и должностных лиц в управлении БВС. На системном уровне эффективное управление БВС невозможно без активного участия в процессе управления должностных лиц всех уровней и особенно органов высшего звена управления.

#### Список литературы

1. **Акофф Р.** Искусство решения проблем. — М.: Мир, 1982. — 224 с.
2. **Прангишвили И. В.** Системный подход и общесистемные закономерности. Серия "Системы и проблемы управления". — М.: СИНТЕГ, 2000. — 528 с.
3. **Разумов О. С.** Системные знания: концепция, методология, практика / О. С. Разумов, В. В. Благодатских. — М.: Финансы и статистика, 2006. — 400 с.
4. **Стратегический** план повышения безопасности прохождения военной службы в Вооруженных Силах Российской Федерации. ГУБПиСВ ВС РФ. — М.: 2009 г.

УДК 614.8.084

**А. А. Есипова**, ст. преп. РГПУ им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург  
E-mail: pr-oekt@mail.ru

## Формирование культуры безопасности жизнедеятельности населения как основа безопасного будущего

*С развитием техногенной культуры, в ситуации, которая характеризуется кризисными тенденциями и опасностями глобального масштаба, все более актуальными становятся задачи обучения населения правилам безопасной жизнедеятельности.*

**Ключевые слова:** культура безопасности, чрезвычайная ситуация, снижение рисков

**Esipova A. A.** *Improving the safety and security culture as a way of forming the safety future*

*With development of technogenic culture, in a situation, which is characterized crisis tendencies and dangers of global scale, more actual the tasks of teaching of population the rules of safe vital functions become. In prevention extreme the situation the special importance plays a question of progress of culture of a security as.*

**Keywords:** safety and security culture, decrease of risk, emergency situation

В последние десятилетия ситуация на планете резко изменилась: опасности от жизнедеятельности человечества внезапно приобрели совершенно небывалый прежде глобальный характер. При этом в опасности находится не только человечество, но и окружающая среда, природа. Наступила новая фаза в развитии цивилизации, в которой первой и главной целью людей должно стать уже не столько удовлетворение непрерывно растущих материальных потребностей, как было всегда до сих пор, сколько всестороннее обеспечение безопасности своей жизнедеятельности.

Многие исследователи полагают, что необратимые изменения окружающей среды могут привести к социальным и экологическим катастрофам уже при жизни нынешней молодежи. В предотвращении чрезвычайных ситуаций особое значение имеет вопрос развития культуры безопасности, так как именно ошибки персонала становятся в 80 % слу-



чаев причинами аварий и техногенных катастроф. При этом мировая и отечественная практика свидетельствует о том, что для эффективных действий в области снижения рисков в настоящее время недостаточно простой совокупности знаний и умений. Необходимо, чтобы обеспечение безопасности являлось приоритетной целью и внутренней потребностью человека, социальных групп, общества.

Значительные резервы для этого заложены в организации комплексного воздействия на людей в целях развития качеств личности, направленных на обеспечение собственной безопасности, безопасности окружающей среды, общества и государства, привития уверенности в необходимости и действенности защитных мероприятий, формирования физической и психологической устойчивости в условиях воздействия неблагоприятных факторов. Решить эту глобальную проблему можно только путем формирования культуры безопасности жизнедеятельности.

Понятия "культура" и "безопасность" впервые были объединены в 1986 г. Международным агентством по атомной энергии в процессе анализа причин и последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Именно отсутствие культуры безопасности было признано МАГАТЭ одной из основных причин этой аварии. Данный термин был уточнен в "Общих положениях обеспечения безопасности атомных станций" (ОПБ-88). В этом документе отмечено, что "культура безопасности — это такой набор характеристик и особенностей деятельности и поведения, который устанавливает, что проблемам безопасности, как обладающим высшим приоритетом, уделяется внимание, определяемое их значимостью".

В 90-х гг. XX века произошло развитие понимания того, что данная категория должна относиться не только к персоналу потенциально опасных объектов и сводиться к подготовленности лиц, но и к каждому человеку в отдельности и обществу в целом [1]. От ценностных установок людей, мотивов их поведения, личностных и профессиональных качеств и способностей зависит в определяющей степени эффективность мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности, снижению индивидуальных, коллективных и глобальных рисков, способных привести к социальной и экологической катастрофе. В энциклопедическом словаре "Безопасность деятельности" дано следующее определение понятия "культура безопасности" [2]:

**Культура безопасности** — набор характеристик и особенностей деятельности организаций и поведения отдельных лиц, который показывает, что проблемам безопасности, как обладающим высшим приоритетом, уделяется должное внимание.

Ниже перечислены необходимые компоненты культуры безопасности:

- предотвращение самоуспокоенности в процессе нормальной эксплуатации;
- понимание персоналом потенциального значения с точки зрения безопасности всех отклонений от штатного регламента;
- признание приоритета безопасности в принятии решений;
- чувство ответственности конструкторов и проектантов;
- системный подход на всех этапах, пренебрежение мелочами;
- неформальное отношение к опыту.

Один из основоположников современной отечественной философской концепции безопасности Н. Н. Моисеев в своих трудах поставил проблему катастрофического характера социальной деятельности в глобальном масштабе. В отечественной науке был разработан целый ряд направлений изучения проблем безопасности, имеющий непосредственное отношение к культуре безопасности, которая представлена как определенный уровень развития человека и общества, характеризующийся значимостью задачи обеспечения безопасности жизнедеятельности в системе личных и социальных ценностей, распространенностью стереотипов безопасного поведения в повседневной жизни и в условиях опасных и чрезвычайных ситуаций, степенью защищенности от угроз и опасностей во всех сферах деятельности. Институционализация культуры безопасности как отдельного вида сознания и поведения людей начала формироваться только на рубеже 60—70 гг. XX века в связи с техногенными проблемами безопасности.

Конец XX и начало XXI века характеризуются таким периодом своего развития, когда обретают черты реальности предсказания великого русского естествоиспытателя В. И. Вернадского о том, что хозяйственная деятельность человека становится геологической силой, способной изменить мир, поставив его на грань катастрофы.

Поворотными событиями в деле противодействия чрезвычайным ситуациям природного и техногенного характера в нашей стране явились авария на Чернобыльской АЭС (1986 г.) и Спитакское землетрясение (1988 г.). С этого времени в СССР, а потом и в современной России, стали формироваться комплексные государственные структуры, призванные обеспечить безопасность населения от стихийных бедствий, аварий, катастроф и военных опасностей. Инициировался процесс понимания потребности в новой парадигме образования и воспитания, направленной на формирование культуры безопасности жизнедеятельности, включающей в се-



бя как необходимые знания, умения и навыки действий по предупреждению опасных и чрезвычайных ситуаций, так и понимание необходимости бережного отношения к окружающей среде.

Именно в этот период началась активная деятельность государственных и общественных организаций научно-образовательного типа в сфере проблем экологии и безопасности. В 90-х гг. прошлого века возникло несколько десятков различных общественных научно-практических, просветительско-образовательных и духовно-философских организаций экологической направленности. Резко вырос общественный интерес к экологическим проблемам (потепление климата, участвовавшие стихийные бедствия — землетрясения и наводнения), различным природным аномалиям, возможным последствиям хозяйственной деятельности человека ("озонные дыры", "ядерная зима" и пр.).

В этот же период началось повышение общественного интереса к проблеме "окружающая среда — человек", произошло расширение содержания термина экология. В частности, Д. С. Лихачев ввел понятие "экология культуры". Он писал, что, сохраняя культурную среду и нравственность, человечество придет к пониманию, как сохранить окружающую природу. А с другой стороны, охраняя природную среду, мы будем более глубоко понимать, ценить и сохранять культуру. Весь окружающий мир для народа станет храмом, и задача человека заключается в том, чтобы не внести в него разлад [3].

Следует отметить, что вторая конференция ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро и принятая на ней "Повестка дня XXI век" открыли путь к новому мировоззрению. Было констатировано, что единственным способом обеспечить человечеству более безопасное и более процветающее будущее — это решение проблем окружающей среды и экономического развития в комплексе и согласованным образом.

Таким образом, вопросы обеспечения комплексной безопасности выйдут на более высокий уровень. Новые условия существования в нашем сложном и взаимообусловленном мире вдобавок к старым, породят новые, пока не спрогнозированные угрозы. Поэтому на базе теории управления риском и анализа существующих природных, социальных, политических, экологических тенденций необходимо уже сейчас предвидеть будущие опасности и встраивать в механизм перехода к устойчивому развитию соответствующую государственную политику в области комплексной безопасности.

Сейчас, еще до принятия государственных и международных стандартов устойчивого развития, работа по отдельным аспектам такого направления уже проводится. На международной арене она ведется по многочисленным международным конвенциям, про-

граммам, соглашениям в областях противодействия комплексным и отдельным конкретным угрозам.

В качестве примеров можно назвать завершившееся Международное десятилетие по уменьшению опасности стихийных бедствий, работу в рамках "Программы климатических исследований ООН", "Конвенции об охране озонового слоя", "Конвенции о биологическом разнообразии", "Конвенции о запрещении производства и накопления запасов бактериологического (биологического) оружия и токсичного оружия и об их уничтожении", решений VIII международного Конгресса ООН по предупреждению преступности и многие другие.

Государства — участники Шанхайской организации сотрудничества полагают, что необходимо формировать единое образовательное пространство современной культуры безопасности жизнедеятельности.

Противодействие глобальным проблемам, попытки обеспечить комплексную безопасность ведутся и на национальных уровнях. В России это противодействие осуществляется, например, в соответствии с федеральными целевыми программами "Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера...", "Предотвращение опасных изменений климата и их отрицательных последствий", "Защита окружающей природной среды и населения от диоксинов и диоксиноподобных токсикантов...", "Содействие занятости населения ...", а также в рамках нормативных правовых документов Президента РФ, Правительства РФ, различных межведомственных комиссий.

Следует отметить, что обеспечение безопасности на мировом уровне взаимозависимо и взаимосвязано с безопасной жизнедеятельностью и личной ответственностью каждого индивида. Таким образом, безопасная жизнедеятельность человека — это основная составляющая личностного воплощения культуры безопасности жизнедеятельности.

Российский опыт формирования культуры безопасности жизнедеятельности во многом уникален. Именно Россия выступила с предложением рекомендовать ввести предметы ОБЖ и БЖД в школах и вузах, так как обеспечение безопасности жизнедеятельности возможно осуществить только при помощи образования, своевременно изменив менталитет как отдельного человека, так и всего общества.

#### Список литературы

1. Дурнев Р. А. Культура безопасности — культура разума и просвещения // Основы безопасности жизнедеятельности. — 2006. — № 5.
2. Русак О. Н. Безопасность деятельности: Энциклопедический словарь. — СПб.: Информационно-издательское агентство "ЛИК", 2003. — С. 219.
3. Лихачев Д. С. Раздумья. — М., 1991. — 201 с.

УДК 627.842.699

**В. Э. Степанян**, д-р техн. наук, главный эксперт-консультант отдела,  
**А. А. Авакян**, инж.-полк., нач. Управления, Спасательная служба Армении  
Министерства чрезвычайных ситуаций Армении, **М. А. Галстян**, д-р сельхоз. наук,  
проф., зав. кафедрой, Аграрный университет Армении

## Основные направления оценки эксплуатационного и сейсмического рисков гидротехнических сооружений

*Рассмотрены основные аспекты анализа суммарного риска от эксплуатации гидротехнических сооружений энергетических объектов Армении в условиях сейсмического воздействия от Спитакского 1988 г. землетрясения, а также оценка сейсмостойкости Толорской плотины Шамбской ГЭС.*

**Ключевые слова:** эксплуатационный и сейсмические риски, гидротехнические сооружения, плотины, водохранилища, сейсмостойкость

**Stephanyan V. E., Avakyan A. A., Galstyan M. A.** *The basic directions for assessment of operational and seismic risks of hydraulic engineering constructions*

*The basic aspects of the total risk analysis from operation of hydraulic engineering constructions of Armenian power objects in the conditions of seismic influence from the Spitak earthquake 1988, and also an estimation of seismic stability of the Tolors dam at the Shamb HPS are considered in this article.*

**Keywords:** operational and seismic risks, hydraulic engineering constructions, dams, reservoir, seismic stability

### Введение

Безопасность гидротехнических сооружений требует многостороннего комплексного обеспечения при создании и последующей "жизни" сооружений: при проектировании, во время строительства, в течение всего длительного периода эксплуатации. Общим и основным требованием для поддержания надежной работы сооружений является согласованность расчетных и реальных ситуаций. Практика показывает, что такая согласованность зачастую не достигается по причине либо недостаточной изученности и оценки геологических, гидрологических, гидрогеологических условий, либо недостаточного расчетного обоснования конструктивных решений. Особо следует отметить высокий социальный и эксплуатационный риски для гидротехни-

ческих сооружений, возведенных в районах со сложными сейсмологическими, геотектоническими, оползневыми, селевыми и другими условиями. Возведение плотин с глубоководными протяженными водохранилищами может привести к существенной перестройке напряженно-деформированного состояния пород на значительные глубины и инициировать активизацию геодинамических процессов (наведенная сейсмичность).

Надежность и безопасность гидротехнических сооружений (ГТС) обычно рассматривается в технико-экономическом, экологическом и социальном аспектах. Формальный подход к решению вопросов надежности и безопасности ГТС подразумевает выбор из множества вариантов действий не только оптимального, но и экологически приемлемого.

Аварии и чрезвычайные ситуации (ЧС) на ГТС сопряжены с угрозами для жизни и здоровья людей и состояния окружающей природы. Несмотря на накопленный опыт проектирования, расчета и строительства ГТС, улучшения качества материалов, технических средств, а также повышения общего уровня знаний и инженерных решений, опасность серьезных аварий и ЧС на гидротехнических сооружениях нельзя исключить и в будущем.

По данным Комитета международной комиссии по плотинам, в мире (кроме Китая) построено свыше 26 тыс. плотин высотой свыше 15 м (имеются в виду ГТС энергетического, мелиоративного и горнодобывающего значения). Кроме того, в Китае таких сооружений свыше 18 тыс. Из этого количества сооружений ежегодно в среднем разрушается 1...2 гидроузла (без учета отдельных эксплуатационных и технологических нарушений, связанных с отказом отдельных элементов при воздействии негативных природно-техногенных процессов). Отмеченные разрушения ГТС ежегодно приводят к гибели 135 человек и наносят значительный материальный ущерб.

По существу любой гидроузел обычно негативно влияет на экологическую обстановку прилега-



ющих к месту территорий, причем зона негативного влияния может простираться на многие километры [6].

За последнее десятилетие серьезное внимание мировой научной и инженерной общественности уделяется проблемам безопасности ГТС: выявлению факторов, влияющих на эксплуатационную надежность; расчетно-аналитического моделирования происходящих процессов; информационного обеспечения и обоснования конструктивных природно-техногенных, эколого-экономических, социально-правовых аспектов поддержания безопасного режима работы сооружений. К рассмотрению этих вопросов были привлечены:

— Международный симпозиум по аналитической оценке безопасности плотин (Копенгаген, Дания, 1989);

— 66 Исполком Международной Комиссии по большим плотинам (JCOLD, Дели, Индия, 1998);

— Международный симпозиум в рамках Международной Комиссии по большим плотинам (СИГБ, Барселона, Испания, 1998).

Приведенная ниже информация свидетельствует об актуальности проблематики обеспечения экологической и эксплуатационной безопасности гидроузлов, в том числе и для Армении, с учетом того, что подавляющее большинство ее ГТС (свыше 80 %) является грунтовыми напорными сооружениями.

### Состояние проблемы в Армении

На территории Армении функционируют 92 гидроузла (энергетического и мелиоративного назначения): 83 — земляных, 6 — каменно-набросных, 2 — комбинированных (каменно-набросные с бетонным экраном) и 1 бетонный, а также 9 хвостохранилищ (четыре законсервированных).

За последнее время в Армении был отмечен ряд аварий и разрушений на гидроузлах. В 1974 году была разрушена плотина водохранилища "Мармарик" — к счастью, оно было не заполнено. В 1975 г. была полностью разрушена плотина Талинского водохранилища, предназначенная для орошения близлежащих сел и поселка Агарак (высота дамбы — 25 м, емкость — 600 тыс. м<sup>3</sup>, водозабор и водосброс — 5 м<sup>3</sup>/с). В 1997 г. имела место авария на плотине Аргельской ГЭС. В результате полного разрушения водосброса были затоплены станционный зал и машинное отделение, повреждены турбины, подтоплены жилые здания, размещенные в пойменной зоне реки. Ремонтно-восстановительные работы продолжались 4 мес.

Отмечались аварийные ситуации с водосбросом Спандарянской ГЭС Воротанского каскада (1987 и 1991 гг.) и подземной деривации, приводящих к снижению мощности ГЭС (1989 и 1997 гг.). Ремонтно-

восстановительные работы и частичная реконструкция потребовали около 5 мес. трудоемкой работы и значительных затрат. В 1990—1991 гг. на склоне правобережного примыкания водохранилища "Джогаз" Тавушской области РА произошло оползневое оседание около 1 млн м<sup>3</sup> грунта, что грозило переполнением водохранилища и возможным переливом через гребень плотины, которого чудом удалось избежать [3, 5].

Особо следует отметить исследования по анализу сейсмической опасности на устойчивость ГТС. Республика полностью находится в сейсмоопасной зоне. Произошедшие землетрясения в Армении (Спитакское, 1988 г.; Ехегнадзорское, 1993 г., Ноемберянское, 1997 г.), а также резкая активизация геодинамической обстановки в регионе Южного Кавказа, вызвали необходимость пересмотра ранее существующих оценок сейсмичности территорий и требований к сейсмостойкости ГТС (СНРА II.12.02.94), чему предшествовал ряд детальных исследований влияния последствий землетрясений на напряженно-деформированное состояние ГТС республики [1, 4].

В частности, Ленинанский (Гюмри) гидроузел, расположенный на реке Ахурян, оказался в 28 км от эпицентра Спитакского землетрясения ( $M = 7$ ). В состав сооружений гидроузла входят бетонная плотина высотой 4 м, водоприемник, напорный деривационный туннель, бассейн суточного регулирования, турбинные водоводы и здание ГЭС. Интенсивность землетрясения на площадке объекта составила 7...8 баллов, что привело к выходу его из эксплуатации. Серьезные повреждения получил деривационный туннель. В бетонных стенах бассейна суточного регулирования зафиксированы сквозные трещины с раскрытием до 2 мм. Здание подстанции и других вспомогательных помещений были разрушены камнепадами, вызванными сейсмическими сотрясениями.

Дзорагетский гидроузел, расположенный на участке впадения реки Дзорагет в реку Дебед, находится в 24 км от эпицентра Спитакского землетрясения. В состав сооружений гидроузла входят бетонная водосливная плотина высотой 15 м, отстойник, напорный деривационный туннель, турбинные водоводы и здание ГЭС. Интенсивность землетрясения на площадке гидроузла сооружений составила 7...8 баллов. Наибольшие повреждения получили второй портал деривационного туннеля, в котором образовались трещины с величиной раскрытия 3...5 мм, и отстойник. В бычках отстойника образовались трещины с расширением 2 мм, по которым произошли смещения верхних участков на расстоянии 10 мм.

Следует отметить, что интенсивность сейсмических колебаний на гидроузлах, оказавшихся в зоне Спитакского землетрясения, была ниже максимально расчетной. В 1997–1998 гг. АОЗТ "АрмНИИС и ЗС" совместно с АО "Армэнерго" и АО "Армгидропроект" произвели детальное визуальное-инструментальное исследование технического состояния и паспортизацию всех ГЭС Севан-Разданского и Воротанского каскадов ГЭС с целью выявления возможного влияния землетрясений высокой сейсмической интенсивности на напряженно-деформированное состояние всех ГЭС и оценки их эксплуатационной надежности [1, 4].

По распоряжению Правительства Республики Армения в ЧСС РА разработано Пособие по требованиям к техническому документированию свидетельств безопасности особо опасных объектов (ООО), куда вошли и объекты ГЭС. Приложение 5 этого документа, утвержденного Правительством РА (1998 г.), посвящено особым требованиям, предъявляемым к безопасности ГЭС: гидроузлов, хвостохранилищ и шламонакопителей. К 2003 г. свидетельства безопасности составлены подведомственными организациями и предъявлены в УЧС РА для 22 плотин водохранилищ и пяти хвостохранилищ (в том числе два законсервированных).

К сожалению, в большинстве свидетельств безопасности ООО отсутствует информация о влиянии водохранилищ на окружающую среду в аспекте провоцирующего негативного влияния на активизацию природно-техногенных процессов, недостаточно четко отражен анализ результатов работы КИА, нет оценки причин и возможных последствий превышения отдельных проектных показателей их реальным значениям в части фильтрации, осадок отдельных конструкций, суффозионного выноса, экологического состояния территорий, прилегающих к нижнему бьефу гидроузлов, дефицита сейсмостойкости и т. д. Отсутствует анализ приоритетных факторов, влияющих на безопасность каждого конкретного сооружения, информация о причинах отказа КИА.

Недостаточны сведения о деформировании отдельных конструкций, технологических нарушениях, послуживших причиной отказов ГЭС, рекомендаций по их устранению и реализации сроков перерывов в эксплуатации. Весь этот материал (результаты ведомственных обследований специальных комиссионных, эксплуатационных проверок, сетевые графики эксплуатации и плановые останки станции или попусков воды из водохранилищ, химические анализы воды в нижнем бьефе на предмет определения степени загрязнения) надежнее представить в виде автоматизированной информационной географической системы (ГИС),

что будет способствовать своевременному достоверному анализу качественных и количественных параметров и эффективной разработке мероприятий по обеспечению безопасной эксплуатации ГЭС.

Положительным моментом представленных "свидетельств безопасности ГЭС" следует считать наличие в них информации о расчетных границах распространения потоков и параметров прорывной волны в случае разрушения плотин водохранилищ и конфигурации "охранных" зон при проране дамб хвостохранилищ, результаты которых должны быть востребованы для защиты населения и территорий от возможных последствий аварий и ЧС на ГЭС.

Резюмируя фактические данные о "поведении" ГЭС, плотин, в частности, при землетрясениях, можно заключить, что характерными видами повреждения бетонных плотин являются образование трещин, относительные смещения элементов плотины, нарушения контакта плотины с основанием, раскрытие строительных и конструктивных швов, нарушения водонепроницаемости межсекционных и контактных к береговым примыканиям швов. Наиболее характерными видами повреждений грунтовых плотин при землетрясениях являются значительные осадки, оползания откосов, смещение части сооружения, трещинообразование в обделках водопроводящих туннелей, возникновение путей сосредоточенной фильтрации и суффозии грунтов, что чревато разрушением плотин, разжижением грунтов.

Сущность процесса разжижения заключается в том, что при недостаточной плотности грунта, уложенного в тело плотины, в процессе землетрясения в нем может развиваться поровое давление воды за счет быстрого дополнительного сжатия грунта. При этом происходит снижение эффективных нормальных напряжений, в результате чего даже небольшие сдвигающие силы могут вызвать прогрессирующие деформации грунта.

Рассмотренный международный и отечественный опыт зарегистрированных случаев воздействия сильных землетрясений на плотины свидетельствует о том, что если плотина запроектирована и построена с соблюдением норм антисейсмического строительства, она может успешно противостоять землетрясениям.

Поэтому очень важен учет сейсмических условий при выборе территориальных предпосылок и конструктивных особенностей плотин (формы и геометрии сооружения, контактов с основанием и бермами, устройством дренажа, уплотнением грунта ядра и призм и др.). Для эксплуатируемых плотин необходима оценка потенциального риска. Несомненный интерес представляют исследования по оценке потенциального риска, выполненные



Элементы риска и соответствующие весовые оценки

Элементы риска	Весовые оценки риска			
	Очень высокий	Высокий	Средний	Низкий
Объем, км <sup>3</sup>	>120 (6)	1...120 (4)	0,1...1 (2)	<0,1 (0)
Высота, м	>45 (6)	30...45 (4)	15...30 (2)	<15 (0)
Число людей, проживающих ниже низового откоса плотин	>1000 (12)	100...1000 (8)	1...100 (2)	Безлюдная зона(0)
Возможный экономический ущерб	Высокий	Средний	Низкий	Нет

Таблица 2

## Классификация плотин по суммарному риску

Полный риск	Класс риска
(0-6)	I (низкий)
(7-18)	II (средний)
(19-30)	III (высокий)
(31-36)	IV (очень высокий)

Таблица 3

## Степени сейсмической опасности

Условия	Степень опасности (класс)
PGA < 0,10g	I (низкая)
0,10g ≤ PGA < 0,25g	II (средняя)
PGA > 0,25g	III (высокая)
Наличие активных разломов в радиусе до 10 км	IV (очень высокая)

в ЕГУ и НССЗ Армении [2], основывающиеся на рекомендациях ICOLD [7], на ряде плотин водохранилищ республики в зависимости от их конструктивных и социально-экономических факторов, что дало возможность классифицировать плотины по степени потенциального риска (табл. 1).

Полный риск определяется по следующим составляющим (элементам риска):

объем + высота + население, подлежащее эвакуации, + экономический ущерб (табл. 2).

Для упрощенного анализа сейсмической опасности территории используется величина максимального ускорения грунта (PGA) с соответствующими спектрами (СНРА АП-2, 02-94), приводимыми в табл. 3.

В отличие от задач определения сейсмической опасности, решаемых при гражданском и промышленном строительстве, когда требуется учет влияние на сейсмический эффект свойств вышележащих рыхлых отложений и величины залегания грунтовых вод, при гидротехническом строительстве следует учитывать значительно более широкий спектр структурно-тектонических, инженерно-гео-

логических, топографических и геофизических характеристик территорий базирования гидротехнических объектов. Важен и учет нагрузок от сооружений и водохранилищ, что подтверждается конкретным примером оценки сейсмической опасности территории базирования водохранилища и гидротехнических сооружений Толорского гидроузла. Толорское водохранилище, расположенное в Сюникской области на правом притоке реки Воротан, было сдано в эксплуатацию в 1974 г. Существующая каменно-земляная плотина Толорского водохранилища высотой 68 м с глинисто-суглинистым ядром длиной по гребню 178 м, шириной 10 м, с основанием из порфиритов является головным сооружением Шамбской ГЭС с общим объемом 96 млн м<sup>3</sup> и полезным объемом 80 млн м<sup>3</sup>. Класс плотины по основности и капитальности (СНиП 2.06.01.86. Гидротехнические сооружения) III, однако, поскольку разрушение плотины чревато катастрофическими последствиями для нижележащих по ущелью населенных пунктов (15 000 жителей) и таких энергетических объектов как Шамбская и Татевская ГЭС, принят класс III с высоким классом сейсмического риска. Расчетная сейсмичность плотины — 8 баллов.

В сеймотектоническом отношении Толорское водохранилище находится вблизи очагов известных землетрясений — Зангезур I (1931,  $M = 6,3$ ) и Зангезур II (1968,  $M = 4,9$ ) и оконтуривается разломными поясами Тажтун, Хуступ, Гиратах и Вайк. Согласно карте сейсморайонирования территории РА (СНРА II-2, 02-94), водохранилище находится в зоне  $Q_{\max} = 0,4g$  ( $I_0 \geq 9$ ), т. е. в зоне высокой сейсмоопасности (высокой степени риска) (табл. 4).

Устойчивость плотины может быть обеспечена уполаживанием верхового откоса до 1:5,5 и низового до 1 : 3 при укладке в тело каменной наброски.

## Заключение

Учитывая отечественный и зарубежный опыт, можно рекомендовать ряд мероприятий, обеспечивающих сейсмостойкость и эксплуатационную безопасность гидротехнических сооружений, включа-

**Расчетные параметры сейсмического риска Толорского водохранилища**

Расчетные параметры водохранилища	Значение	Степень риска	Величина риска (условия)	Класс риска
Объем, км <sup>3</sup>	90	Высокая	4	III
Высота плотины, м	68	Очень высокая	6	
Число людей, проживающих ниже низового откоса плотины	15000	Очень высокая	12	
Возможный моральный ущерб	Высокий	Высокий	8	
Полный риск		Высокий	30	

ющих обязательные, традиционные и нетрадиционные механизмы.

Обязательные мероприятия включают:

- учет сейсмических условий при выборе створа;
- подготовка основания в аспекте контакта сооружения с основанием и бортовыми примыканиями;

- устройство дренажа;

- уплотнение грунтовых упорных призм и др.

К традиционным мероприятиям могут быть отнесены:

- выбор типа и конструкции плотины, оптимальных для заданных природных условий;

- выбор формы и геометрии сооружений;

- подбор материала плотины и ее зонирование;

- расширение поперечного профиля для эксплуатируемых плотин, имеющих дефицит сейсмичности и др.

Среди нетрадиционных методов выделяют:

- облегчение верхней части плотины, направленное на уменьшение инерционных сейсмических нагрузок в зоне действия моментальных сейсмических ускорений за счет применения облегченных оголовков;

- устройство различного рода швов;

- армирование тела плотины и др.

В качестве дополнительных важных мероприятий необходим и учет нижеследующего:

- оценка влияния ГТС на окружающую природную (геологическую) среду в аспекте возможной активизации природно-техногенных процессов; эффективный контроль за экологическим балансом;

- разработка оперативных планов и мероприятий на случай аварийной ситуации, основанных на расчете зон затопления и плановых задачах оповещения и спасения населения.

#### Список литературы

1. Арзумян В. А., Агаларян Э. М., Мхакян А. М., Хачаян Э. Е., Оганесян З. К., Степанян В. Э. Техническая паспортизация ГТС Севан-Разданского каскада ГЭС. — Ереван, 1997.
2. Минасян Р., Саркисян А., Геворкян Л. Оценка сейсмического риска эксплуатируемых водохранилищ Республики Армения // "Вестник" МАНЭБ. — 2010. — Т. 4 (2).
3. Степанян В. Э. Программа снижения эксплуатационного риска и повышения геодинамической и экологической безопасности некоторых гидроузлов РА. — УЧС РА, 2003.
4. Степанян В. Э. Техническая паспортизация ГТС Воротанского каскада ГЭС. — Ереван, 1988.
5. Степанян В. Э., Агаларян Э. М. Оценка эксплуатационной надежности и напряженно-деформированного состояния конструкций ГЭС после Спитакского землетрясения // Журнал МЧС РФ. — 2002. — Т. 2. — Вып. 1.
6. Федоров М. П., Шилин М. Б. Экология гидротехники. — С.-Пб.: Изд-во ЛГТУ, 1992.
7. ICOLD Bulletin 72 (1989): Selecting Seismic Parameters for Large Dams. Guidelines, Committee on Seismic Aspects of Dam Design. ICOLD, Paris.

*Анонс*

В следующем номере журнала  
в разделе "Чрезвычайные ситуации"  
будет опубликована статья автора В.Ф. КОЛПАКОВА

**ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ  
МОДЕЛИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ**

УДК 551.435.126

Т. Г. Потемкина, канд. геогр. наук, ст. науч. сотр., В. Л. Потемкин, канд. геогр. наук, ст. науч. сотр., Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск  
E-mail: klimat@lin.irk.ru

## Реки хребта Хамар-Дабан и геоморфологические риски<sup>1</sup>

*Приведены данные по динамике среднегодовых расходов взвешенных наносов на реках юго-восточного побережья, притоках малого бассейна оз. Байкал (хребет Хамар-Дабан) за весь период режимных наблюдений. Несмотря на возрастающий антропогенный прессинг в бассейне рек, гидроклиматические факторы являются определяющими в межгодовой изменчивости расходов взвешенных наносов. На реках Утулик и Хара-Мурин в последние десятилетия наблюдается относительное снижение объемов взвешенных наносов при неизменной водности рек.*

*Предлагается модель, описывающая динамику стока наносов и возможное наступление паводков катастрофического типа. Длительный ряд наблюдений за паводками может быть представлен как ряд редких, случайных событий, распределенных по закону Пуассона со средним интервалом 6–7 лет.*

**Ключевые слова:** озеро Байкал, горная река, сели, паводки, распределение Пуассона

**Potomkin V. L., Potomkina T. G. The rivers of Khamar-Daban ridge and geomorphological risks**

*In the dynamics of annual alluvia outcome at the tributaries of little basin of Lake Baikal for the whole period of instrumental observation, the climatic factors are determinative. We have been observing for last decades a relative decrease of suspended alluvia volume at the constant water content at Utulik and Khara-Murin.*

*It is proposed a model describing the dynamics of inter-annual runoff of sediment and the possible onset of a catastrophic flood type. A long series of floods observations can be presented as a series of rare, occasional events distributed by Poisson with a mean interval of 6–7 years.*

**Keywords:** lake Baikal, a mountain river, the mudflows, floods, the Poisson distribution

### Введение

В последние десятилетия остро стоит вопрос качества питьевой воды и, как следствие, сохранение естественных источников воды — озер и рек,

<sup>1</sup> Статья публикуется в рамках Международной заочной конференции "Проблемы безопасности XXI века".

что в свою очередь требует знаний о динамике и функционировании водных экосистем.

Реки хребта Хамар-Дабан (юго-восточное побережье озера Байкал) характеризуются высокой селевой активностью, которая в отдельные периоды приобретала катастрофический характер. При выпадении в бассейнах рек осадков большой интенсивности происходит формирование селей, сумма осадков при этом составляет 100...400 мм и более за дождь [1]. Сели — стремительные потоки большой разрушительной силы, имеющие различный гранулометрический состав — от крупнообломочных до дисперсионных грунтов в самых разных пропорциях.

В зависимости от состава обломочного материала различают водокаменные, грязекаменные и грязевые селевые потоки. Наивысшую опасность в рассматриваемом районе представляют грязекаменные потоки плотностью 1600...2500 кг/м<sup>3</sup> [1]. Чаше всего сели формируются в гольцовой зоне, где постоянно накапливается рыхлообломочный материал. В высокогорье с характерными ледниковыми карами (примером этого является северный макросклон хребта Хамар-Дабан) материалом для селей часто служат размываемые водными потоками старые морены. В бассейнах рек скопился рыхлообломочный материал, вовлечение которого в потоки способно сформировать катастрофические сели.

Формирование стока речных наносов определяется взаимодействием ряда природных факторов (рельеф, расчлененность поверхности, состав горных пород, характер почв и растительности, климатические условия и др.). Весьма существенным фактором разнонаправленных изменений объемов наносов выступает различная по характеру и интенсивности деятельность человека. В последние десятилетия в условиях глобального изменения климата, усиливающегося антропогенного прессинга на ландшафты бассейна озера Байкал возрастает научный интерес к изучению происходящих изменений в режиме стока наносов рек, выпадающих в озеро. Речной сток является важнейшим источником поступления обломочного материала в водоем, способствует качественному и количественному изменению озерной взвеси [2–4] и, кроме того, он



достаточно точно и объективно отражает природно-антропогенные изменения во всем бассейне озера.

В представленной работе определялись тенденции, выяснялась роль природных и антропогенных факторов и их взаимосвязь в формировании стока воды и взвешенных наносов рек Утулик и Хара-Мурин, стекающих в озеро Байкал с хребта Хамар-Дабан. Предлагается модель, описывающая межгодовую динамику стока наносов и возможное наступление паводков катастрофического типа.

### Методы и материалы исследования

В основу исследований положены данные наблюдений Росгидромета за расходами воды и взвешенных наносов рек Утулик и Хара-Мурин за весь период наблюдений [5–8]. Отсутствующие для реки Утулик по техническим причинам значения расходов взвешенных наносов за 1952 и 1971 гг. (годы катастрофических селей на реках Южного Прибайкалья) дополнены по литературным данным. Построены и проанализированы графики динамики годового расхода воды и взвешенных наносов, установлены тренды, определены коэффициенты корреляции между расходами воды и наносов для всего ряда наблюдений и за его отдельные интервалы.

Бассейн озера Байкал — горная страна, в пределах которой равнинные участки имеют подчиненное значение. Водосборный бассейн озера охватывает территорию площадью 541 тыс. км<sup>2</sup> (без площади акватории Байкала — 31 500 км<sup>2</sup>). На территории России находится 240,5 тыс. км<sup>2</sup> поверхности бассейна, остальная часть (300,5 тыс. км<sup>2</sup>) — в пределах Монголии [9]. Отношение площади ак-

ватории озера к площади его водосбора составляет 1 : 17, что свидетельствует о существенной роли суши в питании озера.

Основные крупные реки, впадающие в Байкал (Селенга, Верхняя Ангара, Баргузин) и имеющие большую протяженность, сток воды и наносов, составляют так называемую большую питающую провинцию Байкала, которая связана с водоемом только через устья этих рек. Малая питающая провинция озера представляет узкую полосу прилегающего побережья и обращенную к Байкалу поверхность окружающих хребтов. Общим для большинства рек малой питающей провинции Байкала является то, что они имеют горный характер, крутые уклоны и берут начало на склонах хребтов. К ним относятся реки Утулик и Хара-Мурин. Среднеголетние расходы воды и наносов рек Утулик и Хара-Мурин составляют 0,50 и 0,79 км<sup>3</sup>/год и 32 и 15 тыс. т/год [5, 9]. По режиму питания реки Утулик и Хара-Мурин относятся к рекам с преобладанием дождевого стока (60...65 % годового объема) [8]. Для сравнения использованы данные по сумме летних осадков на метеорологической станции Хамар-Дабан (1440 м над уровнем моря), которая характеризует режим увлажненности в гольцовой зоне хребта (рис. 1, А). Сильные ливневые дожди способствуют возникновению катастрофических явлений типа селей. Сели во много раз увеличивают среднегодовые расходы взвешенных наносов, и, следовательно, вынос обломочного материала в Байкал. Так, в 1962 г. среднегодовой расход взвешенных наносов на реке Утулик равнялся 14 кг/с (при среднеголетнем всего 1,2 кг/с) из-за того, что в июле наблюдался сель с расходом 170 кг/с.

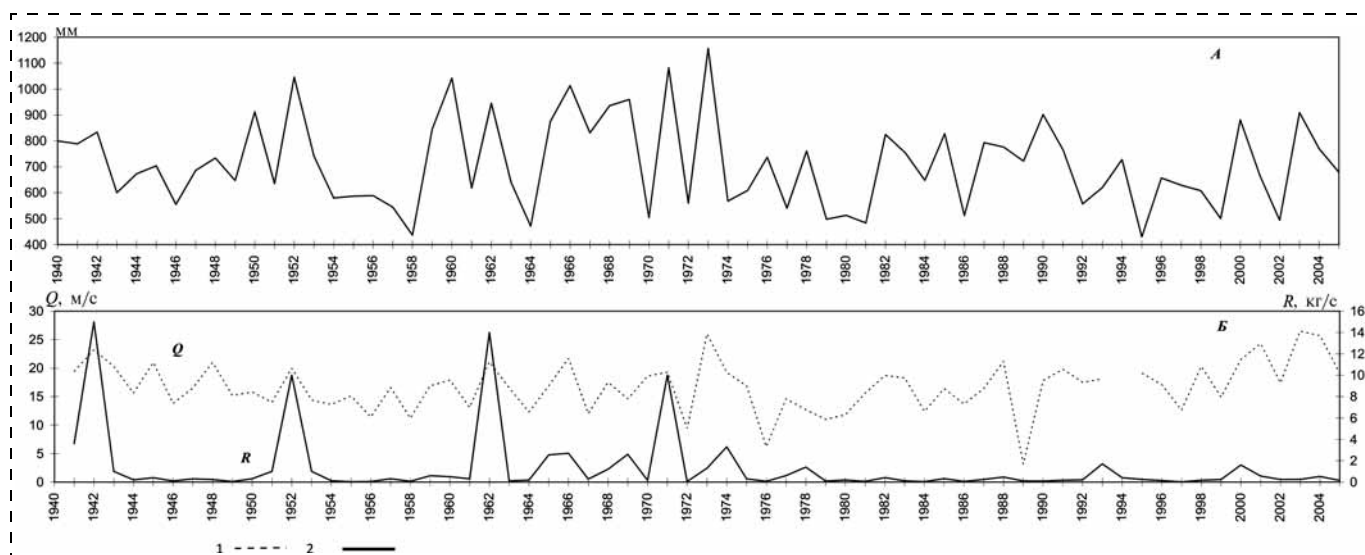


Рис. 1. Изменчивость годовых расходов воды ( $Q$ , м<sup>3</sup>/с) и взвешенных наносов ( $R$ , кг/с) реки Утулик:

А — сумма летних осадков по станции Хамар-Дабан (мм); Б — среднегодовые значения расходов воды 1 и взвешенных наносов 2



Территория бассейнов рек Утулик и Хара-Мурун слабо подвержена антропогенному влиянию, и поэтому изменения расходов воды и взвешенных наносов на этих реках являются следствием естественных климатических факторов. Это означает, что для таких водотоков велико влияние случайных катастрофических явлений (ливней, селей) на межгодовую динамику наносов.

### Результаты и обсуждение

Анализ динамики среднегодовых расходов воды и взвешенных наносов на исследуемых реках выявил следующие тенденции. Среднегодовые расходы взвешенных наносов на этих реках имеют значительные межгодовые колебания (до 10 раз для реки Утулик — рис. 1, Б), что связано со скоростью подготовки обломочного материала на склонах речных долин, устойчивостью на склонах продуктов выветривания и разной степенью интенсивности летних осадков. Поэтому для рек малой питающей провинции Утулик и Хара-Мурун отмечается слабая корреляция между стоком воды и наносов. Например, для реки Хара-Мурун коэффициент корреляции между среднегодовыми расходами воды и взвешенных наносов равен  $0,15 \pm 0,1$  и отсутствует для осредненных по пятилетиям; для реки Утулик соответственно —  $0,3 \pm 0,16$  и  $0,22 \pm 0,15$ . Это позволяет рассматривать ряды среднегодовых данных по стоку наносов на реках как последовательность случайных, редких и независимых событий. Этот ряд является ординарным (т. е. появление двух событий одновременно невозможно), стационарным (частота появления событий  $\lambda$  постоянна, т. е. условия подготовки обломочного материала и разгрузки его водотоком не меняются во времени) и без последствия (вероятность наступления события не зависит от предыдущих событий этого ряда). Частота  $\lambda$  рассчитывается как отношение числа событий  $N$ , свершившихся за время наблюдений  $T$ , к периоду наблюдений  $T$  (например, для реки Утулик (см. рис. 1, Б) за 65 лет (с 1941 по 2005 г.), произошло 11 паводков, поэтому это число равно  $0,169$ ). Такой ряд называется пуассоновским и описывается законом Пуассона с параметром  $\lambda$  [10]

$$P_k = \frac{(\lambda t)^k e^{-\lambda t}}{k!}, \quad (1)$$

где  $P_k$  — вероятность того, что за время  $t$  произойдет  $k$  событий.

Вероятность отсутствия события (т. е.  $k = 0$ ) за время  $t$  равна:

$$P_0 = e^{-\lambda t}. \quad (2)$$

Очевидно, что чем больше время наблюдения, тем вероятность отсутствия события в данном ряду будет меньше. Кроме того, чем большее значение  $\lambda$ , тем быстрее убывает вероятность. Иначе, можно вычислить вероятность появления хотя бы одного события. Эта величина быстро растет со временем и приближается к 1:

$$P_1 = 1 - e^{-\lambda t}. \quad (3)$$

Так как данный ряд наблюдений за стоком наносов представлен как пуассоновский поток без последствия, то среднее (или математическое ожидание  $m$ ) и среднеквадратичное отклонение  $\sigma$  равны между собой и составляют  $1/\lambda$ , т. е.  $m = \sigma = 5,9$ . Так как дисперсия такого ряда велика, то время появления следующего события (время последствия) плохо предсказуемо и находится в интервале

$$m - \sigma < t_i < m + \sigma,$$

хотя ясно, что в среднем оно примерно равно:  $t_i = m = T/N \approx 6$ .

Моделирование таких потоков позволяет рассчитать интервал между двумя событиями (в данном случае паводками), преобразуя формулу (3):

$$\Delta t = -\frac{1}{\lambda} \ln(r_{random}), \quad (4)$$

где  $\Delta t$  — промежуток между соседними событиями;

$r_{random}$  — равномерно распределенное в интервале от 0 до 1 случайное число, получаемое из подпрограммы "генератор случайных чисел", имеющейся в любой статистической компьютерной программе.

Одна из реализаций такой последовательности событий — модельный ряд — приведена на рис. 2. Этот ряд сравним с селевым рядом, построенным на реальном ряде происходивших на реке Утулик паводков (исходный ряд). Например, в реальности был длительный период отсутствия селей с 1978 по 1993 гг., 15 лет. В модельном — есть перерывы в 11–12 лет, с 1948 по 1960 и с 1985 по 1996 гг.

Для реки Хара-Мурун ряд наблюдений короче — 34 года. На ней было 5 событий паводкового типа, что дает следующие значения:  $\lambda = 0,147$  и  $m = 6,8$ , что хорошо соответствует выводам по реке Утулик, учитывая непродолжительный период наблюдений. Это дает оценку для прогноза геоморфологических процессов в регионе.

В последние десятилетия на реках Утулик и Хара-Мурун объем наносов уменьшился на 80 и 70 % соответственно. Основная часть водосбора этих рек приходится на гольцовую зону хребта Хамар-Дабан. Решающее значение в изменении расхода взвешенных наносов на этих реках принадлежит природным факторам. Возможно, что наблюдаю-

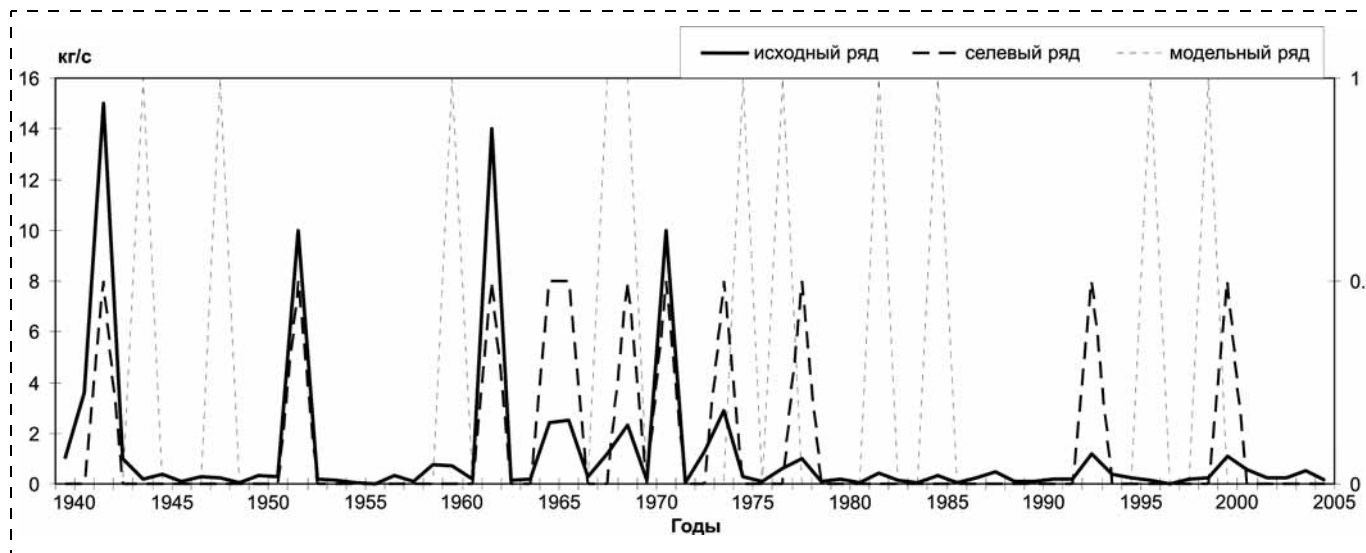


Рис. 2. Одна из реализаций модельного расчета катастрофических событий для реки Утулик по формуле (4): левая ось — интенсивность расхода наносов (исходный ряд); правая ось — условное обозначение для селевого потока (годы с большим расходом наносов) и модельный ряд

шееся в последнюю четверть XX века потепление, которое в первую очередь идет за счет повышения зимних температур, привело к уменьшению морозного выветривания, преобладающее в гольцовой зоне. Это уменьшило объем скального материала, который может транспортироваться селевыми потоками. Эта "передышка" послужила причиной снижения объемов наносов на реках Утулик и Хара-Мурин. Скопившийся за это время в их бассейнах денудационный материал при определенных гидрометеорологических ситуациях способен сформировать катастрофические сели, что приведет к увеличению годовых объемов речных наносов и переформированию прибрежной зоны озера Байкал [11, 12].

### Заключение

Динамика годовых расходов взвешенных наносов на реках Юго-Восточного Прибайкалья определяется, в основном, гидроклиматическими факторами. На реках Утулик и Хара-Мурин в последние десятилетия наблюдается относительное снижение расходов взвешенных наносов при неизменной водности рек. Скопившийся в бассейнах этих рек денудационный материал при определенных гидрометеорологических ситуациях способен сформировать сели, что приведет к увеличению годовых объемов речных наносов.

Длительный ряд наблюдений за стоком наносов может быть представлен как ряд редких, случайных событий, распределенных по закону Пуассона со средним интервалом 6–7 лет.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 11-05-00140-а.

### Список литературы

1. Лапердин В. К. Факторы формирования селей на юге Восточной Сибири // Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита. — Пятигорск: ин-т "Севкавгипроводхоз", 2008. — С. 162–165.
2. Potyomkina T. G., Grachev A.M., Potyomkin V. L., Baryshev V. B. Chemical composition of suspension in water body of Lake Baikal // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. — 1998. — V. 405. — № 2–3. — P. 543–545.
3. Potyomkina T. G., Potyomkin V. L. Study of the chemical composition suspended particles in lake Baikal // Lakes & Reservoirs: Research and Management. — 2000. — V. 5. — № 3. — P. 133–136.
4. Потемкина Т. Г., Потемкин В. Л. Сравнительная характеристика речного стока в озера Байкал и Хубсугул // География и природные ресурсы. — 2002. — № 3. — С. 39–43.
5. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. — Л.: Гидрометеоиздат, 1986. — Т. 1. — Вып. 14. — 364 с.
6. Основные гидрологические характеристики. — Л.: Гидрометеоиздат, 1967. — Т. 16. — Вып. 3. — 180 с.
7. Основные гидрологические характеристики. — Л.: Гидрометеоиздат, 1976. — Т. 16. — Вып. 3. — 204 с.
8. Ресурсы поверхностных вод СССР. — Л.: Гидрометеоиздат, 1973. — Т. 16. — Вып. 3. — 400 с.
9. Государственный доклад "О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2007 году". — Иркутск: Сибирский филиал ФГУНПП "Росгеолфонд", 2008. — 443 с.
10. Исаев А. А. Статистика в метеорологии и климатологии. — М.: Изд-во МГУ, 1988. — 246 с.
11. Потемкина Т. Г. Литодинамика прибрежной зоны озера Байкал. Автореферат дисс. ... канд. геогр. наук. — Иркутск: Институт географии СО РАН, 2000. — 17 с.
12. Потемкина Т. Г., Потемкин В. Л. Береговая зона озера Байкал в современных условиях // Успехи современного естествознания. — 2007. — № 12. — С. 243–244.



Ю. Г. Шестаков, канд. техн. наук, В. Т. Низамов, канд. юрид. наук, К. С. Лактионов, канд. биол. наук, доценты кафедры БЖД на производстве, Е. И. Гаврикова, асп., И. В. Алибекова, асп., Орловский государственный аграрный университет  
E-mail: lakKS65@yandex.ru

## Мониторинг профессионального риска в АПК Орловской области

Приведены данные исследования влияния мониторинга условий и безопасности труда в АПК Орловской области, а именно, аттестации рабочих мест на частоту травматизма, профессиональной заболеваемости и заболеваемости с временной утратой трудоспособности. Приведены регрессионные зависимости между степенью аттестованности рабочих мест и этими показателями, которые позволят прогнозировать степень профессионального риска в различных отраслях сельскохозяйственного производства. Показано, что аттестация рабочих мест является единственным методологическим подходом, реализация которого способствует значительному снижению коэффициента частоты травматизма, числа профессиональных болезней и заболеваемости с временной утратой трудоспособности, а также то, что степень аттестованности рабочих мест недостаточна и не обеспечивает уровней приемлемого риска.

**Ключевые слова:** профессиональный риск, аттестация рабочих мест, мониторинг условий и безопасности труда, приемлемый риск, частота травматизма, интегральный показатель риска, профессиональная заболеваемость, заболеваемость с временной утратой трудоспособности

**Shestakov Yu. Gr., Nizamov V. T., Laktionov K. S., Gavrikova E. I., Alibekova I. V.**  
*Monitoring of occupational risk in agriculture the Oryol region*

*In this paper the example of the Oryol region studied the effect of monitoring environment and safety in agriculture, namely, the appraisal of jobs on the frequency of accidents, occupational diseases and morbidity with temporary disability. Determined significant regression relationship between the degree of validation jobs, and these indicators, that will predict the degree of occupational exposure in various sectors of agricultural production. Shown that the attestation function of jobs is the only methodological approach, which is realization contributes to a significant reduction in frequency rate of injuries, the number of occupational illnesses and morbidity with temporary disability, and that the degree of validation jobs is not sufficient and does not provide the level of acceptable risk.*

**Keywords:** professional risk, validation jobs, monitor conditions and safety, acceptable risk, the frequency of injuries, an integrated indicator of risk, occupational disease, the incidence of temporary disability

Потери, связанные со смертностью, травматизмом и профессиональной заболеваемостью, обусловленные неблагоприятными условиями труда, в России составляют более 400 млрд руб. в год. Причем, 20 % всех случаев профессиональных поражений приходится на агропромышленный комплекс (АПК), в котором занято в 14 раз меньше работников, чем в экономике страны в целом. Данная ситуация обусловлена тем, что условия труда большинства предприятий АПК значительно более неблагоприятны, чем в других отраслях экономики [1].

Основной целью настоящей работы являлось исследование влияния мониторинга условий и безопасности труда на показатели травматизма и заболеваемости. В работе использовались статистические методы исследования.

Анализ данных, полученных из областного управления статистики Орловской области, показал, что на многих предприятиях условия труда не соответствуют гигиеническим нормативам. Удельная численность работников, занятых в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям, на конец 2009 г. составила 27,5 % и имеет тенденцию к повышению [2].

По различным районам Орловской области были рассчитаны коэффициенты корреляции между долей рабочих мест, условия труда которых не соответствуют санитарно-гигиеническим показателям, и уровнем производственного травматизма, а также показателем заболеваемости с временной утратой трудоспособности. Выявлена тесная отрицательная корреляция между исследуемыми показателями:  $r = -0,76$  и  $r = -0,85$  соответственно. Коэффициенты корреляции достоверны —  $p < 0,02$  и  $p < 0,05$  соответственно.

Коэффициент частоты травматизма в агропромышленном производстве в 1,8 раза выше среднеобластного, заболеваемость с временной утратой

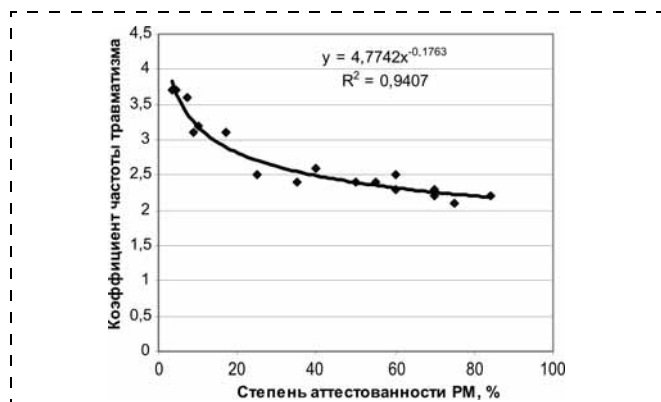


Рис. 1. Зависимость частоты производственного травматизма от степени аттестованности рабочих мест (РМ)

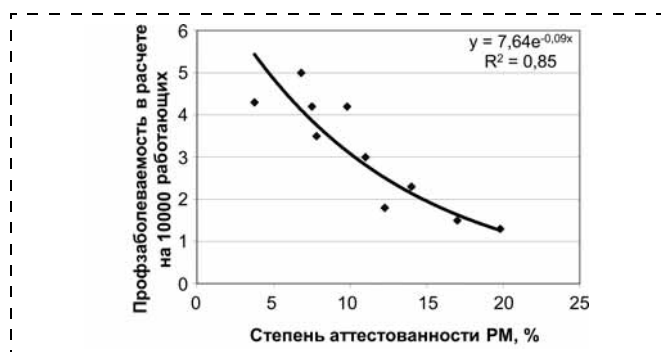


Рис. 2. Зависимость профессиональной заболеваемости от уровня аттестованности рабочих мест (РМ)

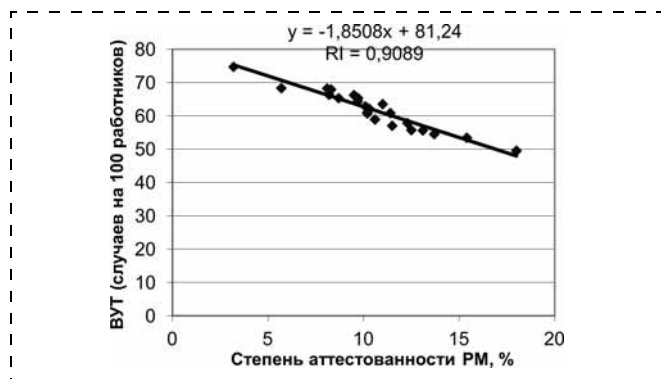


Рис. 3. Зависимость заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ВУТ) от степени аттестованности рабочих мест

трудоспособности среди сельского населения достигает 74,7 случая на 100 работников, что в 1,2 раза выше, чем в среднем по области. Коэффициент обобщенных трудовых потерь наиболее высок в Знаменском, Ливенском и Дмитровском районах.

Основным мероприятием, обеспечивающим в настоящее время мониторинг условий и безопасности труда и их улучшение в России, является аттестация рабочих мест по условиям труда [3].

Степень аттестованности рабочих мест оказывает достоверное влияние на показатели производственного травматизма, профессиональной заболеваемости и заболеваемости с временной утратой трудоспособности (рис. 1—3). Получены регрессионные зависимости между этими показателями.

Однако степень аттестованности рабочих мест по условиям труда в агропромышленном секторе Орловской области продолжает оставаться достаточно низкой — на уровне 11 %.

## Выводы

1. Аттестация рабочих мест является единственным методологическим подходом, реализация которого способствует значительному снижению коэффициента частоты травматизма, числа профессиональных болезней и заболеваемости с временной утратой трудоспособности. Регрессионные зависимости данных показателей от доли аттестованных рабочих мест (в %) аппроксимируются функциями следующего вида:  $y = 4,77x^{-0,18}$ ;  $y = 7,64e^{-0,09x}$  и  $y = -1,85x + 81,24$  соответственно.

2. Степень аттестованности рабочих мест в агропромышленном комплексе Орловской области в настоящее время в 2 раза ниже уровня, обеспечивающего уровень приемлемого риска.

3. Возникает необходимость разработки новых низкзатратных методик экспресс-мониторинга условий и безопасности труда.

## Список литературы

1. **Охрана** труда: человеческий фактор и государственный контроль / Под ред. Н. П. Пашина и Н. А. Лысюка. — Киев: ННИИПБОТ, 2008. — 116 с.
2. **Васильев Г. П.** Состояние профессиональной заболеваемости работников АПК, основные направления ее профилактики // Вестник охраны труда. — 2000. — № 2. — С. 54.
3. **Манюшкин В. Ф.** Вопросы и проблемы при проведении мониторинга состояния условий труда и заболеваемости работников АПК Орловской области // Охрана труда, экология, пожарная безопасность, электробезопасность в агропромышленном производстве. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции "Концепция безопасности жизнедеятельности в агропромышленном комплексе". — Орел: Изд-во ОрелГАУ, 2009. — 242 с.

УДК 681.518.2:378

**Н. В. Гусакова**, канд. пед. наук, доц. кафедры, **А. Н. Королев**, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, Технологический институт Южного федерального университета в г. Таганроге  
E-mail: gnv2007@yandex.ru

## Принципы формирования содержания химического образования студентов направления 280700 "Техносферная безопасность" профиль "Защита окружающей среды"

*Формирование содержания химической подготовки специалистов-экологов в технических вузах при переходе к ФГОС-3.*

**Ключевые слова:** *техносферная безопасность, компетенции, химическая подготовка, инженер-эколог, дидактические принципы, экологический лабораторный практикум*

**Gusakova N. V., Korolev A. N.** *Principles of formation of content of chemical education of students of direction "Technosphere safety" of profile "Defence environment".*

*Formation of a content of chemical education of experts-ecologists in technical institution of higher education at transition to standard educational third the generation.*

**Keywords:** *technosphere safety, competences, chemical education, the engineer-ecologist, didactic principles, an ecological laboratory practical work*

Одной из современных тенденций развития высшего профессионального образования является его деятельностная направленность, т. е. переход от информативных к активным методам и формам обучения с включением в деятельность обучающихся элементов проблемности, научного поиска, разнообразных форм самостоятельной работы — переход от школы воспроизведения к школе понимания, школе мышления. Как отмечает А. М. Новиков [1], длительное время российская профессиональная школа находилась на позициях "знаниевого" подхода. При таком подходе целью образования считалось формирование у студентов прочных систематизированных знаний (умения и навыки всегда выступали второстепенными компонентами). Сейчас акцент меняется — от знаниевой парадигмы к деятельностному подходу: основная цель образования рассматривается теперь как формирование **компетенций**: "...понятие компе-

тенций и навыков включает **знание** и **понимание** (теоретическое знание академической области, способность знать и понимать), **знание как действовать** (практическое и оперативное применение знаний к конкретным ситуациям), **знание как быть** (ценности как неотъемлемая часть способа восприятия и жизни с другими в социальном контексте)". Таким образом, знания выступают как *средство* развития личности [3].

Очевидно, что со сменой подхода должен измениться и *процесс* получения знаний, должна усилиться роль *знаний о процессе*, способах и средствах деятельности. Процесс обучения организуется так, что студент не только усваивает конкретные знания, но и овладевает деятельностью. Овладение способами *мыслительной* деятельности направлено на умственное развитие студентов, овладение способами *предметной* деятельности непосредственно связано с формированием практических умений [2].

При переориентации учебного процесса от знаниевого к деятельностному подходу возникают следующие проблемы.

- построение системы знаний студентов, *необходимой и достаточной* для полноценного овладения ими основ профессиональной деятельности;
- совершенствование системы знаний о деятельности, ее целях, способах, средствах и условиях;
- поиск возможностей соединения формирования теоретических знаний студентов с их практическими потребностями, их ценностными ориентациями;
- поиск путей расширения возможностей применения теоретических знаний в практической деятельности студентов непосредственно в процессе обучения (создание таких условий учебно-практической деятельности, когда студентам необходимо активно применять имеющиеся теоретические знания для решения практических задач).

Подход к решению этих проблем рассмотрим на примере формирования содержания химической подготовки специалистов-экологов в технических вузах.

Разработка содержания химической подготовки велась с опорой на важнейшие дидактические принципы организации учебного процесса в вузе: принцип профессиональной направленности, принцип фундаментализации образования, принцип межпредметных связей. Учитывались и другие дидактические принципы: научность, системность, доступность, наглядность. В данной статье рассмотрим первые три.

*Принцип профессиональной направленности* предполагает уже на младшей ступени обучения включение в учебный материал как профессионально значимых фундаментальных знаний, так и таких способов деятельности, аналоги которых придется осуществлять экологам на производстве.

Химическая подготовка студентов направления 280700 "Техносферная безопасность" профиль "Защита окружающей среды" включает в себя набор химических дисциплин общим объемом около 1000 часов и в учебном плане достаточно равномерно распределена по годам обучения.

№	Курс	Се-местр	Дисциплина	Часы	Зачет-ные единицы
1	1	1	Окислительно-восстановительные реакции в окружающей среде	54	1,5
2	1	1	Общая химия	144	4
3	2	3	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	144	4
4	3	5	Неорганическая химия	144	4
5	3	5	Органическая химия	144	4
6	3	6	Физическая и коллоидная химия	180	5
7	4	7	Нанотехнологии в химии	72	2
8	4	8	Химия окружающей среды	144	4

При разработке содержания химической подготовки экологов мы стремились не только к отражению в нем научного знания в наиболее современном и наилучшем систематизированном виде, но и выбрали материал, который будет необходим для дальнейшей профессиональной деятельности студентов. При безусловном сохранении всех тем по химии, предписанных ФГОС ВПО для профиля "Защита окружающей среды" направления 280700 "Техносферная безопасность" [6] курсы всех химических дисциплин переработаны с учетом экологической направленности обучения, иллюстрации и примеры носят экологический характер.

Сотрудниками кафедры химии и экологии технологического института Южного федерального университета в г. Таганроге Л. Г. Балецкой, Е. В. Воробьева, Н. В. Гусаковой, Н. К. Плуготаренко, Г. А. Галимовой, Т. В. Семенистой, А. И. Королевой было написано учебное пособие "Химия для инженеров-экологов". — Ростов-на-Дону, 2008.

Считаем, что "сердцевинной" химической подготовки студентов-экологов является дисциплина "Физическая и коллоидная химия", поскольку она с самых общих позиций позволяет анализировать и прогнозировать течение различных процессов в природных и природно-техногенных системах. В дисциплине нет практически ни одной темы, не связанной с природными явлениями или эколого-техносферными процессами. Коллоидные системы, кинетика и катализ, реологические свойства дисперсных систем — знание их физико-химических закономерностей необходимо для понимания механизмов гомеостатической регуляции, мембранных процессов и тонких механизмов жизнедеятельности.

В изучении дисциплины "Аналитическая химия и физико-химические методы анализа" акцент ставится на определение концентрации загрязняющих веществ в различных природных объектах. Ими являются природные и сточные воды различного состава, донные отложения, атмосферные осадки, воздух, почвы. Значительное внимание уделено пробоподготовке, маскировке мешающих ионов, инструментальным методам анализа объектов окружающей среды: фотоколориметрии, кондуктометрии, вольтамперометрии и др.

Дисциплина "Нанотехнологии в химии" впервые будет читаться в 2015 г. и в ней предусмотрена тема "Роль нанохимии в решении экологических проблем".

Содержание дисциплин органической и неорганической химии тесно увязано с содержанием дисциплины "Химия окружающей среды". В них подробно рассматриваются свойства веществ, которые играют важную роль в природных биогеохимических циклах, являются загрязнителями или контролируют загрязнение. Например, в дисциплине "Неорганическая химия" изучаются свойства элементов группы Va системы Менделеева, в том числе азота и его соединений, и тут же говорится об их природном круговороте и о направлениях изменения круговорота человеком. В дисциплине "Органическая химия" изучаются свойства азотсодержащих гетероциклов, аминов, аминокислот и приводятся примеры природных химических превращений этих веществ.

В дисциплине "Химия окружающей среды" при изучении распространения, трансформации и накопления природных веществ и ксенобиотиков знания о неорганических и органических соединениях азота и их природных реакциях обобщаются и систематизируются. Эта дисциплина рассматривается как обоб-



щающая в химической подготовке студентов-экологов. В ней в первом модуле излагаются основные представления о современном состоянии атмосферы, рассматривается ее эволюция; определяются основные микрокомпонентные примеси в атмосфере, в наибольшей степени влияющие на ее загрязнение, и их химические превращения в зависимости от времени пребывания в атмосфере; приводятся химические реакции образования и разрушения различного вида смогов, озонового слоя Земли; с химической точки зрения рассматриваются причины появления антропогенного "парникового эффекта".

При рассмотрении физико-химических процессов в литосфере особое внимание направлено на освещение химического аспекта процесса выветривания земной коры: растворения, окисления-восстановления как неорганических, так и органических веществ, кислотного гидролиза (конгруэнтного и инконгруэнтного). Подробно рассматриваются химические свойства почв: потенциальная кислотность почв, щелочность почв, катионный обмен, процессы гумификации, окислительно-восстановительные режимы в почвах. Уделено достаточное внимание вопросам химического загрязнения и охраны почв, в основном черноземных почв, характерных для юга России.

В течение второго модуля дисциплины "Химия окружающей среды" рассматриваются физико-химические процессы в гидросфере. Отдельно рассматриваются химизм пресных подземных и поверхностных вод и химизм процессов, происходящих в Мировом океане. Интересны физико-химические процессы смешения речных и морских вод, происходящие в дельтах рек, а также вопросы естественной и антропогенной эвтрофикации природных вод.

Завершает изучение дисциплины, а вместе с этим и химическую подготовку студентов-экологов тема "Особенности распространения, трансформации и накопления загрязняющих веществ в окружающей среде". Особое внимание уделено физико-химическим процессам переноса веществ между различными средами: почвой—водой, водой—воздухом, почвой—воздухом и закономерностям процессов поступления и накопления веществ в живых организмах. В связи с процессами переноса веществ рассматривается понятие геохимических барьеров, приводятся различные их виды — физико-химические, биогеохимические, механические — на примерах состояния окружающей среды юга России. После рассмотрения закономерностей процессов переноса веществ рассматриваются биогеохимические круговороты наиболее важных биогенных макро- и микроэлементов, а также некоторых загрязнителей окружающей среды. С химической точки зрения рассматриваются круговороты углерода, азота, фосфора, серы, хлора,

иода, брома, фтора, железа, свинца, хрома, стронция, ртути.

На лекциях и практических занятиях приводится множество примеров, иллюстрирующих теоретические положения дисциплины. На примерах рассматриваются ландшафты, природные воды юга России (Ростовская область, Ставропольский, Краснодарский края), что позволяет будущим экологам этих районов "примерять на себя" природные и технологические ситуации, требующие их вмешательства или объяснения.

Еще один дидактический принцип — *фундаментализация образования*, одной из составляющих которой является "университетизация" высшей школы. В вузах появилась возможность в той или иной степени осуществлять базовые университетские программы, обеспечивающие студентам достаточно мощную теоретическую базу знаний, качественную общеобразовательную подготовку, широту общего и профессионального кругозора.

В настоящее время профессиональная деятельность людей практически во всех областях насыщается внепрофессиональными или надпрофессиональными компонентами — умениями интерпретации и анализа результатов, пользования компьютером, базами и банками данных, владением иностранным языком и т. д., что должно быть отнесено к общеобразовательной подготовке. Поэтому профессиональная школа в будущем будет все больше нести функции продолжения общего образования молодежи. Но эта тенденция меняет требования к образованию молодежи и взрослого населения — задача образовательных учреждений не только в том, чтобы дать молодежи общее образование и профессию на том или ином уровне, но и в том, чтобы сформировать предпосылки к постоянному, непрерывному в течение всей жизни образованию, получению новых и новых специальностей и квалификаций [2].

Таким образом, фундаментализация высшего образования предполагает углубление общетеоретической, общеобразовательной, общенаучной и общепрофессиональной подготовки студентов и расширение профиля их профессиональной подготовки. Фундаментализация предполагает, следовательно, глубокую связь содержания профильных вузовских курсов старшей ступени обучения с фундаментальным "блоком" младшей ступени.

*Принцип межпредметных связей*, выделенный как самостоятельный дидактический принцип, предполагает, что в содержании учебных дисциплин должны найти отражение те диалектические взаимосвязи, которые действуют в природе и познаются современными науками. Психологической основой межпредметных связей является образование межсистемных ассоциаций, которые позволяют отразить многообразные предметы и явления реального мира в их



единстве и противоположности, в их многосторонности и противоречиях. Реализация межпредметных связей, таким образом, предполагает согласованное изучение теорий, законов, понятий, общих для родственных предметов, общенаучных методологических принципов и методов научного познания, формирование общеучебных приемов мышления.

На сегодня, несмотря на солидные теоретические разработки по данной проблеме, многие учебные дисциплины, "изучающие" одни и те же явления окружающего мира, расщеплены в сознании студентов на совершенно не связанные друг с другом сведения из различных учебных предметов. Например, студенты-экологи совершенно не соотносят сведения о закономерностях строения и свойств атомов, полученные из курсов физики и химии, сведения о строении мембран, полученные из биологии и биохимии, и т. п.

Создание условий учебно-практической деятельности, когда студентам необходимо активно применять имеющиеся теоретические знания для решения практических задач, видится в создании профессионального (экологического) лабораторного практикума [4].

Практикум является хорошо известной формой организации обучения в инженерном образовании, однако в условиях модернизации его содержания при переходе к компетентностной модели высшего профессионального образования меняются его задачи, структура, содержательное наполнение, формы организации и место в учебном процессе.

Практикум (от греч. деятельный) — особый вид учебных занятий, имеющих целью практическое усвоение основных положений изучаемых дисциплин.

Основные дидактические принципы создания профессионального практикума: формирование у студентов целостного научного мировоззрения; фундаментализация образования, усиление интеграции образования и фундаментальной науки.

Хороший инженер должен уметь видеть проблему и соотносить с ней фактический материал; выдвигать гипотезы и осуществлять мысленное упреждение; пользоваться аналогией и переносом; комбинировать известные способы решения проблемы и создавать новые; искать альтернативные решения. Перечисленные умения формируются в процессе исследовательской деятельности, она и составляет основу создаваемого практикума.

Теоретическая и экспериментальная подготовка будущего инженера-эколога будет более эффективной, по нашему мнению, если в нее будет входить профессиональный лабораторный практикум, цели которого дифференцированы с учетом специфики формируемой профессиональной деятельности, а структура детерминирована задачами и планируемыми результатами работы. В содержании лабораторного практикума должны быть отражены знания, полученные в результате научных исследований, прово-

димых на выпускающей кафедре и позволяющие углубить теоретические представления химических дисциплин. Дидактические условия проведения практикума должны позволять формировать у студентов профессиональные компетенции.

Дидактические задачи практикума заключаются в актуализации опорных знаний по химико-экологическим методам исследования и инженерной защите объектов окружающей среды, формировании системы профессиональных умений и навыков, развитии познавательных сил и возможностей будущих специалистов-экологов, формировании творческого подхода к профессиональной деятельности, становлении эмоционально-ценностного отношения к получаемой информации.

Иными словами, практикум предполагает интеграцию содержательного, процессуального, мотивационного аспектов подготовки специалистов-экологов. Профессиональный практикум направлен на овладение студентами практическими компетенциями, отраженными в ФГОС-3 по направлению подготовки 280700 "Техносферная безопасность" профиль "Защита окружающей среды"[6], и предусматривает готовность студентов к проектированию, организации и анализу лабораторной, профессиональной химико-экологической деятельности.

Практикум осуществляется как часть образовательного процесса в комплексе с лекциями и практическими занятиями, производственной практикой и научно-исследовательской работой студентов. Практикум может занимать автономное положение в учебном плане, а может (как это практикуется на кафедре химии и экологии в Технологическом институте Южного федерального университета в г. Таганроге) реализовывать свой потенциал в организационных рамках лабораторных часов отдельных дисциплин [4, 5].

Содержание профессионального практикума является комплексным, поскольку отбирается в соответствии с изучаемыми студентами дисциплинами: "Общая химия", "Неорганическая химия", "Аналитическая химия и физико-химические методы анализа", "Органическая химия", "Химия окружающей среды". В первой части практикума общей темой выступает "Изучение устройств и работа приборов": КФК-3, "Экотест-2000", спектрофотометра СФ-26, кондуктометра, вискозиметра ВЗ-4" и др.; во второй — "Лабораторные методы исследования природных сред"; в третьей, обобщающей — "Комплексные исследования природного объекта".

Темы работ для первой части практикума могут быть следующими: "Приготовление солевой вытяжки из почв и определение рН Экотестом", "Измерение электропроводности и солености воды методом кондуктометрии", "Исследование работы ионоселективного электрода и измерение концентрации анализируемого



иона в природных водах" и др. Цель — уметь использовать лабораторное оборудование для предложенного исследования.

Для второй части студентам предлагается выполнение таких работ: "Определение обменного марганца в природных водах и почвенных вытяжках методом фотокolorиметрии", "Приготовление водной и солевой вытяжек почвы, определение рН, потенциальной кислотности, содержания карбонатов и бикарбонатов в почве", "Определение хлоридов методом Фольгарда, методы осаждения и комплексообразования", "Определение жесткости воды, кислотно-основной метод титриметрического анализа", "Определение восстановителей в природных и сточных водах методом перманганатометрии" и др. Цель — уметь применять определенный метод исследования для поставленной задачи.

Третья часть практикума — это полноценные студенческие исследовательские работы, как правило, являющиеся частью незавершенных научных исследований кафедры (или с учебной целью повторяющие завершенные исследования), например: "Комплексное физико-химическое исследование почв селитебных районов Таганрога", "Сравнение качества водопроводной и бутилированной питьевой воды по химическим и органолептическим показателям", "Сравнение эффективности различных осветлителей воды в процессе водоподготовки" и др. Цель — для поставленной проблемы уметь выбрать метод исследования, подобрать необходимое для него лабораторное оборудование, составить план работы, выполнить его, обработать результаты, сделать выводы, при необходимости уметь прогнозировать ситуацию.

Проектируемые работы практикума должны способствовать:

- обобщению и углублению знаний, полученных на теоретических занятиях о физико-химических свойствах природных объектов, о методах их мониторинга, способах и методиках отбора проб и лабораторной пробоподготовке;
- развитию аналитических и прогностических, проективных, рефлексивных, организаторских и коммуникативных умений и навыков будущих специалистов-экологов в процессе решения практических производственных задач, анализа критических ситуаций, а также при подготовке, организации, участии и анализе работы в группах;
- овладению будущими инженерами-экологами различных технологий интеллектуальной деятельности: целеполагания и планирования профессиональной деятельности; конструирования, организации и анализа эколого-лабораторных исследований; умению работать в команде и установлению профессионально целесообразных взаимоотношений.

Работа в лаборатории дает студентам не только определенные знания, навыки и умения, но и при-

вивает им любовь к эксперименту, к эффективной, полноценной его постановке, развивает их самостоятельность и инициативу.

Лабораторный эксперимент в настоящее время считается не только одним из наиболее эффективных методов обучения, но и важнейшим средством воспитательных и развивающих воздействий на субъект деятельности. В плане развития личности, психического развития, развития сознания профессиональный практикум позволяет видеть проблему в целом (видение проблемы в целом — главный аспект теоретических знаний). Студенты в процессе планирования эксперимента, подбора методов и аппаратуры учатся теоретически осмысливать этапы эксперимента (выделять общенаучные методы, методы расчета, анализировать результаты, раскрывать сущности понятий, моделей, теорий, законов); через эксперимент проводят систематизацию и классификацию знаний по изучаемой проблеме.

Таким образом, разработанное с опорой на важнейшие дидактические принципы организации учебного процесса в вузе содержание теоретической химической подготовки, подкрепленной комплексным профессиональным практикумом: 1) является системой, необходимой и достаточной для овладения студентами основ профессиональной деятельности; 2) дает возможность соединения формирования теоретических знаний студентов с их ценностными ориентациями; 3) расширяет возможности применения теоретических знаний в практической деятельности студентов непосредственно в процессе обучения; 4) выступает средством, с помощью которого студент утверждает себя как личность (деятельность — основной путь, единственный эффективный способ формирования и развития личности) и как профессионал.

#### Список литературы

1. Новиков А. М. Профессиональное образование в России. — М., 1997. — С. 45.
2. Попков В. А., Коржув А. В. Дидактика высшей школы: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. — М.: Издательский центр "Академия", 2001. — 136 с.
3. Байденко В. И. Выявление состава компетенций выпускников ВУЗов как необходимый этап проектирования ГОС ВПО нового поколения: Методическое пособие. — М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2006. — 72 с.
4. Гусакова Н. В., Королев А. Н., Петров В. В. Новые образовательные технологии в высшем техническом образовании: комплексный (профессиональный) лабораторный практикум. // Инновационные образовательные технологии в технических университетах. Сборник научных статей. Новочеркасск: НПИ, 2006. — С. 186—192.
5. Гусакова Н. В. Современные методологические подходы и новые образовательные технологии в реализации направления 553500 — Защита окружающей среды // Безопасность жизнедеятельности. — 2005. — № 1. — С. 51—52.
6. Стандарт специальности 280700 "Техносферная безопасность" // [http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow\\_DocumID\\_164316.htm](http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow_DocumID_164316.htm)

## О новом национальном стандарте РФ "Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов"

С 2011 г. введен в действие ГОСТ Р 53692—2009 "Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов". Как отмечено во введении этого документа, он предназначен для специалистов регионального и федерального уровней, участвующих в разработке, списании и ликвидации продукции, ставшей отходами, для специалистов-разработчиков нормативной документации, оборудования, технологии, методов контроля, испытаний и сертификации вторичных ресурсов.

В разделе "Область применения" стандарта разъясняется, что он устанавливает последовательные этапы технологического цикла отходов (ЭТЦО) производства и потребления, в которые превращаются, в том числе и отбракованные, устаревшие и/или списываемые изделия, виды продукции (объекты), при этом он распространяется на отходы, образующиеся как в промышленности, строительстве и сельском хозяйстве, так и в быту и муниципальных хозяйствах и подлежащие ликвидации на последней стадии жизненного цикла продукции.

Подчеркивается, что стандарт не распространяется на обращение с радиоактивными, биологическими отходами, отходами лечебно-профилактических учреждений и военных объектов после окончания срока службы, снятия с эксплуатации и хранения.

В разделе "Нормативные ссылки" дается перечень стандартов, использованных при разработке ГОСТ Р 53692—2009.

Представленные в следующем разделе термины, определения и сокращения приводятся в редакции ранее вышедших стандартов комплекса "Ресурсосбережение" и ГОСТ Р ИСО 14050—09 "Менеджмент окружающей среды. Словарь". Обращает на себя внимание, что ранее применявшийся термин "опасные отходы" заменен на отходы I—IV классов опасности.

Раздел "Общие положения" стандарта устанавливает, что жизненный цикл изделий, видов продукции производственно-технического назначения включает следующие стадии (ГОСТ Р 53791—2010):

- обоснование разработки;
- разработку технического задания;
- проведение опытно-конструкторской работы;
- производство и испытание;
- модернизацию;
- использование (эксплуатацию);
- ликвидацию (с избавлением от отходов путем утилизации и/или удаления).

Последняя связана с необходимостью:

— определения характера и предликвидационной подготовки объекта и возможных способов разложения, уничтожения и/или захоронения конкретных отходов;

— оценки показателей утилизируемости (утилизационной пригодности и утилизирующей способности) техногенной составляющей объекта и/или отхода;

— обеспечения безопасности и ресурсосбережения процесса ликвидации объекта и/или отходов, в том числе при их утилизации и/или удалении;

— учета того, что на стадии утилизации может произойти изменение сферы использования и смена владельца ликвидируемых объектов и/или отходов. При этом новому владельцу передается ответственность за обеспечение максимального возвращения материальных и энергетических ресурсов от ликвидируемых объектов и/или отходов в сферу хозяйственной деятельности с получением технико-экономического и социально-экологического эффектов от реализации ЭТЦО.

Подчеркивается, что не используемые в настоящее время и в ближайшей перспективе отходы (прежде всего отходы I—IV классов опасности), а также объекты, не подлежащие демонтажу с последующей их утилизацией, подлежат захоронению и/или уничтожению.

Обращается внимание, что инженерно-техническая и опытно-конструкторская подготовка ликвидации отходов производства и потребления предусматривает обеспечение их владельцев конструкторской, технологической и нормативной документацией, а также проведение организационно-плановой и материально-технической подготовки производства для реализации технологических процессов ликвидации с учетом требований безопасности и ресурсосбережения.

Раздел стандарта "Этапы технологического цикла отходов, подлежащих ликвидации" устанавливает следующие девять этапов:

- 1) появление;
- 2) сбор и накопление;
- 3) идентификация;
- 4) сортировка (при необходимости с обезвреживанием);
- 5) паспортизация;
- 6) упаковка и маркировка;
- 7) транспортирование и складирование (размещение);
- 8) хранение;
- 9) избавление (путем утилизации и/или удаления отходов).

Применительно к каждому из них даются приведенные ниже комментарии.



**Появление отходов** имеет место в технологических и эксплуатационных процессах, а также в период ликвидации объектов, снятых с эксплуатации по истечении срока службы или по другим причинам, с образованием соответствующих отходов различных классов опасности.

**Сбор и накопление отходов** в установленных местах должны проводиться на территории их владельца или на другой санкционированной территории.

**Идентификация отходов** может быть визуальной и/или инструментальной по признакам, параметрам, показателям, критериям, требованиям, необходимым для подтверждения соответствия конкретного отхода и его свойств документированному описанию. Идентификация предполагает присвоение отходу классификационного номера и кодирование его свойств, состояния в установленном порядке.

**Сортировка отходов** производится путем разделения и/или смешивания отходов, согласно определенным критериям на качественно различающиеся составляющие. При необходимости проводят работы по первичному обезвреживанию отходов.

При **паспортизации отходов** заполняют паспорт установленных форм и регистрируют их в соответствии с порядком, принятым в законодательстве по охране окружающей среды.

**Упаковка и маркировка отходов** должна производиться установленными методами и средствами (с помощью укладки в тару или другие емкости, пакетирования, брикетирования с нанесением соответствующей маркировки) с целью обеспечения целостности и сохранности отходов, в том числе в период помещения их в упаковку и тару, сортировки, погрузки, транспортирования, хранения в установленных местах. Особое внимание должно быть уделено упаковке и маркировке отходов I—IV классов опасности.

**Транспортирование и складирование отходов** должно производиться в специально установленных местах.

**Хранение отходов** в зависимости от степени их опасности должно осуществляться под навесом, в контейнерах, шахтах и других санкционированных местах.

**Избавление от отходов** производится путем их утилизации и/или удаления.

Первым подэтапом в последнем случае является утилизация обезвреженных (инертных) отходов. На подэтапе утилизации может быть произведена переработка бракованных или вышедших из употребления видов продукции, изделий, их составных частей и отходов от них путем разборки (разукрупнения), переплавки, использования других технологий с обеспечением рециркуляции (восстановления) органической и неорганической составляющих, металлов, металлосоединений, стеклопосуды и других изделий для повторного применения с ликвидацией образующихся при этом отходов.

Вторым подэтапом является безопасное размещение отходов I—IV классов опасности на соответствующих полигонах или их уничтожении в случае, если захоронение отходов I—IV классов опасности угро-

жает здоровью и жизни людей или может нанести непоправимый вред окружающей среде. В современных условиях вопросы необходимости переработки и/или захоронения (уничтожения) чаще решаются исходя из экономической целесообразности или необходимости обеспечения безопасности обращения с отходами. При санкционированном захоронении отходов I—IV классов опасности и других отходов, не используемых в настоящее время, следует учитывать, что с появлением новых научно-технических и технологических решений отходы I—IV классов опасности смогут быть утилизированы, поэтому такие захоронения следует рассматривать, как техногенные месторождения ископаемых ("вторая геология").

Каждый этап технологического цикла отходов, подлежащих ликвидации, следует документировать в установленном порядке (согласно ГОСТ Р 51769—2001).

В разделе стандарта "Стратегические аспекты обращения с отходами, подлежащими ликвидации", прежде всего, указываются виды их использования в качестве вторичного сырья:

— по прямому назначению в аналогичных производствах (например, лом металлов, стеклобой, макулатура, деревянная и пластмассовая тара и др.);

— в качестве топлив, вторичных источников энергии;

— как добавки к первичному сырью или взамен первичного сырья (например, регенерат из изношенных шин — добавка в шинном производстве взамен каучука);

— как сырье для использования в новом технологическом цикле (например, активированные угли, отработавшие ресурс в производстве винилхлорида, могут быть использованы в технологии очистки газа от ртути);

— как сырье с новыми техническими (физико-химическими) свойствами, отсутствующими у первичного сырья (например, зола мазутной теплоэлектростанции в ряде случаев является высококонцентрированным сырьевым источником для извлечения ванадия, редких и редкоземельных металлов, химическая модификация вторичного полиэтилена высокой плотности позволяет получать огнестойкие сорбционные, антикоррозионные материалы).

Отмечается, что требования к вторичному сырью и материалам, подлежащим дальнейшей переработке, определяются технологией проведения работ и/или устанавливаются поставщиком сырья и его заказчиком при заключении договоров на поставку.

В качестве общего требования к использованию высвобождаемых из эксплуатации объектов стандарт устанавливает полное извлечение из них топлива, черных, цветных, драгоценных металлов и других ценных компонентов и материалов.

Указывается, что в процессе сбора отходов или после его окончания производят их идентификацию с определением принадлежности к отходам определенного вида и класса опасности, что может сопровождаться проведением контрольных измерений или испытаний.

Обращается внимание, что производственно-технологические аспекты ликвидации отходов представляют собой комплекс взаимосвязанных правовых, нормативных, методических, организационно-технических направлений деятельности по оценке и осуществлению утилизации и/или удаления отходов с созданием новых и дозагрузкой имеющихся мощностей действующих объектов работами по ресурсосберегающему и безопасному обращению с отходами. Это, прежде всего, связано с необходимостью идентификации, классификации, кодирования и паспортизации отходов.

В рассматриваемом разделе стандарта разъясняется, что в процессе предликвидационной подготовки целесообразно обосновать и принять любое из следующих организационно-технических решений:

- использование ликвидируемого объекта без доработки повторно по прямому назначению в хозяйстве (например, списанные предприятиями компьютеры могут передаваться в другие организации, в том числе в учебные заведения различного уровня);

- передача ликвидируемого объекта без доработки или с доработкой по прямому назначению в промышленности или других отраслях (например, автомобилей в другие организации после подтверждения соответствия объекта установленным требованиям);

- использование составных частей демонтируемого объекта в качестве самостоятельной продукции или в виде обменного фонда;

- использование составных частей демонтируемого объекта в доработанном виде при производстве новых изделий;

- переработка отходов производства и потребления с целью получения вторичных ресурсов, сырья, энергии, биоресурсов.

Далее подробно комментируются операции в период предликвидационной подготовки деталей и элементов объекта перед их передачей для повторного использования, предутилизационной подготовки объекта для повторного использования. Даются рекомендации по расконсервации, частичному демонтажу комплектующих элементов, приведению объекта (изделия) в безопасное состояние.

Отмечается, что по результатам приведения объекта в безопасное состояние составляется соответствующий акт, который утверждается руководителем предприятия — владельца объекта и направляется получателю в составе сопроводительной документации.

Комментируется также требование к ремонту, дооснащению, доработке лик-

видируемых объектов с целью их дальнейшего использования.

Особо отмечается, что результаты передачи и технической приемки ликвидируемых объектов, отходов от них отражают в техническом паспорте. По результатам приемки составляют акт, который утверждает директор предприятия — владельца объекта и отходов.

Далее рассматриваются работы на этапе сбора и накопления отходов и их сортировки, при подготовке элементов из черных и цветных металлов для сдачи в качестве лома, а также при упаковке приборов и комплектующих, подлежащих повторному использованию.

Даются подробные указания по транспортированию, складированию и хранению отходов, а также их утилизации и ликвидации.

Отмечается, что технологии ликвидации и результаты переработки должны быть документированы в паспорте отхода. Обращается внимание, что наличие заполненного и утвержденного паспорта на объект и отходы позволяет обоснованно проводить добровольную и обязательную сертификацию.

Особое внимание в разделе "Стратегические аспекты обращения с отходами, подлежащими ликвидации" уделено обеспечению безопасности при проведении технологических операций обращения с ними (операции по обезвреживанию, включая нейтрализацию, дезактивацию, дезинфекцию, демеркуризацию, разложение, уничтожение и др.).

Отдельно даны указания по захоронению и уничтожению отходов.



Схема образования на шести (из семи) стадиях жизненного цикла продукции (изделий) основных видов отходов, подлежащих ликвидации (ВМР — вторичные материальные ресурсы; ВЭР — вторичные энергетические ресурсы)



В заключение рассматриваются социальные аспекты ликвидации отходов, которые включают в себя:

- проведение оценки воздействия отходов при их ликвидации на здоровье людей и окружающую среду;
- создание современной инфраструктуры обращения с отходами, включающей стандартизацию, паспортизацию, лицензирование, экспертизу, информационное и технологическое обеспечение, которые позволяют осуществлять безопасное и ресурсосберегающее регулирование процессов обращения с отходами;
- увеличение количества рабочих мест и повышение занятости населения в регионах.

Отмечается, что социальная направленность мероприятий по ликвидации объектов и/или отходов состоит в том, что эти мероприятия сразу или в перспективе позволяют:

- снизить негативное воздействие отходов на людей и окружающую среду;
- повысить занятость населения при выполнении названных работ и мероприятий;
- обеспечить безопасность, ресурсосбережение при обращении с отходами;
- содействовать росту ресурсного, товарного и рыночного потенциалов регионов и страны в целом.

Обращается внимание, что к социальному направлению следует отнести также необходимость повышения ответственности законодателей, стандартизаторов и других субъектов деятельности по обращению с отходами на ЭТЦО за качество разрабатываемых нормативно-правовых и других сопроводительных документов.

В справочном приложении А дан рекомендуемый перечень справочных пособий для работы с ГОСТ Р 53692—2009.

Несомненный интерес представляет справочное приложение В, в котором представлена схема образования на стадиях жизненного цикла продукции основных видов отходов, подлежащих ликвидации (см. рисунок).

Представляется, что введение ГОСТ Р 53692—2009 "Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов" окажет практическую помощь в работе специалистов, занимающихся проблемой ликвидации отходов и, в конечном счете, будет способствовать рациональному природопользованию в стране.

*И. А. Гапонюк, доц.,  
Э. П. Пышкина, канд. техн. наук, проф.,  
МГТУ им. Н. Э. Баумана  
E-mail: alin4ik-08@bk.ru*

## ИНФОРМАЦИЯ

### Всемирная стратегия формирования политики в области охраны труда (по материалам XIX Всемирного конгресса по охране труда. Стамбул. 11—15 сентября 2011 г.)

Цель крупнейшего мирового форума специалистов по охране труда за последние несколько лет — XIX Всемирного конгресса по охране труда (XIX World Congress on Safety and Health at Work) — содействовать распространению культуры охраны труда во всех странах мира, переживающих в настоящее время период экономической нестабильности.

Всемирные конгрессы проводятся с периодичностью раз в три года. Это авторитетные форумы специалистов и лиц, ответственных за формирование политики по вопросам профилактики и охраны труда. XIX Всемирный конгресс организован совместно Международной организацией труда (МОТ) и Международной организацией социального обеспечения (МАСО) в сотрудничестве с Министерством труда и социальной защиты Турции. Его центральная тема — "Создание глобальной культуры профилактики в интересах безопасного и здорового будущего". В форуме принимало участие более 5400 представителей руководящих органов, экспертов, специалистов, руководителей промышленности и трудовой сферы из более чем 140 стран мира.

На торжественном открытии XIX Всемирного конгресса по охране труда с приветствиями выступили исполнительный директор МОТ Ассан Диоп, Министр труда и социальной защиты Турции Фарук Челик, премьер-министр Турции Реджеп Тайип Эрдоган. Пленарные заседания проходили 12 и 13 сентября.

#### Главные темы пленарных заседаний

##### 1. Всесторонний и превентивный подход к вопросам охраны труда и здоровья на производстве

Определение и совершенствование профилактических мер, включая раннее оперативное вмешательство в вопросы устранения риска в специфических секторах производства, является основой комплексного подхода к вопросам профилактики и контроля производственных рисков и профессиональных заболеваний, в том числе защиты труда и здоровья работников.

Координация действий и сотрудничество государственных организаций, предприятий и лиц, занимающихся практическими вопросами охраны труда, органи-

заций работодателей, работников и институтов социального обеспечения является необходимой предпосылкой для разработки национальной политики в сфере охраны труда и укрепления усилий для обеспечения безопасности и здорового будущего трудящегося населения.

## **2. Системный подход к вопросам охраны труда и здоровья**

Одной из фундаментальных опор глобальной стратегии охраны труда и здоровья является создание и поддержание национальной культуры охраны труда и здоровья, включая внедрение системного подхода к вопросам управления охраной труда. Главными элементами в осуществлении системного подхода на национальном уровне являются разработка национальной политики охраны труда и здоровья трудящихся, консолидация национальных систем по охране труда и здоровья, а также разработка соответствующей национальной программы. Что касается программы оценки уровня охраны труда на рабочих местах, то здесь огромное значение следует придавать тому, чтобы службы охраны труда и здоровья на производстве имели многопрофильный подход и стали составной частью системы управления охраной труда на том или ином предприятии.

## **3. Социальный диалог, партнерство и инновации в охране труда и здоровья**

Новейшие тенденции в глобализации существенно повысили потребность рассматривать охрану здоровья как разделенную ответственность всех причастных к ней лиц и организаций. С помощью социального диалога правительств, организаций работодателей и работников, институтов социального обеспечения, ассоциаций специалистов и других заинтересованных сторон, посредством сокращения производственного травматизма и профессиональных заболеваний, а также внедрения глобальной культуры профилактики травматизма, можно наладить взаимно выгодное партнерство с целью повышения безопасности труда на рабочих местах и улучшения здоровья работников.

## **4. Новые угрозы в изменяющемся мире труда и глобальная экономика**

Наблюдаемые в настоящее время глобальные угрозы определяют выбор стратегии охраны труда и здоровья. Новые подходы в разработке превентивных мер сегодня обусловлены появлением новых рисков на рабочих местах, причиной появления которых стали изменения в технологии производства, в моделях трудовых отношений и условиях труда, а также в возросшей незащищенности рабочей силы во всем мире в целом. Прикладные исследования, оценка успехов и неудач, а также обмен опытом в деле тех или иных достижений в области охраны труда и здоровья являются главными элементами для разработки новой стратегии выбора превентивных мер. Планирование и разработка инновационных и региональных стратегий, в том числе программ, является необходимой основой для планомерного улучшения охраны труда и здоровья на производстве.

На заседаниях по техническим вопросам и симпозиумах обсуждались перечисленные ниже темы.

1. Преимущество профилактики производственных рисков.

2. Национальные системные подходы к организации эффективной работы по охране труда и здоровья.

3. Опыт организации охраны труда в строительстве, металлургии, горнодобывающей отрасли, в сельском хозяйстве и в сфере оказания услуг.

4. Службы охраны труда и здоровья и системы менеджмента на малых и средних предприятиях.

5. Социальный диалог, партнерство и инновации в области охраны труда и здоровья.

6. Роль профилактики в управлении рисками и перспективы изменения демографической ситуации.

Конгресс развил идеи и принципы Сеульской декларации об охране труда (Seoul Declaration on Safety and Health at Work), принятой на Саммите по охране труда, состоявшемся в рамках XVIII Всемирного конгресса в июне 2008 г., в самом начале глобального экономического кризиса и кризиса занятости. Сеульская декларация подтвердила стремление подписавших ее сторон "играть ведущую роль в продвижении культуры охраны труда и вынести вопросы охраны труда на национальную повестку дня". В Сеульской декларации впервые было указано, что право на безопасную и здоровую рабочую среду является основополагающим правом человека.

В рамках конгресса состоялось 49 Ежегодное совещание центров всемирной информационной сети МОТ по охране труда (ILO/CIS). В совещании приняли участие более 80 представителей центров ILO/CIS из 45 стран мира. На совещании были представлены новые проекты CIS: интернет-версия V издания Энциклопедии МОТ, программы обновления интернет-версий Международных карт химической безопасности и Информационных листовок опасностей по профессиям. Были представлены отчеты о деятельности центров сети ILO/CIS за прошедший год и о проведении Всемирного дня охраны труда 2011 г. Участники совещания обсудили практические аспекты взаимовыгодного сотрудничества в рамках сети ILO/CIS. Были выработаны совместные предложения по улучшению обновления Энциклопедии МОТ и по повышению эффективности обмена информацией между CIS-центрами.

Участники Конгресса обсудили доклад МОТ "Глобальные тенденции и вызовы в сфере охраны труда" ("Global Trends and Challenges on Occupational Safety and Health"). Авторы доклада указывают, что в период с 2003 по 2008 г. общее число смертельных несчастных случаев и заболеваний, связанных с трудовой деятельностью, возросло. При этом, по данным доклада, в указанный период при общем сокращении числа смертельных несчастных случаев с 358 тыс. до 321 тыс., число смертельных заболеваний увеличилось с 1,95 млн до 2,02 млн.

Это значит, что ежедневно в мире происходят более 6300 смертей, связанных с трудовой деятельностью. Ежегодно травмы на производстве получают около 317 млн работников (ежедневно около 850 тыс. травм на производстве, приводящих к отсутствию работника на рабочем месте в течение четырех и более дней).

На Конгрессе был представлен доклад членов НАЦОТ Ворошилова С. П., Новикова Н. Н., Файнбурга Г. З. на тему: Система менеджмента профессиональной компетентности: система нового подхода.

На Конгрессе обсуждались возможные пути решения проблем охраны труда.

1. Повышение уровня компетентности по охране труда работников и в первую очередь специалистов, непосредственно связанных с организацией работ по охране



труда. Вложение средств в обучение по охране труда дает по приведенным в сообщениях данным тройной эффект.

2. Объективная оценка текущего состояния условий и охраны труда (оценка техногенных рисков) и на ее основе разработка и внедрение превентивных мер.

3. Повышение уровня доверия работодателей к своим специалистам по охране труда на основе сертификации их профессиональной компетентности.

4. Проведение исследований новых опасных и вредных производственных факторов, являющихся следствием технического прогресса.

5. Развитие информационных систем по охране труда.

6. Усиление контроля за состоянием условий и охраны труда.

7. Развитие социального партнерства в области охраны труда.

В выступлениях докладчиков чаще всего назывались следующие основные проблемы по охране труда.

1. Высокий экономический ущерб от неудовлетворительных условий и охраны труда, который составляет около 4 % валового продукта.

2. Низкий уровень знаний по охране труда работодателей и работников.

3. Сохраняются на высоком уровне техногенные риски.

4. Возникла необходимость учета воздействия на работников новых опасных и вредных производственных факторов таких, как стресс, психологическое состояние, а также являющихся следствием внедрения принципиально новых технологических процессов, например, нанотехнологий.

5. Снижаются затраты на проведение профилактических работ по охране труда в связи с Мировым экономическим кризисом.

На проходивших в рамках Конгресса заседаниях Международной ассоциации практикующих специалистов (INSHPO) было принято решение о проведении в г. Москве с 09 по 13 июля 2012 г. Международной ассоциацией INSHPO совместно с НАЦОТ Международной конференции по сертификации специалистов по охране труда ежегодного заседания INSHPO. В работе конференции примут участие государства члены INSHPO и государства члены Европейской ассоциации

ENSHPO. Это говорит о престиже полученных научных результатов членами НАЦОТ и ее признании Мировым сообществом специалистов в области охраны труда.

На заседании INSHPO было принято решение об избрании вице-президентом INSHPO генерального директора НАЦОТ Н. Н. Новикова.

В дни Конгресса состоялся 8-й Международный фестиваль фильмов и мультимедиа. В фестивале приняли участие 232 работы, представленные из 30 стран. Международное жюри присудило первые премии участникам из Бразилии, Швейцарии и Соединенного королевства Великобритании. В категории мультимедиа первый приз был вручен участнику из Швеции. Фестиваль был организован Международной Ассоциацией социального обеспечения (ISSA).

В рамках Конгресса прошла специализированная выставка, в которой приняли участие около 12 000 специалистов.

Министры тридцати трех стран подписали Стамбульскую декларацию по безопасности и гигиене труда признавая, что право работников на здоровые и безопасные условия труда является как основным правом человека, так и социальной обязанностью работодателя и государства, а также выразили готовность стран к устойчивому развитию и продвижению культуры охраны труда на национальном уровне.

На торжественном закрытии Конгресса директор Программы МОТ по безопасности и гигиене труда и окружающей среды (SafeWork) Сейджи Машида и генеральный секретарь ISSA Ханс-Хорст Конколеwski призвали участников конгресса подтвердить приверженность развитию и продвижению культуры охраны труда.

Следующий XX Всемирный Конгресс по охране труда пройдет с 24 по 27 августа 2014 г. во Франкфурте (Германия) и подведет итоги работы по выполнению принятых в г. Стамбуле решений.

*Н. Н. Новиков, д-р техн. наук, проф., засл. деятель науки РФ, генеральный директор Национальной ассоциации центров охраны труда (НАЦОТ),*

*В. С. Сердюк, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой БЖД Омского государственного университета*

*E-mail: vcot-ann@mail.ru*

## Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии""

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

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

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

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

Дизайнер *Т. Н. Погорелова.*

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

Сдано в набор 13.02.12. Подписано в печать 22.03.12. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ412.

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

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Оригинал-макет ООО "Авансед солюшнз".

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