



БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ И ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

№ 1/2007

январь—февраль

Свидетельство Комитета РФ по печати
ПИ № ФС77-22914 от 7.01.2006 г.

Учредитель:
Коллектив редакции журнала

Издаётся при участии:
МЧС России, Минздравсоцразвития
России, Международной академии наук
экологии и безопасности
жизнедеятельности (МАНЭБ)

Главный редактор
Владимир Девисилов

Исполнительный директор
Ольга Бочарова

Отдел предпечатной подготовки
Елена Попова

Корректор
Ирина Волкова

Отдел реализации и рекламы
Анна Лысенская

Присланные рукописи не рецензируются
и не возвращаются.

Точка зрения редакции может
не совпадать с мнением авторов
публикуемых материалов.

Редакция оставляет за собой право
менять заголовки, сокращать тексты статей
и вносить в них необходимую
стилистическую правку без согласования
с авторами.

Перепечатка материалов допускается
с согласия редакции. При цитировании
ссылка на журнал «Безопасность
в техносфере» обязательна.

**Письма и материалы
для публикации
высылать по адресу:**
125212, г. Москва, а/я 133
Тел./факс: 459-1377
E-mail:
russmag@yandex.ru

© ЗАО Издательство
«Русский журнал», 2007

Адрес редакции:
125212, Москва,
Головинское шоссе,
д. 8, корп. 2

Оригинал-макет
и печать ООО «Мегатрейд»
Формат 60x84/8.
Бумага офсетная № 1.
Усл. печ. л. 7,44

**Подписной индекс
в каталоге агентства
«Роспечать» – 18316**

В НОМЕРЕ:

СТРАНИЦА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

В.А. Девисилов
Стандартизация в области безопасности
(проблемы и опасности стандартизации на основе
технических регламентов) 3

РИСКОЛОГИЯ

Н.П. Тарасова, А.Е. Курочкина, А.В. Мозговая
Рисковая коммуникация в современном обществе 5

П.Г. Белов
Прогнозирование и регулирование техногенного риска
с использованием качественных показателей 10

МЕНЕДЖМЕНТ РИСКА

Е.А. Яйли, А.А. Музалевский
Системный подход к управлению
экологическими рисками 18

А.Г. Федорев
Методология построения современных систем
менеджмента производственной безопасности
и здоровья 25

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТИ

Ю.В. Власов, А.В. Фролов, В.В. Янюшкин
Моделирование процессов загрязнения пористых
поверхностей жидкостями на основе фрактальных
представлений 33

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

В.Г. Систер, А.М. Гонопольский, Е.Г. Кривобородова
К вопросу очистки сточных вод от тяжелых металлов 36

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

**Я.Г. Готлиб, Л.Л. Звягина, А.Г. Мачильская,
Н.К. Калашникова, И.А. Гончаренко**
Расчет зон шумового воздействия автостоянок
и автозаправочных станций 43

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Бабешко Владимир Андреевич, ректор Кубанского государственного университета, академик РАН, д.ф.-м.н., профессор

Касимов Николай Сергеевич, декан географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, чл.-корр. РАН, д.г.н., профессор

Махутов Николай Андреевич, заведующий отделом института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, чл.-корр. РАН, д.т.н., профессор

Преображенский Владимир Борисович, начальник отдела политики охраны труда Департамента трудовых отношений и гражданской службы Минздравсоцразвития России

Соломенцев Юрий Михайлович, ректор Московского государственного технологического университета «Станкин», чл.-корр. РАН, д.т.н., профессор

Тарасова Наталья Павловна, профессор Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева, чл.-корр. РАН, д.х.н.

Девисилов Владимир Аркадьевич, доцент кафедры «Экология и промышленная безопасность» Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана, к.т.н.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Богуславский Евгений Иосифович, заведующий кафедрой «Пожарная и производственная безопасность» Ростовского государственного строительного университета, д.т.н., профессор

Васильев Андрей Витальевич, заведующий кафедрой «Машиноведение и инженерная экология» Тольяттинского государственного университета, научный руководитель НИЛ «Виброакустика, экология и безопасность жизнедеятельности», д.т.н., профессор

Власов Валерий Александрович, начальник Главного управления МЧС России по Республике Татарстан, заведующий кафедрой Казанского государственного технологического университета, к.т.н., профессор

Галонов Владимир Лаврентьевич, ректор Ростовской государственной академии сельхозмашиностроения, д.т.н., профессор

Гарин Вадим Михайлович, заведующий кафедрой Ростовского государственного университета путей сообщения, к.т.н., профессор

Дыганова Роза Яхиевна, заведующая кафедрой «Инженерная экология и рациональное природопользование» Казанского государственного энергетического университета, д.б.н., профессор

Дьяченко Владимир Викторович, заместитель директора по научной и учебной работе Новороссийского политехнического института (филиала) КубГУ, профессор кафедры государственного и муниципального управления, к.с.-х.н., д.г.н.

Елохин Андрей Николаевич, начальник отдела страхования ОАО «ЛУКОЙЛ», д.т.н.

Еремин Михаил Николаевич, начальник Главного управления МЧС России по Оренбургской области, к.т.н., д.б.н., профессор

Кручинина Наталья Евгеньевна, декан инженерного экологического факультета, заведующая кафедрой «Промышленная экология» Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева, к.х.н., доцент

Курамшина Наталья Георгиевна, заведующая кафедрой «Общая биология и экология» Башкирского государственного аграрного университета, д.б.н., профессор

Лысенский Олег Васильевич, генеральный директор Издательства «Русский журнал», главный редактор журнала «ОБЖ. Основы безопасности жизни», член Союза журналистов России

Матягина Анна Михайловна, Московский государственный университет гражданской авиации, к.т.н.

Певнев Виталий Миронович, заместитель министра труда и социального развития по Ростовской области, к.э.н.

Петров Борис Германович, руководитель Управления по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора России по Республике Татарстан, к.г.н., профессор

Пушенко Сергей Леонардович, директор ИИЭС Ростовского государственного строительного университета, к.т.н., профессор

Рубцова Нина Борисовна, заведующая научным координационно-информационным отделом ГУ НИИ медицины труда РАМН, д.б.н.

Севастьянов Борис Владимирович, заведующий каф. «Безопасность жизнедеятельности» Ижевского государственного технического университета, к.п.н., д.т.н., профессор

Фролов Анатолий Васильевич, заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности» Южно-российского государственного технического университета, к.т.н., профессор

Чеботарев Станислав Стефанович, заместитель начальника Академии гражданской защиты МЧС России по научной работе, д.э.н., профессор

А.Б. Аткарская

Направления повышения экологической безопасности в стекольной промышленности 51

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

А.Ф. Батанов, С.Н. Грицынин, С.В. Муркин

Робототехнические системы для применения в условиях чрезвычайных ситуаций 54

ЭКОНОМИКА

Г.В. Сафонов

Опыт применения рыночных подходов к решению природоохранных проблем 60

Дорогие читатели!

Напоминаем вам, что идет подписка на 2007 год.

Надеемся, что в 2007 году вы останетесь нашими читателями и авторами.

Ранее вышедшие номера журнала можно приобрести в редакции.

Требования к оформлению материалов

1. Объем материалов, как правило, не должен превышать 17 страниц, включая текст, рисунки, таблицы (шрифт: Times New Roman – 12, интервал – 1,5). Редактор Word, версия не ниже Word-97. УДК (слева), название статьи (п/ж шрифт по центру), ф.и.о. авторов с учеными степенями и званиями (курсив, справа), аннотация (курсив, до 10 строк), текст статьи, список литературы.

2. Аннотация на русском и английском языках.

3. Основные требования, предъявляемые к иллюстративным материалам:

- форматы файлов (под PC): TIF, EPS, CDR, AI, JPG;
- программные требования: Corel Draw 10.0–11.0, Adobe Illustrator 7.0–10.0 (все шрифты в кривых);
- разрешение файлов: 300 dpi, графика в цвете;
- принимаемые носители: магнитные диски 1,44 MB, CD-R.

Файлы должны сопровождаться принтерной копией.

4. Фотографии должны быть качественными, на фотобумаге (желательно цветные).

5. Список использованной литературы должен быть оформлен в соответствии с библиографическими требованиями.

6. Количество авторов одной статьи не должно превышать 4 человек.

7. Краткие сведения об авторах (до 14 строк) на русском и английском языках. В сведения целесообразно включить следующие данные: вуз, год его окончания, время защиты диссертаций, ученая степень, область, в которой работает автор, должность, место работы, звание, количество учебных и методических трудов, основные монографии и учебники, награды, государственные премии, другие важные, по мнению автора, сведения.

8. Материалы каждого пункта требований должны быть представлены в печатном (1 экз.) и электронном виде (каждый пункт требований, рисунок – отдельным файлом).

9. Контактный почтовый адрес, телефон, электронная почта.

10. Материалы в электронном виде могут быть направлены в редакцию электронной почтой.

Редакция

СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ

(проблемы и опасности стандартизации на основе технических регламентов)

В.А. Девисилов

В 2002 г. принят Федеральный закон «О техническом регулировании» (№ 184 от 27.12.02). В соответствии с этим законом до 2010 г. нынешнюю систему стандартов должны заменить технические регламенты. Действующие же ныне обязательные стандарты должны стать рекомендациями к реализации. Также отменяется разработка ведомственных стандартов. Технические регламенты по своему статусу являются законами, принятие которых предусматривает прохождение сложной процедуры.

Сейчас в стране действует более 20 тысяч государственных стандартов (ГОСТов). Значительно больше отраслевых стандартов (ОСТ), технических условий (ТУ), строительных норм и правил (СНиП), санитарных норм (СН), гигиенических нормативов (ГН), санитарных правил и норм (СанПиН), правил безопасности (ПБ), правил устройства и безопасной эксплуатации (ПУБЭ) и так далее. Таких стандартов, по оценкам, более 150 тысяч. Конечно, это избыточное количество, которое требовало пересмотра и упорядочения. Однако система работала. Отечественная экономика привыкла к работе в системе действующих стандартов, которая даже при нашей привычке не соблюдать требования безопасности обеспечивала надзор, контроль и применение санкций за нарушения норм безопасности. Другой вопрос – это зарубежная продукция и технологии. Известны многочисленные примеры поступления на отечественный рынок товаров и технологий, не соответствующих национальным нормам безопасности, которые, как известно, по некоторым параметрам являются более жесткими, чем зарубежные аналоги. Поэтому у многих специалистов возникает опасение – не снимет ли отказ от действующих стандартов существующие барьеры на применение небезопасных продукции, технических объектов и технологий.

Принятие указанного закона ставило благоую цель – в преддверии вступления России во Всемирную торговую организацию гармонизировать российскую нормативную правовую базу с мировой, снять торговые барьеры и ограничения научно-техническому прогрессу. В прессе прошла информация о том, что закон разработан некоммерческой организацией «Тезаурус маркетинг» на средства зарубежного гранта.

До введения в действие технических регламентов осталось 3 года. Выполнима ли поставленная задача? По мнению практически всех специалистов – нет. К настоящему времени нет даже ясного представления о количестве технических регламентов, которые должны заменить стандарты. А их надо еще разработать, принять и ввести в действие. По различным оценкам, потребуется введение от 500 до 2500 регламентов. К настоящему же времени принят только один регламент, касающийся выбросов автотранспортных средств. Таким образом, «хотели как лучше, а получилось как всегда».

По закону в технических регламентах должны быть определены требования минимальной безопасности. Именно эти требования должны заменить требования безопасности, установленные примерно в 350 ГОСТах системы стандартов безопасности труда, в 200 – системы охраны природы, в 20 – системы безопасности в чрезвычайных ситуациях (не говоря уже о ведомственных стандартах).

В соответствии с законом минимальные требования безопасности должны устанавливаться с учетом степени риска и обеспечивать непревышение допустимого риска. Но сегодня мы не можем надежно рассчитывать и прогнозировать риск, не говоря уже о том, что само понятие «риск» требует однозначного определения.

Таким образом, поспешное введение технических регламентов может нанести колоссальный ущерб экономике страны. Что касается вопросов

безопасности, то введение технических регламентов в установленные сроки следует рассматривать как мероприятие повышенного риска как в области технической безопасности, так и для здоровья населения.

Законом предусмотрено, что стандарты в области безопасности действуют в качестве обязательных до введения технических регламентов, но срок их введения также определен – 2010 год. Поэтому существует большая опасность того, что они будут приняты поспешно, а значит, аспекты безопасности не будут полностью учтены. Требуется огромная работа широкого круга ученых, специалистов-практиков для разработки требований безопасности, интеграции в них уже накопленного большого опыта, последующей апробации регламентов. В области стандартизации, особенно в безопасности, не нужно новых «рыночных революций», требуются постепенный, продуманный, эволюционный переход, особенно с учетом национальных особенностей, состояния экономики, производства и безопасности в стране.

Наука о безопасности и риске сравнительно молода и в последние годы интенсивно развивается. Тенденция сегодняшнего дня – постоянное ужесточение требований к безопасности и уровню приемлемого риска. Поэтому требуется постоянный и оперативный пересмотр нормативов. В технических регламентах, выступающих в качестве законов, такой оперативный пересмотр проблематичен, так как внесение изменений

в закон требует длительной процедуры. В связи с этим очень вероятно появление наряду с регламентами подзаконных актов, реанимирующих в своей основе действующую пока систему стандартизации.

В сложившейся нестандартной ситуации в стандартизации представляется целесообразным внести изменения в Федеральный закон «О техническом регулировании» и продлить срок введения регламентов. Учитывая исключительную важность вопросов безопасности, рассмотреть возможность дополнения минимальных требований безопасности, определенных в регламентах, группой обязательных стандартов, регулирующих наиболее важные аспекты безопасности. Для этого нужно определить критически важные аспекты безопасности, для которых должны быть разработаны дополнительные стандарты, которые могут оперативно дополняться и пересматриваться. В сложившейся в настоящее время ситуации требуются жесткие государственная регламентация и контроль безопасности, о чем уже говорилось (№ 2–2006 г.).

Рассмотренные вопросы и проблемы стандартизации уже рассматривались на страницах журнала Н.К. Кульбовской (№ 1–2006 г.) и А.И. Гражданкиным (№ 3–2006 г.). Учитывая исключительную важность и сложность вопроса, призываю ученых, специалистов, работников органов надзора и контроля высказать свое мнение по данной проблеме.

Международная академия наук экологии и безопасности жизнедеятельности, ассоциированный член ДОО и ЭКОСОС ООН совместно с Южно-Российским государственным техническим университетом (Новочеркасским политехническим институтом) 24–26 мая 2007 г. проводит XI Ежегодные научные чтения МАНЭБ и Международную научно-методическую конференцию по безопасности жизнедеятельности, посвященную 100-летию Новочеркасского политехнического института

Предлагается обсудить вопросы образования, экологии, безопасности жизнедеятельности и предупреждения чрезвычайных ситуаций глобального и регионального масштабов.

Место проведения:

ЮРГТУ (НПИ), г. Новочеркасск, ул. Просвещения, д. 132.

Подробная информация о конференции будет размещена на сайте МАНЭБ: <http://www.maneb.spb.su>, а также разослана информационным письмом.

Направлять тезисы докладов и обращаться по вопросам публикации материалов и формирования программы конференции по адресу:

346428, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, д. 132, ЮРГТУ (НПИ), ГГФ, каф. БЖД и ООС и e-mail: bgd_frolov@mail.ru ЮРГТУ (НПИ) каф. БЖД и ООС.

В случае заочного участия одновременно с тезисами необходимо перечислить **взнос за публикацию в размере 350 руб.** Тезисы будут включены в сборник материалов только после получения Оргкомитетом документа, подтверждающего оплату (копии платежного поручения или квитанции о почтовом переводе).

Оргкомитет производит отбор материалов для публикации. Материалы не рецензируются и не возвращаются.

РИСКОВАЯ КОММУНИКАЦИЯ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ

Н.П. Тарасова,

чл.-корр. РАН, д.х.н., профессор,

А.Е. Курочкина,

ассистент,

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

Институт химии и проблем устойчивого развития,

А.В. Мозговая,

ведущий научный сотрудник, к.соц.н.,

Институт социологии РАН, сектор проблем риска и катастроф

Представлен обзор и анализ современных исследований и концепций в области рискованных коммуникаций

*Иван Т. Тарасова
Курочкина
Мозговая*

Среди событий, которые могут нарушать и нарушают социальный уклад общества, первые места по значимости последствий занимают природные явления, техногенные катастрофы и опасности. Двигаясь по пути технологических инноваций, человечество увеличивает производство рисков, а они, в свою очередь, являются потенциальными источниками различного рода опасностей.

Центром исследования катастроф в Брюсселе собрана информация о природных катастрофах в различных частях мира за 35 лет (с 1965 по 1999 год). В банк данных включали только катастрофы, в которых погибло не менее 10 человек. Таких событий зарегистрировано 6385. Данные банка показывают, что в мире наблюдается рост природных катастрофических явлений: в период 1990–1994 гг. среднее ежегодное количество катастроф возросло по сравнению с периодом 1965–1969 гг. почти в 3 раза.

Статистикой природных бедствий занимаются ученые, привлекаемые крупнейшими страховыми компаниями. В 2000 г. эксперты Мюнхенского страхового общества «Мюнхенер Рюк», являющегося гарантом рисков в 160 странах, представили обзорный анализ убытков от природных катастроф за прошедшее тысячелетие. Анализ начинался землетрясением в Сирии 21 августа 1042 г., унесшим 50 тыс. жизней, и завершался наводнением в Индии 30 октября 1999 г., от которого погибло более 10 тыс. человек. Оказалось, что за последние тысячу лет произошло примерно 100 тыс. катастроф, жертвами которых стали в общей сложности более 15 млн человек. При этом не учитывались жертвы катастрофических засух, голода, эпидемий, войн и т.п. Исследование показало также, что имущественный ущерб вследствие природных ка-

тастроф сильно возрос, в особенности за последнее столетие.

Для России, как и для мира в целом, также характерен рост количества природных катастроф. По данным МЧС Российской Федерации, за период с 1990 по 1999 год было зарегистрировано 2877 крупных катастроф, что составляет 288 событий в год, в то время как за предыдущее десятилетие среднегодовое количество таких событий равнялось 120. Наибольшие материальные и социальные потери приходятся на территории городов, где концентрация людей и техногенной инфраструктуры максимальна. С этой точки зрения наибольшую опасность для городов России представляют наводнения, им подвержено 746 городов.

По сравнению с природными бедствиями темпы роста количества и масштабов техногенных катастроф еще выше. Развитие новых технологий, увеличение объемов промышленного и сельскохозяйственного производства, расширение сети транспортных систем и систем передачи энергии и энергоносителей сопровождаются целым рядом негативных последствий. Все чаще возникают чрезвычайные ситуации, аварии и катастрофы, характеризующиеся значительными материальными, социальными и экологическими последствиями. При этом, как показали события последних десятилетий, реализуются считавшиеся ранее весьма маловероятными крупные аварии и катастрофы на таких объектах с высоким риском, как атомные электростанции, химические комбинаты, нефте- и газопроводы и т.п.

Каковы масштабы опасности объектов с высоким риском, расположенных на территории России? Аварии на химически опасных объектах, связанные с выбросом и разливом сильнодействующих ядовитых веществ, являются причинами

химического заражения окружающей среды. В России находится более 3 тыс. химически опасных объектов и ежегодно фиксируется несколько десятков аварий подобного рода, чаще всего загрязнителями среды обитания выступают хлор и аммиак.

Аварии на пожаро- и взрывоопасных объектах характеризуются следующими показателями. Ежегодно в России происходят около 300 тыс. пожаров, при которых погибают около 15 тыс. человек. Уровень гибели и травмирования людей на пожарах в России в 3 раза выше, чем в экономически развитых странах.

Особенно быстро возрастает количество аварий на транспорте. Наибольший вклад дает автомобильный транспорт: если на каждый миллиард пассажиро-километров в авариях на железнодорожном транспорте гибнет в среднем ежегодно 0,03 человека, на воздушном транспорте – около 1 человека, то в автомобильных авариях – более 33 человек. В течение каждого года в России происходит более 170 тыс. автокатастроф, в которых погибают более 30 тыс. человек и получают травмы и тяжелые увечья более 200 тыс. человек.

В настоящее время в Российской Федерации действуют около 60 крупных радиационноопасных объектов, среди них – девять АЭС с 28 реакторами. На АЭС в непосредственной близости от крупных городов хранится в общей сложности примерно 6 тыс. т отработанного ядерного топлива, суммарная активность которого приближается к 4 млрд кюри.

Политические, экономические и социальные условия, характеризующие современную Россию, обостряют проблемы техногенного риска. Установлено, что подавляющее большинство техногенных катастроф обусловлено ошибками людей (человеческим фактором).

Указом Президента Российской Федерации от 10.01.2000 г. № 24 утверждена Концепция национальной безопасности Российской Федерации, которая представляет собой систему взглядов на обеспечение в РФ безопасности личности, общества и государства от внешних и внутренних угроз во всех сферах жизнедеятельности, в том числе и в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Социальная безопасность является одной из важных составляющих национальной безопасности страны. Социальная безопасность включает в себя совокупность мер по защите интересов страны и общества в социальной сфере, развитие социальной структуры и отношений в обществе, системы жизнеобеспечения и социализации людей, образ жизни нынешнего и будущих поколений в соответствии с потребностями прогресса.

В настоящее время становится очевидным, что общество нуждается в углублении знания о социальных

и иных последствиях опасностей, чтобы в будущем их успешно преодолевать и предотвращать.

Систематические исследования социальных проблем бедствий и катастроф в СССР, а затем и в России развивались в рамках проблем радиационной безопасности. После Спитакского землетрясения в Армении и аварии на Чернобыльской АЭС потребность в социальном знании о катастрофах и опасностях резко возросла.

В настоящее время одним из важнейших направлений развития Российской Федерации, выделенных президентом В.В. Путиным, является энергетическая безопасность. По словам В.В. Путина, без энергетики, без решения энергетических вопросов вообще невозможно развитие страны.

Ядерная энергетика представляет собой одну из базисных отраслей топливно-энергетического сектора экономики. Однако большинство доводов против использования ядерной энергии основано на страхе перед возможными негативными последствиями ее использования. Недостаток объективной информации о плюсах и минусах атомных станций породил среди населения множество мифов об угрозе радиации. И хотя, по статистическим данным, наибольшее число человеческих жизней уносят курение, злоупотребление алкоголем и автомобильные катастрофы, в опросах общественного мнения, по оценке угрозы жизни и здоровью, лидирует ядерная энергетика.

Социальные концепции безопасности и риска

Рассмотрение социологических теорий безопасности и риска в исторической динамике в русле концепций зарубежных и отечественных ученых предполагает прежде всего уточнение таких понятий, как *безопасность*, *социальная безопасность*, *риск*, *рисковая коммуникация* и *их взаимосвязи*.

Необходимым условием существования человеческого общества является деятельность. Существует большое количество видов деятельности, которые охватывают практические, интеллектуальные и духовные процессы, происходящие в разных сферах жизни общества. Окружающая среда рассматривается человеком с двух противоположенных позиций. С одной стороны, для нормального существования человека необходимо обеспечивать стабильность всех факторов окружающей среды. С другой – человек в результате своей жизнедеятельности отрицательно воздействует на окружающую среду. Именно человеческая практика дает основание утверждать, что любая деятельность потенциально опасна. На данном этапе общество начинает осознавать, что такое понятие, как

«безопасность», относительно, и безопасность может существовать как тот или иной уровень уязвимости, который общество способно обеспечить на конкретный момент своего развития.

Исторический анализ свидетельствует о том, что потребность обеспечения безопасности относится к числу основных мотивов деятельности людей и сообществ. Стремление к безопасности обусловило объединение первобытных людей в сообщества, формирование силовых структур в этих сообществах. В нашей стране безопасность являлась монополярной сферой высшего политического руководства, в значительной степени закрытой для широкой научной общественности. Это обусловило ограниченный уровень разработки самого понятия, которое касалось в основном военных аспектов.

В «Большой советской энциклопедии» раскрывалось лишь понятие «безопасность международная», которое фактически сводилось к противодействию внешним военным опасностям и угрозам, обходя внутренние. В настоящее время, согласно Закону РФ «О безопасности», под безопасностью понимают состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз.

Безопасность как сложный социальный феномен в настоящее время анализируется в предметных областях различных научных дисциплин, таких как естественные, технические и общественные науки. В связи с этим мы можем наблюдать и многообразие подходов к исследованию проблем безопасности, аспектов ее изучения и интерпретаций самого понятия.

В самом широком смысле под безопасностью понимается *«положение, при котором не угрожает опасность кому-нибудь или чему-нибудь»* [1]. Кроме того, по мнению Б.Н. Порфирьева, повседневное использование термина «безопасность» подразумевает полное отсутствие любой опасности, тогда как нормативное толкование безопасности признает постоянно существующие факторы риска для отдельных граждан, общества и государства [2].

А.В. Мозговая обращает внимание на то, что в рамках социологии риска и катастроф принято рассматривать категорию безопасности как «парную» по отношению к категориям, характеризующим меру опасности для социальных, экономических, технических и экологических систем, а именно «опасность», «риск», «вызов» и «угроза». Все эти категории являются производными от понятия «ущерб» («вред») и различаются по роли субъективного фактора в возникновении неблагоприятного результата [3].

Один из основоположников теории социологии риска Н. Луман предлагает говорить о риске в том

случае, если ущерб наступил в результате субъективного действия (решения); когда же причины ущерба вменяются не человеку, а окружающему миру, речь идет об опасностях [4].

В.Н. Кузнецов определяет понятие угрозы как *«наиболее конкретную и непосредственную форму опасности, создаваемую целенаправленной деятельностью откровенно враждебных сил»* [5]; вызов – как *«совокупность обстоятельств, не обязательно конкретно угрожающего характера, но, безусловно, требующих реагировать на них»* [5]; а понятие «безопасность» как состояние защищенности целей, идеалов, ценностей и интересов человека и общества, государства и цивилизации от неприемлемых вызовов, рисков, угроз и опасностей.

Понятия «опасность», «риск», «угроза», «вызов» характеризуют отсутствие или утрату объектом (субъектом) защищенности от оказываемого на него неблагоприятного воздействия. Через понятие защищенности безопасность связана с рисками, угрозами, вызовами и опасностями, поскольку является основной категорией, характеризующей целевую функцию обеспечения максимально возможной при заданных условиях степени защищенности от неблагоприятных воздействий [2].

Несмотря на то что термин «риск» достаточно давно используется и в повседневной жизни, и в науке, его универсальное определение до сих пор отсутствует. На первых этапах изучения риска можно выделить два основных подхода: технический и социальный.

В рамках **технического** направления исследований риск рассматривается как физический атрибут технологий и сводится к количественной оценке вероятности определенного ущерба в координатах пространства и времени. В целом задача технической оценки риска сводится к нахождению пути удовлетворения потребностей с минимальным возможным ущербом [6]. При таком подходе к риску обнаруживается явное несоответствие между одномерной логикой исчисления технологического риска и многомерностью человеческих критериев выбора, оценки и поведения в условиях риска, на что указывает Е.В. Шлыкова.

До сих пор такая интерпретация понятия «риск», которую характеризуют как статистический подход или рационалистическая традиция и которая трактует риск как возможность (вероятность) наступления неблагоприятного события и (или) количественной меры такого события (ущерба), является господствующей в науке, в том числе и российской. При этом сам риск исчисляется путем перемножения вероятности упомянутого события на ущерб. Подобного подхода придерживается

большинство отечественных специалистов по анализу природного и техногенного риска, представляющих точные и естественные науки [6].

Второй подход к изучению проблем риска, который получил название **социальный**, заявил о себе в контексте споров о социальных аспектах атомных технологий. В отличие от технического социального подход усматривает непосредственную связь оценок риска с ценностями и нормами социального характера и учитывает политические, этические, социологические, психологические, экономические и прочие аспекты, которые взаимосвязаны между собой так, что невозможно, обращаясь к одному из них, не сталкиваться с другими [7].

Технический и социальный подходы очень часто противопоставлялись друг другу, но в настоящее время, как отмечает А.В. Мозговая *«эпоха “технологического тоталитаризма”, когда социальное знание считалось второстепенным по сравнению с техническим, заканчивается. Технические специалисты ищут контактов с гуманитариями, осознавая ограниченность подходов, замыкающихся на внутри дисциплинарных аспектах, не позволяющих выйти на проблему безопасности общественных систем и человечества в целом»*.

Анализируя 30-летний опыт систематических исследований риска, известный специалист-рисколог О. Ренн отмечает следующий факт: *«нет общепринятого определения для термина “риск” ни в научном, ни в общественном понимании. Тем не менее все концепции риска имеют один общий элемент: разделение реальной действительности и возможности»* [7]. В дальнейших рассуждениях О. Ренн говорит о том, что *«определение риска содержит три элемента: последствия, которые воздействуют на человеческие ценности, возможность возникновения (неопределенность) и формулу, объединяющую оба эти элемента»* [7]. Согласно Ренну, все используемые в настоящее время подходы к риску представляют собой различные варианты этих трех элементов.

Концепция Н. Лумана

В работе «Понятие риска» Н. Луман говорит, что *«социальные науки лучше ощущают масштабы проблемы риска, ибо видят здесь, прежде всего технологические и экологические проблемы современного общества»* [4].

Социологическая теория риска Н. Лумана связана с критикой рациональности современного общества. Социология, пишет Луман, должна поставить вопрос о том, *«как общество объясняет и выправляет отклонение от нормы, неудачу или непредвиденную случайность. Эта темная сторона жизни, этот груз разочарования, когда ожи-*

дания ни к чему не приводят, должны стать более очевидными, чем сильнее наша надежда на нормальный ход событий».

По мнению Лумана, социология обозначает и изучает новые грани риска. На первый план выходит анализ последствий трех типов систем, производящих риски в современном обществе – естественных, технологических и социальных. Но действия в этом направлении, как отмечает Н. Луман, *«в настоящее время происходят скорее неотрефлексировано; я имею в виду, что социология не рефлексивирует свою роль. Ибо если она знает, что риски подвергаются отбору, то почему и как она сама делает это?»*.

Луман предлагает подойти к понятию риска через понятие *порога бедствия*. Результаты подсчета риска можно принимать, если вообще можно, лишь не переступая порог, за которым риск мог бы трактоваться как бедствие. Причем необходимо принимать в расчет, что порог бедствия будет расположен на самых разных уровнях в зависимости от характера вовлеченности в риск: в качестве субъекта принятия решения или в качестве объекта, вынужденного выполнять рискованные решения.

Восприятие риска и его «принятие» являются не психологическими, а социальными проблемами: человек поступает в соответствии с ожиданиями, предъявляемыми к нему его постоянной референтной группой. В современном обществе на первый план выдвигаются вопросы о том, *кто принимает решения*, и должен или нет (и в каком материальном и временном контексте) риск приниматься в расчет. Таким образом, к дискуссии о восприятии риска и его оценке добавляется проблема выбора рисков, которая контролируется социальными факторами.

Социология получает новую возможность выполнять свою традиционную функцию предупреждения общества. Даже если социолог знает, что риски выбираются, то почему и как он сам это делает? *«При достаточной теоретической рефлексии, мы должны признать, по меньшей мере, “аутологический” компонент, который всегда вклинивается, когда наблюдатели наблюдают наблюдателей... Из всех наблюдателей социология должна первой осознать этот факт. Но и другие делают то же самое. То, что выходит за пределы этих действий, это теория выбора всех социетальных операций, включая наблюдение за этими операциями и даже включая структуры, определяющие эти операции. Для социологии тема риска должна быть, следовательно, подчинена теории современного общества. Но такой теории нет... Нет и определения риска, которое могло бы удовлетворить научным требованиям...»* [4].

Социологическое наблюдение для Лумана – это наблюдение второго порядка или наблюдение

наблюдения. Чтобы соотнести оба уровня наблюдения, Луман различает риск и опасность. Если потенциальный урон «привязывается к решению» и рассматривается как его последствие, тогда речь идет о риске решения. Если же возможный урон анализируется как обусловленный внешними факторами, т.е. привязывается к окружающей среде, тогда можно говорить об опасности. Это не означает, что определение чего-то как риска или опасности полностью оставлено на милость наблюдателя: *«Существует определенный барьер, например, необратимый сдвиг в экологическом балансе или возникновение бедствия уже не может быть связано с каким-то конкретным решением...»*

Как бы то ни было, подчеркивает Луман, в современном обществе нет поведения, свободного от риска. Для дихотомии риск/безопасность означает, что нет абсолютной надежности или безопасности, тогда как из дихотомии риск/опасность вытекает, что нельзя избежать риска, принимая какие-либо решения.

Также Луман отмечал в проблеме риска политический аспект, так как политическая оценка допустимого риска или безопасной технологии будет играть значительную роль. Поэтому он предлагает реализовать *«строго социологический подход, состоящий в постижении феномена риска лишь соответственно смыслу коммуникаций – включая, конечно, и сообщения в коммуникации об индивидуально принятых решениях»*.

Современная коммуникация, по Луману, предполагает выбор между альтернативами, что само по себе является рисковым. Но, несмотря на подрыв основ традиционной рациональности, коммуникация (и ничто иное) остается тем средством, с помощью которого общество как система производит и воспроизводит себя.

По мнению О.Н. Яницкого, Луман предлагает не завершенную социологическую теорию риска, а варианты рефлексии по поводу возможностей создания такой теории. Он пытается поставить социолога в положение не критика современного общества, вошедшего в эпоху глобального риска, а в положение компетентного эксперта, помогающего обществу вернуть утраченное состояние «нормальности».

Концепция Э. Гидденса

Риск в данной концепции анализируется на уровне социальных систем. По мнению социолога, риск является результатом модернизации и активизируется процессами глобализации. Кроме понятия риска Гидденс оперирует такими понятиями, как *доверие, безопасность и онтологическая безопасность*.

Глобализация интенсифицирует процессы социального производства. Возрастает сложность

социальных систем и отношений. Э. Гидденс, как и У. Бек, отмечает увеличение числа непреднамеренных последствий социальных действий. Сегодня человек окружен рисками, идущими от технологических и социальных систем. Угрожающие риски выходят из-под контроля не только индивидов, но и огромных организаций, включая государства. Неизбежность такой ситуации ставит под вопрос онтологическую безопасность человека. Под «онтологической безопасностью» Гидденс понимает ощущение надежности людей и вещей, надежности и предсказуемости повседневной жизни.

Э. Гидденс считает, что любое социальное действие является рискованным. Пассивность, бездействие или решение об отказе осуществить действие также является социальным действием, которое может быть не менее рискованно. Э. Гидденс полагает, что доверие должно пониматься в сочетании с риском, где риск становится результатом решений и деятельности индивида. Социальное действие возникает в результате принятия решений, которое основывается на доверии к социальной системе. В противном случае отсутствие предсказуемости действия и отсутствие доверия разрушает основу для социального взаимодействия.

Риск и доверие тесно связаны. Доверие существует в контексте признания факта, что человеческая активность, по сути своей, рискованна, и трансформации вследствие динамического характера современных социальных институтов. Таким образом, отсутствие доверия может привести к разрушительным последствиям для социальной системы.

Доверие у Э. Гидденса трактуется как необходимое условие для снижения или минимизации риска. Там, где есть доверие, там хотя бы потенциально существуют альтернативы действия. Там, где альтернативы действия не принимаются во внимание, там индивид находится в ситуации уверенности. *«Различение между доверием и уверенностью зависит от возможности фрустрации вследствие собственного предыдущего поведения и от различия между риском и опасностью»*.

Э. Гидденс говорит о том, что риск создает свои среды, которые воздействуют на огромные массы индивидов. Гидденс вводит понятие «среда риска» в современном обществе, выделив три ее компоненты:

- угрозы и опасности, порождаемые рефлексивностью модернити;
- угроза насилия над человеком, исходящая от индустриализации войн;
- угроза возникновения чувства бессмысленности человеческого существования, порождаемая попытками человека соотнести свое личное бытие с рефлексивной модернизацией.

Безопасность в такой среде он определяет как специфический набор минимизированных опасностей. Субъективное переживание безопасности в среде риска обычно держится на балансе между доверием и уровнем приемлемого риска.

Говоря о профилях риска, Гидденс уделяет значительное внимание признанию ограниченности экспертного знания. К этому признанию ведет обыденное знание современных сред риска. Вера, которая поддерживает доверие в экспертные системы, включает в себя процесс устранения невежества рядовых граждан, которые сначала подчиняются требованиям экспертного знания. Но осознание этого невежества может ослабить веру в эффективность экспертизы у рядовых граждан.

Эксперты часто скрывают от рядовых граждан истинную природу риска или даже его существование. Ситуация становится гораздо опаснее, когда эксперты не в состоянии осознать и оценить степень риска. В этом случае не только ограничения экспертного знания, но и сама идея экспертизы, по мнению Э. Гидденса, подвергается большому сомнению.

(Продолжение следует)

Список литературы

1. **Ожегов С.И.** Словарь русского языка / под ред. Шведовой Н.Ю. – М.: Русский язык, 1984.
2. **Порфирьев Б.Н.** Риск и безопасность: определение понятий // Риск в социальном пространстве / под ред. А.В. Мозговой. – М.: Институт социологии РАН, 2001.
3. Риск: социологический анализ, коммуникация, региональное управление / под ред. А.В. Мозговой. – М.: Институт социологии РАН, 2004.
4. **Luhmann N.** Risk: A Sociological Theory. N.Y.: Walter de Gruyter, Inc., 1993.
5. **Кузнецов В.Н.** Социология безопасности: учебник / В.Н. Кузнецов. – М.: Книга и бизнес, 2003.
6. Риск в социальном пространстве / под ред. А.В. Мозговой. – М.: Институт социологии РАН, 2001.
7. **Ренн О.** Три десятилетия исследования риска: достижения и новые горизонты / О. Ренн // Вопросы анализа риска. – 1999. – № 1.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОГО РИСКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

П.Г. Белов,

доцент, к.т.н.,

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Излагается обобщенный подход к качественному анализу риска эксплуатации тех объектов техносферы, которые насыщены значительными запасами энергии (вредного вещества), а потому способны причинять ущерб в результате их неконтролируемого высвобождения, распространения и воздействия на людей, материальные ценности и природную среду. Подход базируется на возможности представления подобных объектов человеко-машинными системами (ЧМС) и развивает основы соответствующей методологии [1] в интересах менеджмента (прогнозирования и регулирования) техногенного риска на производстве и транспорте.

Исходные предпосылки и понятия

В основе предлагаемого универсального подхода лежит энергоэнтропийная концепция, увязывающая природу техногенного риска с термодинамической неуравновешенностью функционирующих ЧМС, а его проявление – с приростом энтропии:

- скачкообразным, в форме аварийного (внезапного и одномоментного) высвобождения большого количества накопленной в них энергии (агрессивного или токсичного вещества),

- постепенным, в виде непрерывных энергетических (вибрация, теплота, шум) и вредных материальных (дым, сажа, шлаки) выбросов.

При этом под риском подразумевается интегральная мера опасности, характеризующая и возможность причинения ущерба, и его ожидаемую величину, а под менеджментом риска, осуществляемым в целях поддержания заданной безопасности функционирования конкретных ЧМС, – проведение следующих основных мероприятий:

- идентификация источников и признаков наиболее вероятного проявления техногенного риска в форме различных происшествий – катастроф, аварий и несчастных случаев;

- априорная оценка тех показателей данного риска, которые отражают меру возможности или частоту возникновения техногенных происшествий конкретного типа;

- априорная оценка показателей, характеризующих результат появления конкретного происшествия, т.е. размеры ущерба и длительность времени до его наступления;

- предварительная оценка достаточности имеющихся мер по снижению риска подобных происшествий и обоснование дополнительных предложений при необходимости;

- прогнозирование и регулирование уточненных показателей техногенного риска для принятия решения о его соответствии установленным требованиям.

Таблица 1

Балл	Лингвистическая оценка показателей техногенного риска			Число
	Мера возможности	Мера результата		
		Размеры ущерба	Время до проявления	
5	Совершенно невозможно	Очень, очень низкий	Бесконечно долго	0,0
	Практически невозможно	Очень низкий	Почти бесконечно долго	0,1
	Допустимо, но маловероятно	Низкий	Исключительно медленно	0,2
4	Отдаленно возможно	Ниже среднего	Очень медленно	0,3
	Необычно, но возможно	Средний	Медленно	0,4
3	Неопределенно возможно	Выше среднего	Неопределенно быстро	0,5
	Практически возможно	Серьезный	Быстро	0,6
2	Вполне возможно	Очень серьезный	Очень быстро	0,7
	Наиболее возможно	Высокий	Исключительно быстро	0,8
1	Достоверно возможно	Высокий	Почти мгновенно	0,9
	Абсолютно достоверно	Высокий	Практически мгновенно	1,0

Что касается необходимой для этого информации, то она должна содержать сведения:

- о составе и таких свойствах исследуемых объектов техносферы, как климатические и сейсмические условия в месте их дислокации, удаленность от населенных пунктов, характеристика зданий и сооружений, средняя плотность пребывающих там людей;

- каждой ЧМС, имеющейся на конкретном производственном объекте, в особенности о тех из них, в которых используются значительное количество аварийно опасных или вредных веществ, а также о параметрах таких веществ и условиях их использования;

- способах защиты подобных объектов от проникновения посторонних лиц, оснащенности средствами обеспечения биологической, пожарной, радиационной, химической, электрической, ядерной безопасности и ведения аварийно-спасательных работ.

Естественно, что результативность этих мероприятий будет определяться не только полнотой и способом представления имеющихся исходных данных, но также используемыми при этом показателями риска и методами их априорной и апостериорной оценки. При отсутствии достоверной количественной информации о параметрах ЧМС оценку мер возможности и результата проявления источников техногенного риска предлагается проводить методом экспертных оценок с использованием тех универсальных базовых шкал балльных, лингвистических (словесных) и численных (на отрезке $[0,1]$) оценок, которые приведены в табл. 1.

Для облегчения восприятия показателей техногенного риска, оцененных с помощью предложенной универсальной таблицы, каждой ее строке должны соответствовать конкретные значения мер возможности (частоты) [1/год], ущерба [рублей] и времени [часов], величина которых должна подбираться с учетом специфики производства или транспорта.

Обобщенная процедура анализа риска на качественном уровне

Изложенные выше соображения позволяют систематизировать рассматриваемый здесь процесс, представив его в виде формализованной блок-схемы, показанной на рис. 1. Применительно к анализу риска техногенных происшествий поясним следующие **основные этапы данной итерационной процедуры**:

II – идентификация причин и признаков подобного проявления техногенного риска;

III и **V** – прогноз соответствующих мер возможности и результата,

IV и **VI** – оценка достаточности существующих и предлагаемых мероприятий по обеспечению безопасности путем снижения риска таких происшествий при функционировании ЧМС.

Идентификация причин и признаков проявления техногенного риска. Последовательность проведения второго шага обобщенной процедуры и его связь с другими этапами прогнозирования и регулирования риска, измеряемого предложенным

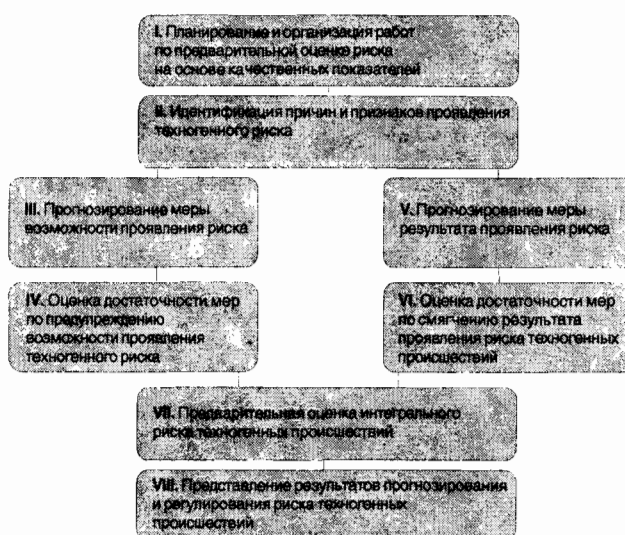


Рис. 1. Этапы качественного анализа риска

выше способом, показаны в схеме на рис. 2, представляющей алгоритмическую модель соответствующего процесса.

Реализацию этого шага рекомендуется проводить последовательно, декомпозируя каждый производственный объект и входящую в него ЧМС на компоненты, ответственные за выработку (генерацию), передачу (трансляцию), преобразование (трансформацию), хранение (консервацию) и поглощение (адсорбцию) используемой там энергии конкретного вида:

- механическая – движущихся либо поднятых тел и сжатых газов;
- тепловая – перегретых веществ и поверхностей;
- химическая – взрывчатых, горючих и других аварийно опасных веществ;
- электрическая – токоведущих частей, работающих под высоким напряжением;
- ядерная – радиоактивных веществ.

При этом основными источниками возможного проявления техногенного риска следует считать адсорберы, аккумуляторы, генераторы, трансляторы и трансформаторы перечисленных видов энергии и вредных (агрессивных, токсичных) веществ.

1–2. При выявлении случаев и способов возможного проявления техногенного риска необходимо руководствоваться статистическими данными о имевших место происшествиях на исследуемом и аналогичном производственном оборудовании,

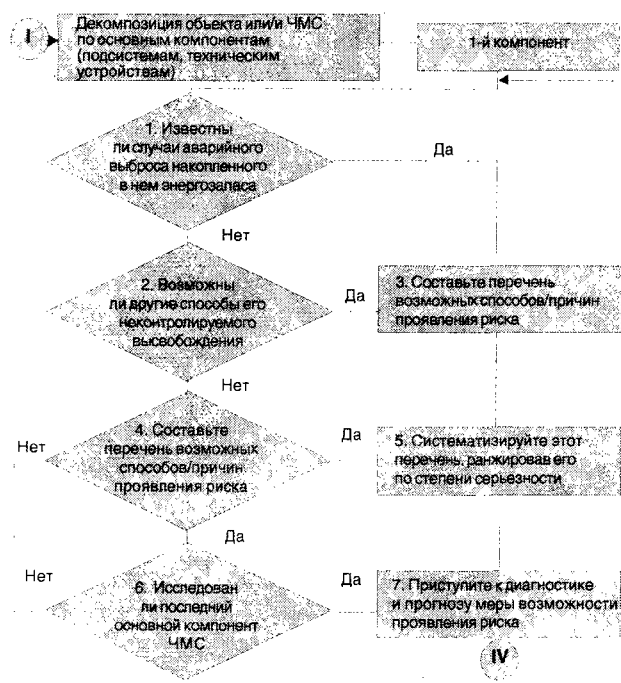


Рис. 2. Идентификации причин и признаков проявления техногенного риска

а также результатами предыдущих диагностик его технического состояния, проверок профессиональной пригодности эксплуатирующего персонала и аттестации занимаемых им рабочих мест. Под наиболее вероятными способами аварийного высвобождения накопленного в ЧМС энергозапаса рекомендуется подразумевать:

- воспламенение горючих, детонацию взрывчатых и утечки токсичных веществ;
- опрокидывание, падение и столкновение движущихся тел;
- воздействие ионизирующих, тепловых или электромагнитных излучений и т.д.;

3–5. В состав перечня «способ/причина» проявления риска следует включать:

- для всех объектов (потенциальных жертв) – осколочное поражение, разрушение из-за падения с высоты, повреждение воздушной ударной волной, падающим грузом, ионизирующим, тепловым или электромагнитным излучением;
- для людей – гибель или увечье вследствие падения при ходьбе или с высоты, токсическое отравление, электрическое поражение, удар/захват движущимися предметами;
- для особой фауны и популяций флоры – уничтожение, понижение жизнестойкости в результате нарушения пищевых цепей, загрязнения биохимическими токсинами или радиоактивными веществами и тяжелыми металлами.

Прогнозирование меры возможности проявления риска. Содержание, взаимосвязь и последовательность реализации основных мероприятий третьего этапа проиллюстрированы на рис. 3, основная идея которого связана с выявлением тех наиболее вероятных причин техногенного происшествия, которые вызваны реальным несовершенством основных компонентов ЧМС, а также с оценкой меры возможности данной формы проявления риска.

Диагностику состояния ЧМС следует проводить по компонентам в целях выявления самых значимых источников и предпосылок проявления техногенного риска, под которыми нужно понимать:

- отказы ответственных элементов производственного оборудования;
- опасные ошибки эксплуатирующего его персонала;
- нерасчетные для них внешние воздействия.

1. Выявление возможных отказов производственного оборудования должно проводиться с учетом результатов диагностирования всех его значимых узлов, а также других эмпирических и теоретических данных, полученных с помощью традиционных методов качественного анализа надежности типа «Что будет, если...» и «Анализ

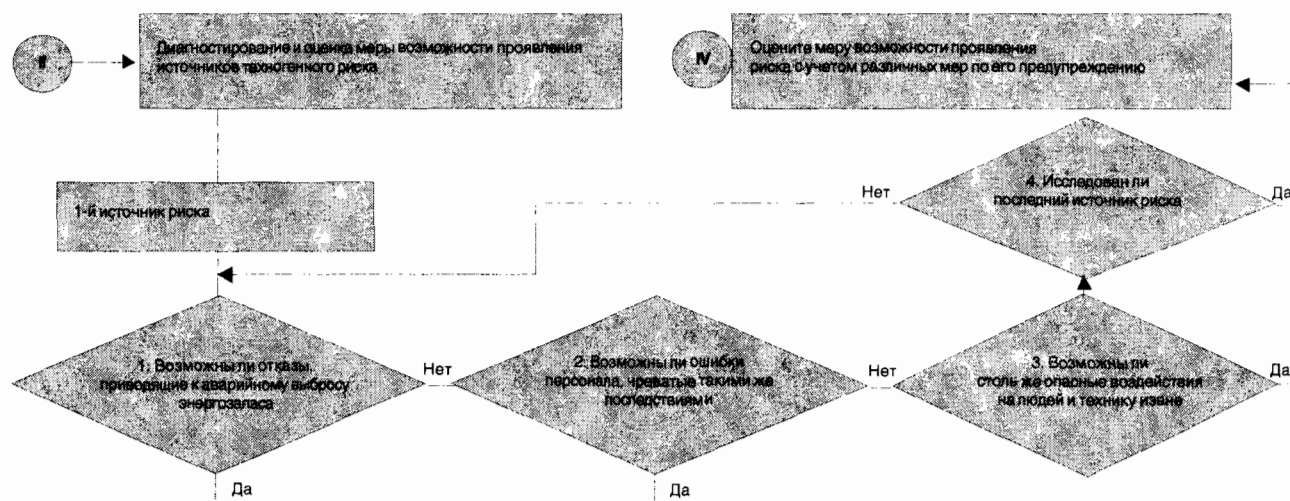


Рис. 3. Прогнозирование меры возможности проявления риска

видов, последствий и критичности отказов» [3]. Оценку меры возможности появления всех технических предпосылок к проявлению риска следует осуществлять, руководствуясь статистическими данными по безотказности и долговечности механических, электронных и электротехнических элементов, присваивая этому параметру лингвистические или численные значения из табл. 1.

2. Прогнозируя вероятные ошибки персонала, нужно помнить, что они обусловлены:

- отсутствием у него должных психологических установок, знаний и навыков, а проявляются в неправильном понимании эксплуатационно-технической документации, неточных измерениях или искаженной интерпретации данных о выполняемой операции или состоянии производственного оборудования (ошибки по оплошности);
- умышленным изменением очередности и точности предписанных действий либо осуществлением непредусмотренных, вследствие неэргономичности рабочего места, несовершенства технологии работ; недопустимо низкой или высокой напряженности проводимого процесса (ошибки несоответствия).

3. При идентификации возможных опасных внешних воздействий следует учитывать:

- неблагоприятные для людей и техники условия рабочей среды;
- неожиданное или превышающее допустимые пределы влияние смежных ЧМС;
- другие внешние причины, включая несанкционированные (террористические) действия, аномальные природные явления и прочие форсмажорные обстоятельства.

Оценку значимости и ожидаемой частоты проявления подобных вредных факторов целесообразно

осуществлять с помощью экспертов, а полученные при этом результаты представлять в форме лингвистических переменных.

Оценка достаточности мер по снижению возможности проявления риска. Четвертый этап обобщенной процедуры рекомендуется осуществлять в последовательности, изображенной на рис. 4, т.е. отвечая на вопросы в ромбах, двигаясь по ним сверху вниз либо слева направо, проверяя наличие или предлагая решения, указанные в прямоугольниках правой части с уменьшением приоритета (предполагаемой результативности) по мере движения сверху вниз, в порядке возрастания их номера.

Оценку и обоснование достаточности различных способов предупреждения всех выявленных предпосылок и снижения риска техногенных происшествий в целом целесообразно проводить с помощью имеющихся статистических данных и экспертных суждений. Полученные при этом результаты желательно выражать лингвистическими или численными оценками, руководствуясь шкалой «Мера возможности» и другими рекомендациями табл. 1.

Прогнозирование меры результата проявления риска. Последовательность проведения пятого этапа и его связь с другими частями рассматриваемой здесь процедуры показаны на рис. 5. Как и ранее, там представлена его алгоритмическая пошаговая модель, содержащая три (типичных для процесса причинения техногенного ущерба) стадии – аварийное высвобождение, распространение и разрушительное поглощение энергозапаса ЧМС незащищенными от него объектами из состава людских, материальных и природных ресурсов. Еще одна (четвертая) стадия данного процесса – интенсивное физико-химическое превращение продуктов

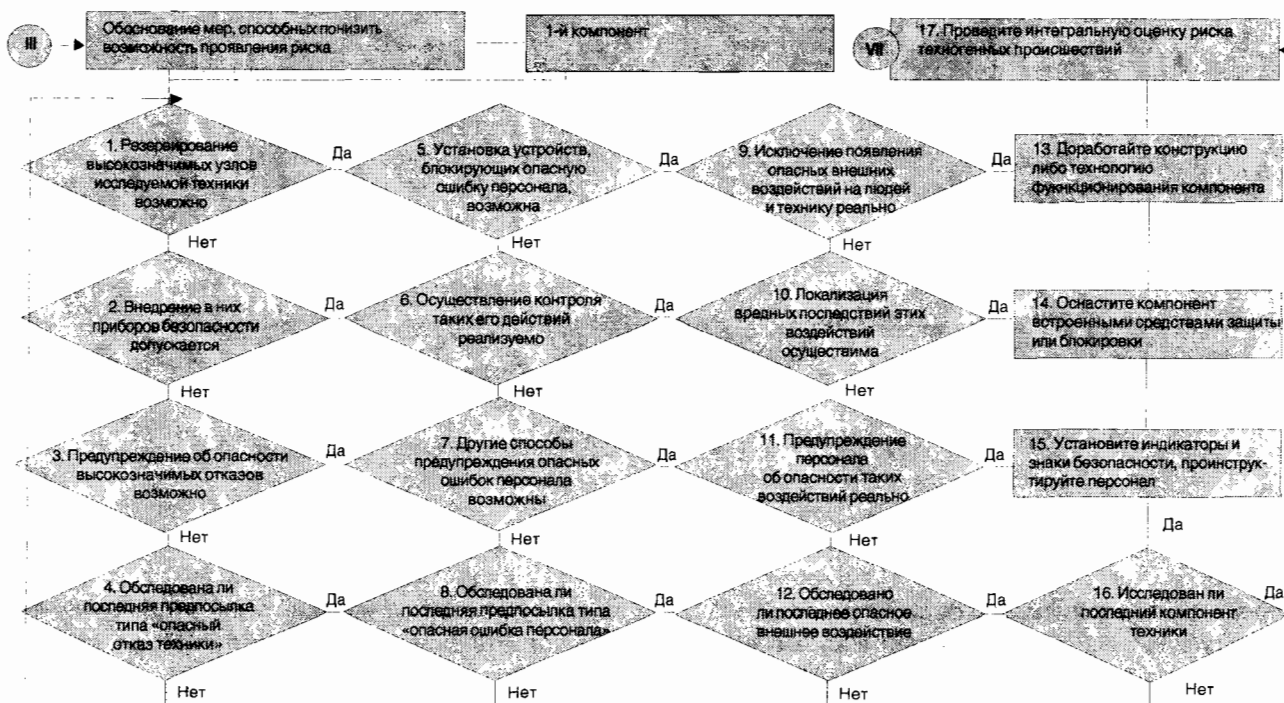


Рис. 4. Проверка результативности реально возможных способов предупреждения риска

аварийного выброса, например, в форме детонации конденсированного взрывчатого вещества или дефлаграции аварийно образовавшейся топливоздушной смеси; на рис. 5 она не отражена, хотя и учитывается ниже.

1–2. Для идентификации и оценивания рассматриваемых здесь сценариев и объектов причинения

ущерба целесообразно привлекать метод индукции и статистические данные об известных техногенных происшествиях. При отсутствии достоверных данных меру возможности и величину аварийно высвободившегося энергозапаса следует определять экспертным оцениванием, а полученные при этом результаты – выразить в форме

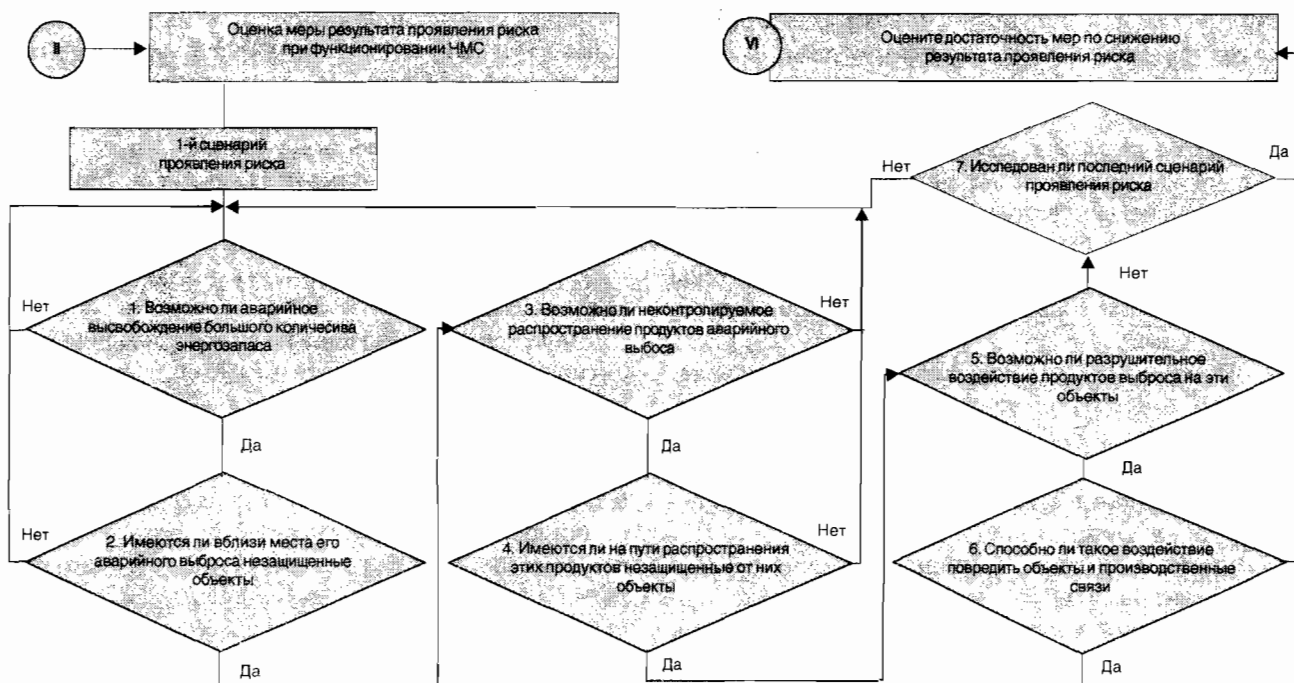


Рис. 5. Оценка меры результата проявления техногенного риска

лингвистических переменных или числовых величин из табл. 1. Как показывает опыт, утвердительный ответ на поставленные здесь вопросы будет иметь место при всех крупных авариях с энергоемким технологическим оборудованием и скоростными транспортными средствами.

3–4. Определение способов и путей распространения аварийно высвободившихся потоков энергии либо вредного вещества следует проводить аналогично предыдущей стадии. При этом оказывается, что наиболее вероятными способами и продуктами неконтролируемого распространения и превращения, например, энергии взрывопожароопасных или других вредных веществ являются:

- при утечках горючих веществ – их вскипание/испарение с последующим рассеянием или воспламенением образуемых при этом топливоздушных смесей;
- при детонации таких смесей либо взрывчатого вещества – фугасный, тепловой и осколочный поражающие факторы;
- при пожарах и коротких замыканиях в электросетях – термический, токсичный и электромагнитный опасные и вредные факторы.

5–6. Оценку результата поглощения незащищенными объектами первичных и вторичных поражающих факторов аварийного выброса следует осуществлять с помощью экспертных суждений. Необходимыми для этого исходными данными должны служить максимальные значения параметров всех таких факторов в конкретных точках зоны возможного поражения, полученные на предыдущей стадии, а также характе-

ристики защищенности и стойкости оказавшихся там объектов из состава людских, материальных и природных ресурсов. Совместное использование этих сведений позволит оценить не только способ или форму ожидаемого разрушительного эффекта (уничтожение, повреждение, снижение эффективности), но и меру возможности и время (до) его проявления в конкретной ЧМС.

При определении ущерба от нарушения/повреждения производственных связей нужно учитывать, например, следующие их составляющие и обусловившие факторы:

- материальный ущерб – обязательства перед потребителями производимой продукции и штрафные выплаты за ее недопоставку;
- ущерб людским ресурсам – компенсация за гибель и ухудшение здоровья персонала ЧМС и населения, затраты на их реабилитацию после воздействия опасных и вредных факторов.

Для редко встречающихся происшествий мера возможности причинения такого (косвенного) ущерба будет определяться частотой возникновения, а с ростом их повторяемости – понижаться из-за постепенной адаптации хозяйственной системы (дублирования ненадежных связей и создания резервных источников ресурса).

Оценка достаточности мер по снижению результата проявления риска. Этот (шестой) этап рекомендуется осуществлять по блок-схеме, изображенной на рис. 6:

- двигаясь по прямоугольникам и ромбам сверху вниз либо слева направо;
- отвечая на имеющиеся там вопросы;

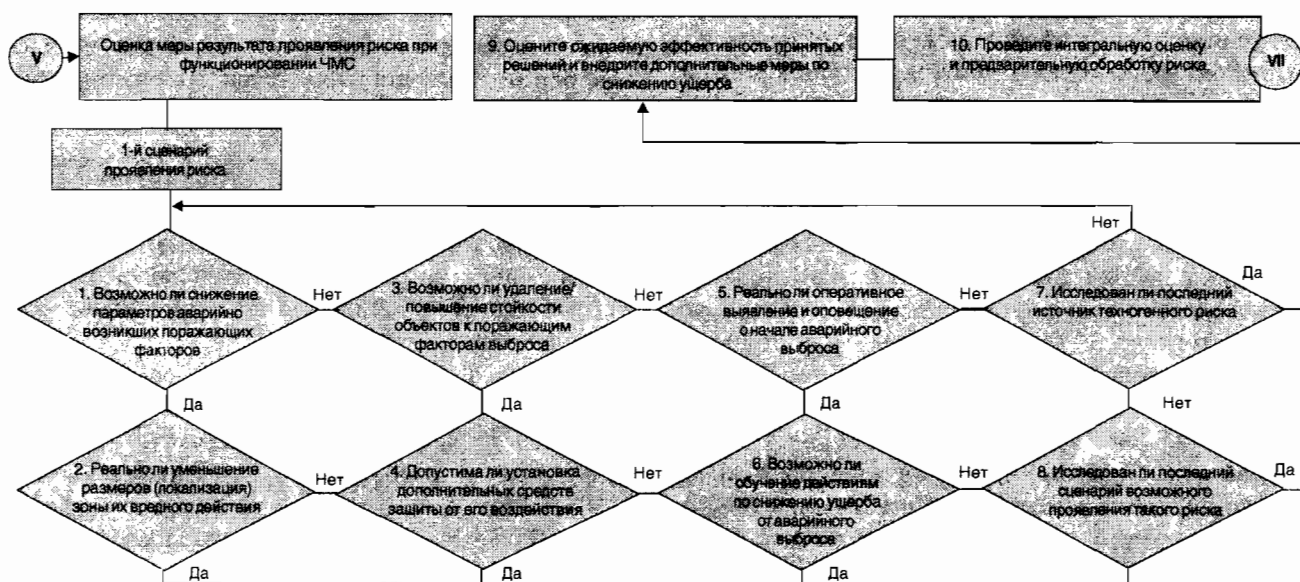


Рис. 6. Блок-схема оценки способов снижения результата проявления риска

- оценивая эффективность уже реализованных в ЧМС решений по снижению риска;
- предлагая новые решения с учетом ожидаемой от них результативности.

Как видно из схемы на рис. 6, основной приоритет при разработке дополнительных мероприятий следует уделять:

- снижению потенциала аварийно высвободившегося энергозапаса и размеров зон поражения, образуемых его превращением и распространением в новой среде;
- увеличению стойкости оказавшихся там объектов к воздействию соответствующих опасных факторов;
- своевременному выявлению и оповещению людей об их возникновении;
- заблаговременной подготовке персонала ЧМС к действиям по снижению негативных последствий возможных техногенных происшествий.

1–2. Ограничение количества аварийно высвобождающейся энергии рекомендуется обеспечивать, например, оснащением производственного оборудования тормозными, демпфирующими и энергопоглощающими устройствами, а ограничение объема утечки обрабатываемых в нем газообразных и жидких горючих веществ – запорно-отсечной арматурой, реагирующей на изменение внутреннего давления; исключение образования топливовоздушных смесей взрывопожарной концентрации – интенсивным проветриванием или заполнением инертным газом замкнутых объемов; ликвидацию очагов воспламенения – использованием автоматических систем пожаротушения. Уменьшение и локализация зон поражающего действия достигаются ограждением как их, так и расположенных вблизи людей, а электрического потенциала – изоляцией токоведущих частей, заземлением и занулением нетоковедущих металлических конструкций технологического оборудования.

3–4. Исходя из невозможности существенного повышения стойкости потенциально повреждаемых объектов, главный акцент при реализации мероприятий этой группы следует делать на их оснащение средствами защиты от первичных и вторичных поражающих факторов техногенного происшествия при условии непрерывного или периодического контроля их исправности и готовности к применению по назначению. При создании нового и доработке существующего производственного оборудования проектирование его узлов и выбор конструкционных материалов должны осуществляться с учетом стойкости к тем опасным факторам, которые могут возник-

нуть в случае аварии как в ЧМС, так и на соседних объектах.

5–6. Мероприятия оперативного реагирования на возможные аварийные ситуации должны быть направлены (по приоритету):

- на предупреждение эскалации таких ситуаций и ограничение зоны действия сопутствующих им опасных факторов;
- повышение осведомленности и подготовленности персонала ЧМС к их возникновению;
- своевременное оповещение людей о начале аварии;
- их эвакуацию из зон вероятного поражения и организацию доврачебной медицинской помощи пострадавшим;
- создание нештатных формирований для ведения возможных аварийно-спасательных работ;
- заблаговременное теоретическое обучение и практическую отработку соответствующих действий в подобных условиях.

Интегрирование и представление результатов качественного анализа риска

Как представляется, предложенная выше (упрощенная) процедура анализа техногенного риска с использованием качественных показателей возможности и результата его проявления должна служить подготовительным этапом к их уточненному количественному прогнозированию и регулированию на основе более сложных моделей и современных методов исследования опасных процессов в техносфере [1]. При этом, в отличие от оценки риска с помощью вероятностных показателей, рассматриваемый здесь (детерминистский) подход позволяет оперировать лишь зонами достоверного (по мнению экспертов) поражения разных объектов и представлять такие зоны в виде круга или шара.

Подобный способ интегрирования и представления результатов проиллюстрирован на рис. 7, применительно к принятию решения относительно приемлемости всех показателей риска, оцененных до и после реализации дополнительных мероприятий по их улучшению.

Как видно из графика на рис. 7, в данном случае оперируют значениями трех показателей, характеризующих меру возможности (частоту) и меру результата (размеры ущерба, время до) проявления источника риска рекомендованным табл. 1 способом. Более того, соответствующее фазовое пространство здесь поделено на три сегмента:

- область приемлемых оценок риска, расположенная вблизи начала координат;

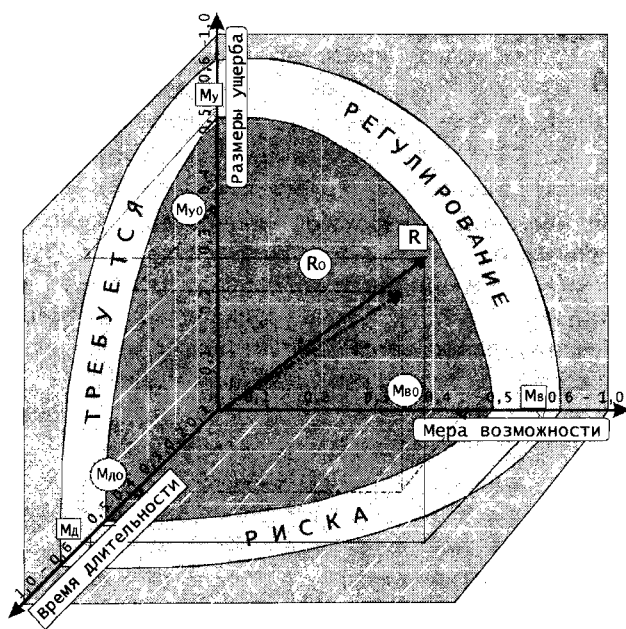


Рис. 7. Критерии оценки приемлемости техногенного риска

- сегмент, требующий регулирования техногенного риска и простирающийся от оценок 0,5 («неопределенно возможно», «выше среднего», «неопределенно быстро») до 0,6 («практически возможно», «серьезно», «быстро»);
- область неприемлемого риска, расположенная вдали от начала координат и определяемая превышающими последние три значения оценка-

Список литературы

1. Белов П.Г. Методологические основы менеджмента техногенного риска / П.Г. Белов. – Безопасность в техносфере. – 2006. – № 1. – С. 10–14; № 2. – С. 5–9.
2. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере / П.Г. Белов. – М.: Издательский центр «Академия», 2003 – 512 с.
3. ГОСТ Р 27.310–93. Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения.

SAFETY-2007

2-я Международная конференция «Безопасностью Технологии. Управление» Молодежный форум «Инновационные проекты по экологической и промышленной безопасности» состоится 25–27 апреля в г. Тольятти

В рамках конференции состоится молодежный форум «Инновационные проекты по экологической и промышленной безопасности».

Основные направления конференции и форума:

- экологическая безопасность;
- технологии;
- охрана труда;
- безопасность в чрезвычайных и аварийных ситуациях;
- правовые и социально-экономические аспекты безопасности;
- управление;
- промышленная безопасность;
- проблемы виброакустики транспортных средств и энергетических установок.

Сроки представления материалов для участников конференции и форума:

1. Заявки на участие и полный текст докладов: 1 февраля 2007 г.
2. Научные проекты: 1 февраля 2007 г.
3. Рассылка персональных приглашений оргкомитета, программы конференции и молодежного форума будет осуществляться 1 марта 2007 г. после подтверждения об участии в работе конференции и молодежного форума.

Телефоны для контактов по вопросам конференции:
(8482) 53-92-36 – Горина Лариса Николаевна;
(8482) 53-91-53, 53-92-06 – Ульянова Вера Евгеньевна.

ми меры возможности и меры результата проявления того риска, который сопутствует функционированию конкретной ЧМС.

На рис. 7 показано также векторное изображение интегрального техногенного риска в виде двух его значений:

R – до регулирования путем внедрения совокупности мероприятий, направленных на изменение мер возможности M_B , ущерба (тяжести) M_Y , длительности времени до проявления M_D ;

R_0 – риск, оставшийся после реализации конкретных организационно-технических мероприятий по их улучшению.

* * *

Как представляется автору, внедрение в практику рассмотренного здесь подхода, основанного:

- на единой (энергоэнтропийной) концепции объективно существующих опасностей;
 - универсальных мерах возможности и результата их проявления;
 - однотипных шкалах представления и измерения риска;
 - трехсегментном пространстве соответствующих параметров (допустимые, требующие регулирования, неприемлемые);
 - векторном представлении их изменения,
- повысит эффективность анализа техногенного риска и использования полученных при этом результатов в интересах совершенствования его менеджмента.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ РИСКАМИ

Е.А. Яйли,

директор филиала Российского государственного гидрометеорологического университета (РГГМУ), доцент, к.г.н.,

г. Туапсе,

А.А. Музалевский,

Северо-Западный государственный заочный технический университет (СЗТУ),

главный научный сотрудник НИС РГГМУ, профессор, д.т.н.,

г. Санкт-Петербург

Рассмотрены и проанализированы взгляды на системный подход к управлению рисками. Представлены методы повышения эффективности систем управления риском в рамках общепринятых и новых схем.

При применении к проблеме управления рисками метода, который может быть истолкован как системный подход, пока нет единства мнений относительно того, что должно быть положено в качестве исходных принципов. Это обусловлено, в частности, тем, что задача многомерна и приоритеты динамичны, т.е. непрерывно меняются. Есть специалисты, считающие, что надо придерживаться «стратегии нормальных аварий», а есть специалисты, считающие, что основой должна служить «стратегия реагирования на изменения свойств системы». Есть еще «стратегия гарантированной надежности», а также «стратегия с идеальным мониторингом» [1, 4].

Выбор есть, но он не так прост, и на практике приходится пользоваться либо модификациями этих стратегий, либо их комбинациями, либо создавать нечто другое, подходящее для решения каждой конкретной задачи.

Главной целью настоящей работы являлась разработка схем системного подхода к управлению рисками, идеологии и основных элементов такого подхода.

Рассмотрим системный подход на примере экологического риска.

Существует несколько определений экологического риска. В США, например, экологический риск двухкомпонентный и включает в себя вероятность возникновения нежелательного события экологического характера, а также возможные ущербы от этого события. Последнему приписывают магнитуду (уровень). Таким образом, риск

определяется как произведение вероятности события на его магнитуду. Такое определение имеет право на жизнь, однако при этом определении имеются серьезные разночтения в оценке возможного ущерба [5].

В методологическом плане *экологический риск – это риск нарушения динамического равновесия в экологических системах, который приводит к изменению параметров, характеристик их абиотических и биотических составляющих в результате природных процессов или техногенной деятельности и перестройки экосистемы в состоянии с новыми свойствами.*

Понятие риска для экологических систем связано с источниками внутреннего и внешнего воздействия, часть из которых непосредственно связана с хозяйственной деятельностью человека. Для динамических процессов, происходящих в экосистемах, критерии экологического риска адекватны оценке степени отклонения реализуемой или ожидаемой траектории эволюции от оптимальной, т.е. такой, при которой вред, нанесенный окружающей среде, равен нулю или сведен к минимуму.

Сопоставление и сравнение расхождения траекторий имеет множество интерпретаций, но по своему смыслу именно это отклонение может быть принято в качестве меры экологического риска, если речь идет о динамической постановке задачи. Нетрудно видеть, что в такой интерпретации мера экологического риска выступает как составляющая,

входящая в состав комплексного показателя, характеризующего в целом качество компонентов природной среды.

Такое определение риска может быть формализовано и оценено количественно [2, 12]. Оно отличается от определения, приведенного выше и принятого в США.

Задача идентификации, оценки и управления экологическим риском требует поиска ответов на следующие вопросы:

- что может быть нарушено в экосистеме?
- какова вероятность появления этого нарушения?
- каковы показатели этого нарушения?
- какова степень этого нарушения для природной среды и для человека?
- каковы последствия для природной среды и человека?

Тот факт, что экологический риск своим происхождением связан в основном с антропогенной деятельностью, означает, что в генезисе экологического риска изначально заложена его корреляция с другими видами риска [2].

Общий взгляд на проблему управления экологическим риском

Традиционно процесс управления риском основывался на использовании командно-административных методов, которые часто требовали соблюдения природоохранных стандартов за счет применения специальных технологий, а непосредственно управление было сфокусировано на осуществлении контроля за отдельными источниками опасности и загрязнений и тем воздействием, которое они оказывают на человека и природу [1, 3–5, 13–15].

Наряду с этим достаточно активно разрабатывались и другие методы управления рисками в сложных системах, а самым сложным системам уделялось повышенное внимание [6, 7]. К таким сложным природно-социальным системам относятся в первую очередь урбанизированные экосистемы – человеческие поселения, промышленные и береговые зоны и т.д.

Экологические риски в сложных системах растут, так как процессы урбанизации набирают силу. Соответственно этому возрастает потребность в разработке новых и совершенствовании известных методов оценки и управления экологическими рисками.

Сам термин «управление» тесно связан с контролем и возможностью влияния на события, феномены или процессы. В проблеме управления можно выделить по крайней мере три основных компонента [15]:

- объект, система, процесс, явление, феномен, которыми мы желаем управлять;
- человек или группа людей, которые желают либо должны управлять;
- набор методов, средств, приемов, способов, структур, схем, систем, с помощью которых мы, воздействуя на то, чем управляем, реализуем контроль и достигаем поставленных целей.

Одним из возможных инструментов реализации последнего компонента является методология применения системного подхода, использующая инструмент риска.

Детальный анализ публикаций, посвященных этой проблеме, показывает, что универсальных методов оценки и управления риском пока не разработано. То, что разработано, как правило, относится к частным задачам и применимо для конкретных ситуаций. Однако некоторые из методов управления риском могут быть применены к достаточно большому кругу задач. К этим методам можно отнести статистический метод Бернулли и метод Колумба. Метод Колумба можно назвать *методом выделения главного риска*. Для целей, связанных с проблемой обеспечения экологической безопасности, метод Колумба может быть рекомендован в том случае, когда речь идет о явных, хорошо известных экологических рисках, которые мы хотим устранить или хотя бы уменьшить [15].

В качестве набора методов, средств, способов, приемов и т.д., с помощью которых можно воздействовать на уровень риска, выделим следующие:

- организационные;
- технические;
- технологические;
- экономические;
- командно-административные;
- информационные;
- интеллектуальные.

Ни один из этих методов, взятый в отдельности, проблему управления риском не решает.

Взгляды на проблему управления в широком смысле этого слова весьма различны. Можно выделить **две точки зрения**.

1. Управление как функция. Управление – это элемент или функция организационных систем различной природы, обеспечивающая сохранение их определенной структуры, поддержание режима деятельности, реализацию программы, цели деятельности. В этом определении ключевое слово – функция. Восприятие управления как функции – это классический пример субъективного подхода. Субъективный подход часто не работает, даже в экономике, для которой он был предназначен.

2. Управление как процесс. Управление, понимаемое как процесс, – одна из наиболее распространенных точек зрения. В качестве примера приведем два определения:

А) управление риском есть процесс идентификации, оценки, отбора и реализации совокупности действий, направленных на снижение риска причинения вреда здоровью человека и окружающей среде;

Б) сущность управления риском заключается в деятельности различного уровня органов управления, действующих в области риска и обеспечивающих информационно-аналитическую поддержку принятия решений.

Практическое понимание проблемы управления риском

Практическое понимание проблемы управления риском носит сегодня, и не только в России, «отраслевой» и иерархический характер. Каждое министерство или ведомство по своему понимает эту проблему и старается выработать соответствующие нормативные документы регулирующего характера. В настоящее время в России такими разработками занимаются в первую очередь МПР и МЧС. Между этими структурами, как правило, отсутствует согласование и стремление к совместному решению проблем.

В некотором смысле МЧС можно рассматривать как координирующую организацию. Однако на практике это не так. Центр тяжести зоны ответственности МЧС лежит на ликвидации последствий аварий и катастроф, т.е. на этапе, когда уже все случилось. Справедливости ради надо отметить, что все больше укрепляется мнение, что МЧС должно заниматься и другими этапами, т.е. предсказанием, прогнозом и предупреждением возможных ЧС. И соответствующие шаги в этом направлении уже сделаны.

Таким образом, практическое понимание проблемы управления риском также весьма разнородно. Нетрудно видеть, что формулировки А и Б носят общий характер и не дают практических путей управления риском. Однако на их основе можно сформулировать цель управления риском: *«Целью управления риском является поиск и принятие научно обоснованных, экономически эффективных, интегрированных мер, призванных снизить, предотвратить или минимизировать риск с учетом социальных, культурных, этических, национальных, политических и правовых особенностей».*

Задача управления риском на практике требует выявления и предварительной проработки от-

дельных ее частей (элементов) всей схемы управления, объединенных общей целью. Важным этапом такой работы является определение числа этих основных элементов общей схемы, их функционального назначения, связей между ними, как прямых, так и обратных, и способов их построения. Иначе говоря, на практике задача управления экологическим риском тесно связана с этапом подготовки принятия решений, т.е. с понятием планирования деятельности.

Системный подход к управлению экологическим риском

Основоположником теории систем и нового системного подхода является русский ученый А. Богданов, сформулировавший в 1904 г. научное понятие системы и базовые принципы системного подхода. Его идеи были развиты Л. фон Берталанфи. В настоящее время усилиями У. Матураны, Ф. Варелы и многих других ученых понимание системы и механизмов ее функционирования заметно обогатилось. Появилась новая научная парадигма, в основе которой лежит системное мышление и системный подход, который можно назвать коэволюционным.

Существует достаточно много определений системы, но вряд ли можно привести то, которое удовлетворило бы представителей всех областей знания. Однако большинство сходится в том, что *система – это нечто, функционирующее как целое и обладающее свойствами, отсутствующими у ее отдельных частей.* Введение в науку понятия системы в такой формулировке привело к появлению методов исследования, известных как системный анализ, системный подход и др. Это обстоятельство привело к заметному расширению арсенала и масштабов применения технологий управления риском и вывело эти технологии за рамки только регулирующих решений.

Системные подходы в их традиционном понимании не привели к созданию формальной математической теории, но выработали определенную форму мышления, язык, новые понятия. Вместо формальной теории систем появился ряд успешных системных моделей [6, 7, 12, 15].

Определение «системного подхода» как научного метода исследования объекта, явления, процесса либо той или иной проблемы неоднозначно.

В некоторых случаях под системным подходом понимается определенная последовательность в организации нашего мышления при рассмотрении конкретной задачи, структурированная в мысленную конструкцию, называемую системой.

Часто под системным подходом понимают метод, в котором объект рассмотрения моделируется как система. При этом способ рассмотрения этой системы не детализируется. Его корректнее назвать «системным анализом» или, точнее, «анализом систем», т.е., строго говоря, анализ систем не есть системный подход.

Схемы системного подхода активно разрабатываются и уже действуют в ряде стран.

Рассмотрим вариант такой схемы, разработанной группой московских ученых под руководством профессора С.Г. Харченко, модернизированный и дополненный авторами статьи [8–12].

Первое требование к такой схеме – это простота и компактность.

Второе – гибкость и универсальность, что позволит применять ее в самых разнообразных ситуациях.

Третье – наличие возможности применения широкого спектра мероприятий, видов и объемов привлекаемых средств и ресурсов. Последние могут варьироваться в зависимости от степени важности проблемы и возможных экономических последствий наступления опасной ситуации.

Четвертое – согласование с системами принятия решений в соответствии с уровнем их ответственности.

Представим схему в виде ряда последовательных шагов, например:

- *шаг первый* – целеполагание, т.е. четкая формулировка цели;
- *шаг второй* – анализ источников экологической опасности и связанных с ними рисков;
- *шаг третий* – исследование возможных методов и подходов по снижению уровня существующей и потенциальной опасности;
- *шаг четвертый* – планирование мероприятий и принятие решения о реализации того или иного мероприятия;
- *шаг пятый* – первая проба реализации принятого решения;
- *шаг шестой* – осмысление и оценка полученных результатов, принятие решения о целесообразности повторения применения спланированных мероприятий.

Эти шесть шагов можно рассматривать как своего рода программу, к которой необходимо добавить два важных момента: возможность привлечения заинтересованных сторон и повторение необходимых шагов в случае появления новых данных, меняющих саму схему управления риском или ставящих под сомнение процесс управления в целом. Этот пункт говорит о том, что в процесс управления рисками в условиях множественности

источников риска необходимо включить как обязательный элемент итерирования (метод последовательных приближений) [9].

Итерирование необходимо потому, что новая ценная информация может появиться на любой стадии процесса управления рисками. Представленная выше возможная схема управления риском позволяет неоднократно повторить любой шаг программы (алгоритма) при появлении новых данных, ставящих под сомнение сделанные ранее выводы, что обуславливает гибкость управленческого процесса и открывает возможность рассмотрения каждой конкретной ситуации в широком контексте ее окружения.

Требования к данным, поступающим в систему управления, изложены в [12–14, 15].

В предлагаемой схеме каждый шаг представляет собой довольно сложную структурную и смысловую конструкцию и может включать в себя множество элементов. Укрупненный фрагмент такого системного подхода представлен графически на рис. 1.

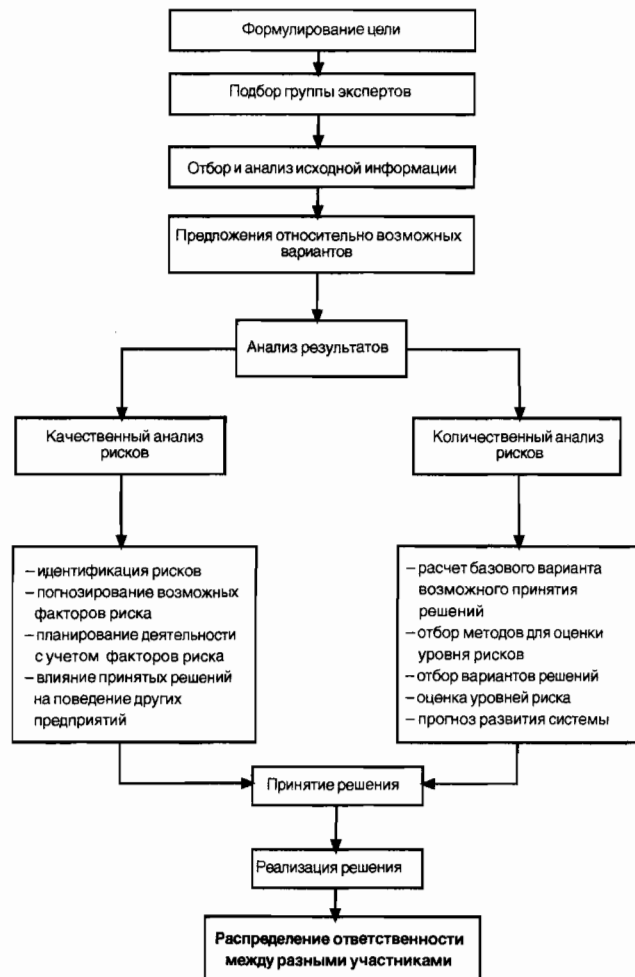


Рис. 1. Основной фрагмент возможной модели системного подхода к анализу и управлению риском

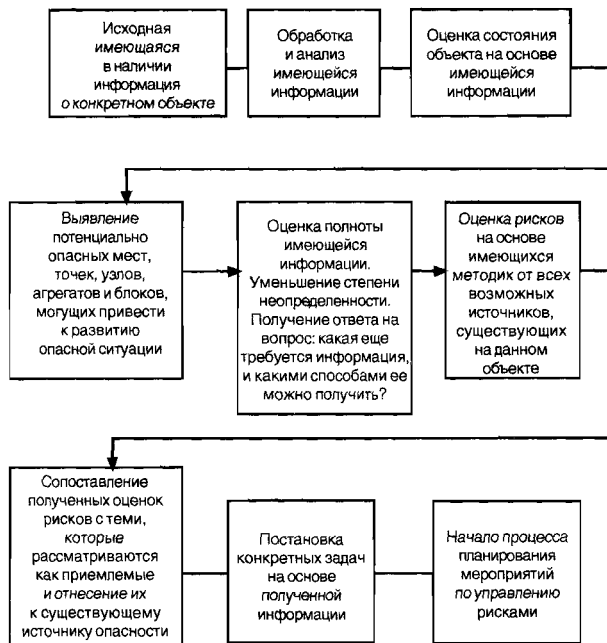


Рис. 2. Вариант системного подхода как предварительный этап (планирование) на пути решения задачи управления риском

Другой фрагмент, связанный с предварительной оценкой ситуации, планированием, совмещенным с управлением, изображен в схеме на рис. 2.

В некоторых случаях разработки по процедуре планирования мероприятий по снижению экологических рисков представляются (как, например, в США) в виде методических рекомендаций, которые представляют собой набор отдельных предложений, выстроенных в порядке их исполнения.

Дополнение к определению экологического риска

Оставляя за риском смысл вероятности возникновения нежелательного события экологического характера и связанные с этим событием возможные потери (ущерб), попробуем взглянуть на риск несколько иначе с точки зрения нового подхода. Рассмотрим схему на рис. 3.

Здесь риск имеет также интегральный характер, но не статический, а динамический, и его анализ и оценка должны проводиться в этом новом

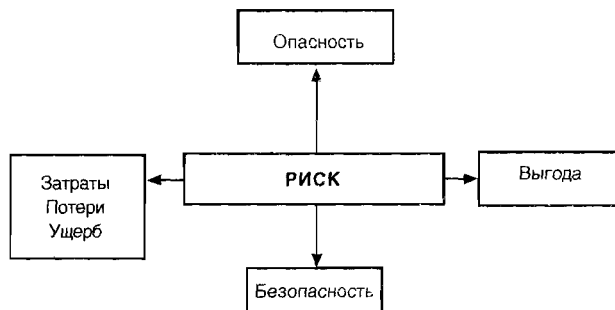


Рис. 3

поле отношений. В схеме на рис. 3 риск выступает как мера связи и оценки в четырех компонентах. Чтобы оценить риск, необходимо в этом «четырёхмерном» пространстве построить соответствующую конфигурацию отношений между всеми участниками процесса идентификации и оценки риска и использовать новые методы управления риском.

Рассмотрим кратко некоторые методы, которые могут быть привлечены при системном подходе для управления рисками в его новом толковании [12, 15, 16].

- **Управление и оценка риска на основе феноменологического метода.** Метод базируется на определении возможности или невозможности протекания аварийных процессов, исходя из известных законов природы. Этот метод наиболее прост в применении, если только достаточно надежно определяется состояние компонентов. Он мало пригоден для разветвленных процессов.

- **Управление риском с использованием детерминистского метода.** Предусматривает анализ последовательности этапов развития аварий, начиная от исходного события через последовательность предполагаемых стадий отказов до установившегося конечного состояния системы. Детерминистический подход обеспечивает наглядность и психологическую приемлемость, так как дает возможность выявить основные факторы, влияющие на ход процесса. Недостатком метода является возможность упустить из вида важные звенья цепочки. Сам метод связан с дорогостоящими исследованиями, что может просто сделать его неприемлемым.

- **Оценка и управление вероятностными методами.** Метод содержит как оценку вероятности возникновения нежелательного события, так и расчет вероятности развития события по другому сценарию. Метод более прост по сравнению с детерминистским и находит широкое применение на практике. Основные ограничения метода связаны с невозможностью применения теории вероятности в том случае, когда не хватает статистических данных.

- **Управление и оценка риска путем построения дерева событий.** Метод представляет собой графический способ прослеживания отдельных возможных инцидентов с оценкой вероятности как каждого отдельного инцидента, так и суммарной вероятности главного события. Ценность этого метода состоит в том, что он позволяет уже на начальном этапе выявить последовательность тех событий, которые влияют на главное событие, и тем самым определить возможные последствия каждого из исходных событий.

■ **Оценка и управление риском с применением метода «события – последствия».** Это, по существу, тот же метод дерева событий, но только без использования графического изображения цепочек событий и оценки вероятности каждого события. В рамках этого метода формулируются следующие четыре положения:

- 1) назначение элемента;
- 2) возможные отклонения;
- 3) причины отклонений;
- 4) последствия отклонений.

Таким образом, этот метод применяется в пошаговом исполнении.

■ **Управление, основанное на применении «индексов опасности» или «индексов качества».** Метод можно охарактеризовать как интегральный, т.е. метод, в котором детали процесса во внимание не принимаются. Основная идея, заложенная в этом подходе, состоит в том, чтобы оценить риск и построить на этих данных схему управления риском, применяя некоторые числовые значения индексов степени опасности или отклонения от качества рассматриваемой конкретной технической, природной или социальной системы. Существуют разные мнения, как это можно сделать. Один из таких вариантов разработан одним из авторов настоящей статьи и подробно представлен в его публикациях (см. список литературы).

■ **Управление на основе критериального метода.** Этот метод управления риском чаще всего ассоциируют с основным критерием, роль которого выполняет ожидаемая продолжительность жизни (ОПЖ) отдельного человека. В этом методе принимаются во внимание два основных типа воздействия на состояние здоровья человека:

- 1) экологическое;
- 2) техногенное.

Первое определяется на основе ПДК и ПДУ, а второе – на основе ПДВ и ПДС.

Критериальный метод подвергается наибольшей критике, точнее не сам метод, а база для отчета, в качестве которой используются ПДУ (ПДК) и их производные.

Несмотря на наличие недостатков специалисты не отвергают этот метод. Однако база для отчета должна быть выбрана другая. Наиболее перспективным в этом отношении является переход к базе для отчета на основе понятия «приемлемого уровня риска».

■ **Управление на основе метода анализа полного риска.** В этом методе устанавливается уровень полного риска и соответственно с этим – критерий управления, который устанавливается на различных уровнях по-разному:

1) для уровня государственного управления – как критерий, определяющий средние затраты на поддержание безопасности;

2) для регионального уровня – как критерий, определяющий оптимальные затраты;

3) для уровня территорий – как критерий, определяющий приемлемую меру воздействия на население территорий;

4) для отдельного объекта – как непосредственный допустимый уровень воздействия этих объектов.

На основе этих критериев должны определяться затраты на «предотвращение» нежелательного развития событий и затраты на «компенсацию» – плата за ущерб в различной форме, включая страхование, плата за трансграничный перенос и т.д.

■ **Управление методом составления карт риска.** Карты риска как важный элемент системы управления риском широко применяются в разных странах, особенно в европейских.

■ **Методы информационного управления риском.** Информация как инструмент управления находит все более широкое распространение во всем мире. Применение информации как инструмента управления в контексте системного подхода подробно обсуждается в монографии авторов [16].

■ **Методы оценки и управления, основанные на оценке факторов риска с позиций их значимости.** По сути, это метод экспертных оценок со всеми присущими ему недостатками.

■ **Оценка и управление риском на основе метода «снятия» неопределенностей.** Название метода нельзя считать общепринятым. Это метод многократного переосмысления с разных позиций и разными специалистами исходной информации об объекте нашего внимания и воздействия на этот объект в целях управления рисками, которыми он подвержен, с точки зрения разных наук и дисциплин. Метод дает неплохие результаты при его правильном применении.

■ **Оценка и управление на основе новейших методов, например методов синергетики (методы нелинейной динамики).** Здесь следует упомянуть о методе «джокеров» и «русел» (см. список литературы).

Приведенные методы оценки и управления должны реализоваться в практике управления экологическим риском.

Путь «отраслевого» и «фрагментарного» подхода к проблеме управления рисками, в том числе экологическими, имеет серьезные ограничения и недостатки, но пока ему серьезной альтернативы

не видно. Заставить предпринимателей, бизнесменов и тем более крупные фирмы уговорами исполнять принятые природоохранные законы никому еще не удавалось, даже на так называемом «цивилизованном Западе». Кроме того, как показано выше, не все возможности метода исчерпаны.

Дальнейшее его совершенствование лежит в плоскости генерации новых идей для применения новых информационных технологий, а также в повышении эффективности за счет перестройки организационной структуры и переосмысления взаимосвязей и взаимоотношений между системой управления и объектами управления.

Второй путь можно рассматривать как формулировку еще одного возможного варианта системного подхода в новом толковании с привлечением новых интеллектуальных, информационных и технологических принципов, работоспособных в существующих экономических и правовых условиях,

в которых командно-административные и технические методы управления либо неприемлемы, либо малоэффективны.

Рассмотренная методология системного мышления и системного подхода к управлению рисками, которую можно интерпретировать как новую область знания, может быть рекомендована к применению на практике.

Эта методология сохраняет преемственность со «старыми» известными схемами и предполагает активное использование уже имеющихся наработок по оценкам и управлению рисками.

Такое понимание уже имеющегося материала поможет обеспечить жизнеспособность системного подхода в управлении экологическими рисками.

Основные идеи и отдельные рекомендации нового метода уже нашли применение в органах управления природоохранной политикой в Туапсинском районе Краснодарского края.

Список литературы

1. Управление риском. Риск, устойчивое развитие, синергетика / под ред. Г.Г. Малинецкого. – М.: Наука, 2000. – 432 с.
2. *Музалевский А.А.* Экологический риск / А.А. Музалевский, О.Г. Воробьев, А.И. Потапов. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2001. – 110 с.
3. *Воробьев Ю.Л.* Основы формирования и реализации государственной политики в области снижения рисков чрезвычайных ситуаций / Ю.Л. Воробьев. – М.: Деловой экспресс, 2000. – 247 с.
4. Безопасность России. В 20 т. – М.: МГФ «Знание». 1999.
5. *Ваганов П.А.* Экологические риски / П.А. Ваганов, М.С. Им. – СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2001. – 152 с.
6. *Чернавский Д.С.* Синергетика и информация. Динамическая теория информации / Д.С. Чернавский. – М.: Наука, 2001. – 245 с.
7. *Хакен Г.* Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам / Г. Хакен, пер. с англ. Ю.А. Данилова. – М.: Мир, 1991. – 239 с.
8. *Яйли Е.А.* О возможности построения универсальной схемы управления риском / Е.А. Яйли // Международные научные чтения «Белые ночи-2004». Риски в современном мире: идентификация и защита: материалы VIII Международных чтений. – СПб., 2004. – С. 155–157.
9. *Яйли Е.А.* Итерирование как элемент управления риском при эксплуатации рекреационных зон / Е.А. Яйли // Международные научные чтения «Белые ночи-2004». Риски в современном мире: идентификация и защита: материалы VIII Международных чтений. – СПб., 2004. – С. 153–155.
10. *Яйли Е.А.* Методология системного подхода в проблеме управления рисками в контексте перспективы введения в законодательство РФ института береговых зон / Е.А. Яйли // Материалы итоговой сессии ученого совета. – СПб.: РГГМУ, 2005. – С. 173–175.
11. *Яйли Е.А.* Обеспечение устойчивого функционирования объектов инфраструктуры прибрежных зон, являющихся источниками техногенного риска / Е.А. Яйли // Материалы Международной научной конференции «Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон». – СПб.: РГГМУ, 2005. – С. 62–65.
12. *Музалевский А.А.* Новые подходы к решению проблемы обеспечения экологической безопасности окружающей среды на основе новой экологической парадигмы. 3-я Евразийская конференция по транспорту / А.А. Музалевский // Пути решения экологических проблем транспортных коридоров. – СПб., 2003. – С. 301–330.
13. *Потапов А.И.* Мониторинг, контроль, управление качеством окружающей среды: справочное пособие. В 3 ч. Часть 1. Мониторинг окружающей среды / А.И. Потапов, В.Н. Воробьев, Л.Н. Карлин, А.А. Музалевский. – СПб.: РГГМУ, 2002. – 432 с.
14. *Потапов А.И.* Мониторинг, контроль, управление качеством окружающей среды: справочное пособие. В 3 ч. Часть 2. Экологический контроль / А.И. Потапов, В.Н. Воробьев, Л.Н. Карлин, А.А. Музалевский. – СПб.: РГГМУ, 2004. – 288 с.
15. *Потапов А.И.* Мониторинг, контроль, управление качеством окружающей среды: справочное пособие. В 3 ч. Часть 3. Оценка и управление качеством окружающей среды / А.И. Потапов, В.Н. Воробьев, Л.Н. Карлин, А.А. Музалевский. – СПб.: РГГМУ, 2005. – 598 с.
16. *Яйли Е.А.* Риск: анализ, оценка и управление / Е.А. Яйли, А.А. Музалевский. – СПб.: РГГМУ, 2005. – 226 с.

МЕТОДОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЗДОРОВЬЯ

А.Г. Федорев,

директор, доцент, к.т.н.,

Институт безопасности труда

Начинаем публикацию серии статей, посвященных методологии и процедурам менеджмента риска на основе OHSAS 18001:1999 и серии ISO-14000. Первая серия публикаций посвящена менеджменту производственной безопасности и здоровья.

1. Общие принципы современных систем менеджмента

Управлять можно только тем, что возможно измерить.

Аксиома менеджмента

Исторически создание и развитие современных систем менеджмента (систем управления организационными процессами) связано с системой менеджмента качества (СМК). Принципиально новым моментом в СМК, в отличие от традиционных систем управления качеством, является реализация идеи: «Управление параметрами процесса эффективнее, чем контроль качества результата процесса». В кратком изложении сущность идеи менеджмента качества в современном представлении заключается в том, чтобы найти такое множество измеримых параметров процесса, поддержание которых в заданных пределах гарантирует требуемое качество результата процесса на выходе.

Безусловным преимуществом такого подхода является возможность прогнозирования результата процесса при изменении параметров входов процесса, возмущающих и управляющих воздействий и внедрение необходимых мер управления до появления брака.

С точки зрения теории управления собственно «управлением» в широком смысле этого понятия можно считать процесс, в обязательном порядке включающий в себя некоторую эвристическую деятельность, например синтез алгоритма формирования управляющих воздействий. Этот синтез может быть осуществлен заблаговременно (до начала функционирования системы – программное

управление), частично до начала функционирования, частично в процессе (управление по возмущениям) или полностью в процессе функционирования системы (терминальное управление). В любом из перечисленных случаев то, что обычно кажется «управлением», на самом деле является одним из его этапов – «внедрением» (вводом управляющих воздействий) (рис. 1).

Терминальный метод управления:

- предоставляет системе управления широкую свободу в выборе путей достижения желаемого результата процесса (при соблюдении необходимых ограничений);
- позволяет достигнуть оптимального (квази-оптимального) результата функционирования системы в условиях случайных возмущений (рисков);
- предъявляет более высокие требования к возможностям системы управления (прежде всего, к интеллектуальным ресурсам).

Еще одной общей чертой современных систем менеджмента является стремление к непрерывному улучшению как результата процесса (например, качества продукции или безопасности труда), так

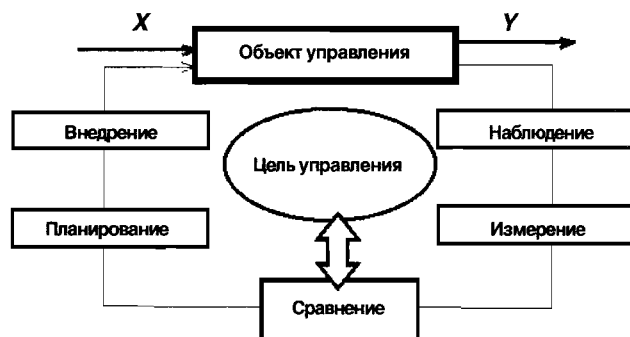


Рис. 1. Процессная модель системы менеджмента (СМ)

Основные элементы систем менеджмента

Система менеджмента	Объект управления	Управляемые параметры	Субъект управления
Система менеджмента качества (СМК)	Производственный (технологический) процесс изготовления продукта труда (товар или услуга)	Параметры процесса, определяющие качество (совокупность свойств) результата процесса	Высшее руководство организации
Система экологического менеджмента (СЭМ)	Условия осуществления производственного процесса, оказывающие воздействие на окружающую среду	Экологические аспекты – элементы деятельности организации, ее продукции или услуг, которые могут взаимодействовать с окружающей средой	
Система менеджмента производственной безопасности и здоровья (СМПБЗ)	Условия осуществления производственного процесса, влияющие на состояние здоровья и безопасность работников и других лиц	Риски, связанные с возможностью нанесения ущерба здоровью или жизни работников, имуществу организации	

и схемы управления этим процессом. Это требование происходит из экономического закона постоянного роста потребностей. Рыночная экономика не терпит застоя ни в чем, ни в ассортименте товара, ни в его качестве, ни в его функциональных возможностях. Таким образом, атмосфера рынка неявным образом присутствует в структуре системы менеджмента (СМ).

В составе любой СМ следует рассматривать следующие основные элементы (табл. 1):

- объект управления – организационная система (например, система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности);
- управляемые параметры – измеримые величины (индикаторы), характеризующие состояние процесса, существенное для целей функционирования системы;
- управляющий субъект – элемент СМ, устанавливающий цель ее создания, внедрения и функционирования – высшее руководство организации;

Таким образом, характерными отличительными чертами всех современных систем менеджмента являются:

1. Принятие решений на основе установленных фактов (т.е. объективной информации, полученной в результате измерения параметров управляемых процессов), а не на основе предшествующего опыта, интуиции или руководящих указаний.

2. Проактивное управление (т.е. управление параметрами процесса в целях недопущения нежелательного результата процесса), а не реактивное (т.е. принятие мер по устранению последствий неадекватного процесса).

3. Терминальное управление (т.е. планирование цели процесса и реализация управления по отклонениям от цели), а не программное (реализация установленных извне требований к содержанию процессов, не связанных с определенной целью каждого процесса).

4. Непрерывное совершенствование процессов и системы управления процессами (т.е. хороший результат процесса важен, но еще важнее – его непрерывное улучшение, так как постоянное улучшение процесса неизбежно приведет и к постоянному улучшению результата).

2. Современные стандарты систем менеджмента производственной безопасности и здоровья

Стандарт – документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг...

Федеральный закон «О техническом регулировании»

2.1. Общие положения

Система управления организацией (общая система менеджмента) независимо от размера организации и сложности видов ее деятельности представляет собой сложный механизм, предназначенный прежде всего для передачи управляющих воздействий от высшего руководства организации (воли руководства) до каждого конечного исполнителя.

Система управления базируется на системе административного менеджмента, представляющей своего рода нервную систему организации. Если в организации не поддерживается система исполнения решений вышестоящих органов управления нижестоящими, то ни о какой СМ речь вообще идти не может.

В отличие от традиционных систем управления организационными процессами, отражающих взгляд на управление одного человека или группы лиц, современные системы менеджмента строятся на основе анализа так называемой «лучшей практики». Содержанием СМК, например, является



повторение приемов обеспечения качества, используемых ведущими мировыми компаниями, добившимися наилучших показателей в этой области. Иными словами, современные системы менеджмента реализуют принцип: «Если желаешь иметь такой же результат, как у меня – делай так, как делаю я».

Строгое соблюдение требований общепризнанных стандартов СМ:

- позволяет с наименьшими затратами (без проведения производственных экспериментов, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ) добиться решения основных проблем в области качества, охраны окружающей среды и обеспечения производственной безопасности;
- обеспечивает взаимную совместимость различных систем менеджмента как внутри самой организации, так и с системами менеджмента партнеров по бизнесу;
- не является препятствием для дальнейшего совершенствования СМ при условии соблюдения всех требований действующего стандарта СМ.

2.2 Спецификация OHSAS 18001:1999

Документ OHSAS 18001:1999 [1] разработан на основе британского национального стандарта BS 8800:1996 «Руководство к системам управления профессиональной безопасностью и здоровьем».

Спецификация разработана в соответствии с техническим заданием на разработку стандарта системы менеджмента производственной безопасности и здоровья (СМПБЗ). В разработке документа принимали участие национальные органы по стандартизации и сертификации ряда стран и ведущие органы по сертификации (Lloyd Register, BVQI, DNV и др.). Поскольку основными разработчиками документа являлись специалисты по сертификации систем менеджмента, то документ получился достаточно строгим, понятным и однозначным.

Спецификация OHSAS 18001:1999 устанавливает требования к готовой системе (результату, продукту внедрения), т.е. предназначена для целей сертификации собственно СМПБЗ, а не для деятельности по ее разработке и внедрению. Таким образом, этот документ фактически является стандартом (хотя формально на это не претендует, поэтому и назван «спецификацией»). Документ не устанавливает требований к способам, методам, приемам, которыми организация достигнет требуемого результата.

Область применения настоящего документа охватывает все стороны деятельности организации, которые прямо или косвенно могли бы нанести вред жизни и здоровью людей. Поэтому определение



Рис. 2. Элементы СМПБЗ

OHSAS 18001:1999 как стандарта системы управления охраной труда является неполным.

Сфера применения OHSAS 18001:1999 существенно шире. В область действия стандарта попадают следующие вопросы деятельности организации:

1. Охрана труда и гигиена труда (выполнение требований трудового законодательства и санитарных норм).
2. Сохранение здоровья работников в процессе трудовой деятельности (в том числе сокращение производственно обусловленной общей заболеваемости).
3. Обеспечение безопасности и сохранение здоровья «других заинтересованных сторон» (подрядчиков, поставщиков, заказчиков, посетителей и др.).
4. Обеспечение промышленной безопасности опасных производственных объектов.
5. Обеспечение пожарной безопасности.
6. Сохранение имущества организации.

Основные элементы системы управления СМПБЗ в соответствии с OHSAS 18001:1999 представлены на рис. 2.

Мировая статистика внедрения систем менеджмента организационных процессов (качества, экологии и безопасности) свидетельствует, что соотношение между сертифицированными системами менеджмента (СМК, СЭМ, СМПБЗ) примерно следующее – 100 : 100 : 1 соответственно. Следовательно, внедрение СМПБЗ, как правило, осуществляется на основе существующих СМ и завершает создание в организации интегрированной системы менеджмента.

В связи с этим в спецификации многие принципиальные вопросы СМ не раскрыты с достаточной полнотой. Например, OHSAS 18001:1999 не требует документирования основных процедур СМ (которые в обязательном порядке документируются

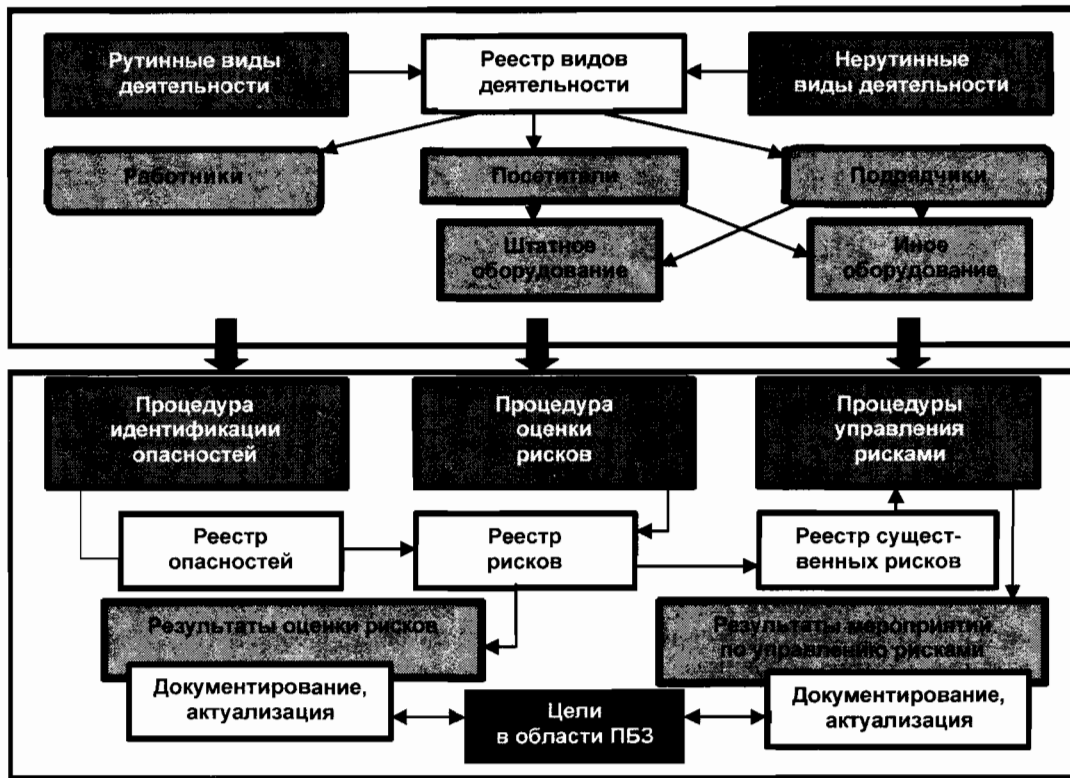


Рис. 3. Структура требований элемента OHSAS (п. 4.3.1)

в СМК): процедур управления документацией, проведения корректирующих и предупреждающих действий, процедур аудитов и др. Поэтому, если организация решит приступить к внедрению современных СМ, начиная с СМПБЗ, специалистам в любом случае придется обратиться к содержанию и требованиям стандартов серий ISO 9000, ISO 14000. В любом случае к разработке СМПБЗ следует привлекать специалистов в области СМК.

В свою очередь, содержание OHSAS 18001:1999 свободно от понятийных нагромождений, характерных, например, для стандарта ISO 9001:2000, что делает этот документ очень удобным для первоначального ознакомления с принципами построения современных систем менеджмента. В практике проведения семинаров по СМПБЗ, которые проводит Институт безопасности труда, известны случаи, когда участники семинара – специалисты в области СМК – окончательно прозревали в отношении системы менеджмента качества, только детально ознакомившись со спецификацией OHSAS 18001:1999.

К содержанию (тексту) спецификации следует относиться очень внимательно. В тексте имеется ряд оговорок вроде: «там, где это возможно», «по возможности» и т.п. В соответствии с нашим менталитетом подобные оговорки воспринимаются таким образом, что на эти требования можно не

обращать внимания. На самом деле, если организация желает создать действительно работоспособную СМ, то предлагаемую стандартом возможность исключения требования следует убедительно обосновать как невозможность выполнения требования в конкретных условиях.

На примере п. 4.3.1 OHSAS 18001:1999 («Планирование для идентификации опасностей, оценки рисков и управление рисками») рассмотрим вариант анализа требования стандарта для его практического применения (рис. 3).

Из содержания п. 4.3.1. следует, что организация, планируя деятельность в области управления рисками, должна:

- составить реестр всех вводов деятельности (процессов) организации, связанных с возможными опасностями в области производственной безопасности и здоровья (ПБЗ);
- в реестре должны быть учтены (явно определены) как обычные (рутинные, повседневные, штатные) виды деятельности, так и разовые (нештатные, несвойственные, «нерутинные») виды деятельности.

Организации также следует учесть:

- производственное оборудование, инструменты, приспособления, материалы, как принадлежащие и используемые самой организацией, так и не принадлежащее организации (арендуемое

оборудование, подручные средства), а также оборудование, используемое подрядчиками, заказчиками и др.;

- риски, связанные не только с работниками организации, но и привносимые подрядчиками, заказчиками, поставщиками, а также подверженность сторонних для организации лиц ее собственным рискам.

На основании тщательного анализа видов деятельности организации следует:

- разработать (уточнить) процедуры идентификации опасностей и оценки рисков;
- составить Реестр опасностей и идентифицированных рисков;
- провести оценку и классификацию рисков;
- разработать меры (процедуры) управления существенными рисками.

В ходе анализа и внедрения мер управления рисками следует:

- предусмотреть документирование результатов оценки рисков и результатов мероприятий по управлению рисками;
- предусмотреть меры по своевременной актуализации этой информации.

Результаты анализа рисков и результативности принимаемых мер управления рисками, проводимого высшим руководством организации, должны приводить к корректировке политики и целей в области ПБЗ.

В связи с последним требованием не будет лишним напомнить, что в соответствии с требованиями OHSAS 18001:1999 планируемые мероприятия СМПБЗ должны быть направлены на достижение конкретной цели, а цели в области ПБЗ должны быть «по возможности» (!) измеримы.

Таким образом, результат мероприятия должен быть измеримым, а потому пригодным для оценки степени результативности этого мероприятия.

Результаты оценки рисков и результаты мероприятий по управлению рисками в документированном виде представляются на анализ высшим руководством.

В результате такого анализа содержания пункта становится более прозрачным как порядок действий по разработке соответствующего раздела СМПБЗ, так и содержание программы аудита этого элемента.

Таким образом, спецификация OHSAS 18001:1999 задумана в качестве завершающего элемента в создании интегрированной системы менеджмента организации. Это не означает, что внедрение современной СМ в организации следует начинать в обязательном порядке с СМК. Можно начинать и с создания СМПБЗ, но при этом следует:

- детально описать виды деятельности (процессы) организации;
- разработать документированные процедуры, требуемые стандартом ISO 9001:2000 (использование «лучшей практики»);
- при планировании и организации аудитов СМПБЗ ориентироваться на требования и рекомендации стандарта ISO 19011:2002 «Рекомендации по аудиту систем менеджмента качества и/или охраны окружающей среды»;
- при необходимости обращаться к рекомендациям по разработке и внедрению СМПБЗ (OHSAS 18002:2000 и/или ILO OSH-2001).

Несмотря на то что документ OHSAS 18001:1999 формально не является стандартом, фактически он используется в целях сертификации (добровольного подтверждения соответствия). В настоящее время несколько тысяч организаций в мире и более 30 организаций в России получили сертификат соответствия СМПБЗ требованиям OHSAS 18001:1999.

Спецификация OHSAS 18001:1999 содержит только требования к результату процесса внедрения современной СМПБЗ. В целях оказания помощи организациям во внедрении СМПБЗ Британским институтом стандартов (BSI) разработано руководство OHSAS 18002:2000 [2], которое раскрывает содержание требований OHSAS 18001:1999 и предлагает варианты их практической реализации.

Таким образом, британские специалисты разделили понятия «стандарт» и «руководство» в двух различных документах OHSAS 18001 и OHSAS 18002, первый из которых является основой для оценки соответствия (сертификации) СМПБЗ, а второй – рекомендациями по внедрению СМ.

2.3. Руководство ILO OSH-2001

Руководство по системам управления охраной труда (MOT – СУОТ 2001 / ILO OSH-2001) [3] разработано на основе OHSAS 18001:1999 и во многих случаях повторяет содержание требований OHSAS дословно (явной ссылки на использование OHSAS 18001:1999 Руководство не содержит). Тем не менее направленность этого документа принципиально отличается от направленности OHSAS 18001:1999.

В отличие от спецификации OHSAS 18001:1999, разработанной ведущими организациями по сертификации, Руководство ILO OSH-2001 было разработано под руководством Международной организации труда (МОТ) представителями трех сторон трудовых отношений (экспертами по согласованию с правительствами, объединениями работодателей и объединениями работников).

Основные отличия OHSAS и ILO OSH

OHSAS 18001:1999	ILO OSH-2001
1. Цель внедрения СМПБЗ: создание в организации единой (интегрированной) СМ, включающей в себя в том числе и управление рисками в области ПБЗ	Цель внедрения СУОТ: улучшение деятельности в области охраны труда
2. Важнейшим элементом СМПБЗ является «Анализ со стороны руководства». Управление СМПБЗ осуществляется путем постановки целей и их корректировки по результатам анализа. По мнению основоположника современных СМЭ. Деминга, 96% ответственности за функционирование СМ лежит на руководстве и только 4% – на работниках	Наиважнейшим элементом системы управления охраной труда в организации (СУОТ) является участие работников. Анализ эффективности СУОТ высшим руководством рассматривается в одном ряду с мониторингом СУОТ, расследованием несчастных случаев и аудитом СУОТ
3. Риск – основной измеряемый, оцениваемый и управляемый параметр СМПБЗ. Оценка риска предназначена для выявления существенных рисков, в отношении которых следует применить меры управления, а также для оценки результативности мер по управлению рисками	В ILO OSH-2001 понятия «опасность» и «риск» с точки зрения СУОТ фактически являются синонимами. Роль процесса оценки опасностей и рисков в СУОТ явным образом не установлена. Оценка рисков рассматривается как один из элементов СУОТ
4. Основное содержание СМПБЗ – управление рисками организации в области ПБЗ в соответствии с принципами современных систем менеджмента	Основное содержание СУОТ – совместная деятельность работодателя (высшего руководства) и работников (их представительных органов) по улучшению условий труда

МОТ разработала данное Руководство как практический инструмент содействия организациям в осуществлении непрерывного совершенствования деятельности по охране труда. Руководство не является юридически обязательным и не направлено на то, чтобы заменить национальные законы, правила или принятые стандарты. С одной стороны, «его применение не требует сертификации», а с другой – сертификация системы управления охраной труда (СУОТ) на соответствие ILO OSH-2001 не представляется возможной ввиду рекомендательного характера этого документа и обусловленной этим расплывчатости ряда рекомендаций (требований), что недопустимо для стандарта.

Поэтому, хотя на первый взгляд структура, терминология и содержание Руководства мало чем отличаются от соответствующих элементов OHSAS 18001:1999, на самом деле между этими документами имеются существенные отличия. Эти отличия прежде всего относятся к целям практического применения документов OHSAS 18001:1999 и ILO OSH-2001 организациями.

Основные отличительные особенности OHSAS 18001 : 1999 и ILO OSH-2001 представлены в табл. 2.

Несмотря на то что Руководство ILO OSH-2001, по существу, не может служить стандартом СМПБЗ и не предназначено для сертификации, практически все его положения могут применяться в процессе создания СМПБЗ наряду с рекомендациями OHSAS 18002:2000.

2.4. Государственный стандарт ССБТ ГОСТ Р 12.0.006–2002

Государственный стандарт ГОСТ Р 12.0.006–2002 «Общие требования к системе управления охраной труда в организации» [4] разработан на основе

OHSAS 18001:1999 с учетом национальной специфики в области охраны труда. Кроме того, в стандарт содержит ряд положений (рекомендаций) ILO OSH-2001.

В соответствии с названием и определением понятия «стандарт» ГОСТ Р 12.0.006–2002 теоретически может использоваться для целей сертификации. Однако практическое его применение для этих целей (так же как и применение ILO OSH-2001) едва ли возможно.

В отличие от специалистов BSI разработчики ГОСТ Р 12.0.006–2002 пошли по пути объединения в одном документе и требований к СМПБЗ, и рекомендаций по ее внедрению.

В связи с этим при сертификации в обязательном порядке будут возникать вопросы о целесообразности и возможности проведения оценки соответствия сертифицируемой СУОТ некоторым положениям стандарта. А если при подтверждении соответствия возникает проблема выбора: учитывать при сертификации то или иное требование руководящего документа либо не учитывать, то такой документ стандартом не является. Все стандарты основаны на принципе: если заявитель добровольно принимает на себя обязательство соответствовать некоторому стандарту, то все требования последнего являются для него обязательными, а вынужденные отступления от требований тщательно обосновываются.

Тем не менее задача разработки национального стандарта СМПБЗ, в полной мере соответствующего международным требованиям (так же как ГОСТ Р ИСО 9001–2001 и ГОСТ Р ИСО 14001: 2005), но устраняющего неясности неофициальных переводов OHSAS 18001:1999, сегодня является крайне актуальной.



3. Основные понятия OHSAS 18001:1999

*Истинное знание может быть выражено
только в точных понятиях.*

Платон

3.1. Occupational health and safety (OH&S) – производственная безопасность и здоровье

Слово **Occupational** переводится с англ. как **профессиональный** (т.е. связанный с профессией, например, заболевание), **производственный** (т.е. связанный с производственной деятельностью, например: травма, авария) или **трудовой** (т.е. связанный с трудовой деятельностью, например: стаж, воспитание).

В большинстве переводов OH&S встречается – «профессиональное здоровье и безопасность», что, во-первых, не вполне адекватно смыслу понятия, а во-вторых, не в полной мере охватывает область применения OHSAS (см. п. 2.2).

В публикациях Международной организации труда используется понятие OSH (*occupational safety and health*), которое полностью адекватно предлагаемому в настоящей статье.

В качестве синонима понятия «производственная безопасность и здоровье» теоретически возможно использование понятия «охрана труда».

В соответствии с Трудовым кодексом РФ (ст. 209): «*Охрана труда – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия*». Это определение в полной мере охватывает область понятия «система менеджмента производственной безопасности и здоровья», но, поскольку методологические и идеологические основы построения и функционирования государственной системы управления «охраной труда» и соответствующие основы современной СМПБЗ принципиально различны, смешивать понятия «охрана труда» и СМПБЗ не целесообразно. Еще более нелогичным кажется понятие «система управления охраной труда» (дословно: «система управления системой сохранения жизни и здоровья...»).

3.2. Performance – результативность функционирования СМПБЗ

Стандарты СМ требуют непрерывного совершенствования (улучшения показателей деятельности в области ПБЗ). Это улучшение необходимо периоди-

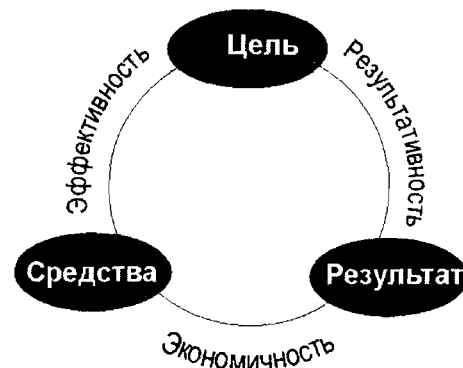


Рис. 4. Треугольник «3Е»

чески оценивать и демонстрировать (подтверждать). Для этого надо что-то с чем-то сравнивать и, следовательно, измерять. С этой целью в СМ вводится понятие *performance* (результативность).

В OHSAS 18001:1999 это, наверное, самый неоднозначный термин, поскольку само слово *performance* имеет в оригинале несколько десятков значений. Самые характерные из них: показатели деятельности, степень эффективности функционирования, рабочие параметры, результативность работы, к.п.д. и др. Общий смысл сводится к понятию «степень выполнения системой своих функций». Иногда встречаются варианты переводов – «исполнение, реализация», которые, на наш взгляд, не несут в данном контексте адекватной смысловой нагрузки. В контексте рассматриваемой проблемы наиболее соответствующим является именно «результативность».

В этой связи в качестве наглядного примера (рис. 4) следует привести так называемый треугольник «3Е» – **Effectiveness** (эффективность), **Efficiency** (результативность), **Economy** (экономичность).

Для реализации целей функционирования СМПБЗ необходимо осуществление некоторых затрат. Понятие «эффективность» чаще всего связывают с самим мероприятием (т.е. с затратами на проведение мероприятия, направленного на достижение планируемого результата).

Понятие «экономичность» целесообразно использовать для оценки затрат на достижение конкретного результата, который в общем случае может не совпадать с целью мероприятия.

Таким образом, «результативность» есть своего рода разность между «экономичностью» и «эффективностью» мероприятия. Эта разность может быть как положительной, так и отрицательной.

3.3. Риск

Риск – сочетание (произведение) вероятности наступления неблагоприятного события и величины

связанного с ним потенциального ущерба. Риск всегда связан с еще не случившимся, но потенциально возможным небезопасным случаем. Риск (в данном контексте) всегда связывается с точно установленной (идентифицированной) опасностью, а однозначная идентификация опасности является неотъемлемым начальным этапом процесса оценки риска.

Очень часто можно встретить определение: «Риск – это вероятность пострадать от несчастного случая». Это определение принципиально неверное, поскольку не учитывает тяжести возможного несчастного случая. Во многих случаях риск падения работника с высоты нескольких метров сопоставим с риском незначительного пореза рук. Такая ситуация возможна в том случае, если вероятность падения работника достаточно мала, а порезы рук – типичное явление для предприятия.

Риск – это потенциальный ущерб, а в общем случае – возможные экономические потери. Даже гибель человека в конечном счете приводит к существенным экономическим потерям для государства, общества, семьи пострадавшего.

Оценка риска – фундаментальная методологическая основа СМПБЗ. Основные определения, относящиеся к вопросам анализа и оценивания рисков, дает национальный стандарт ГОСТ Р 51898–02 «Аспекты безопасности. Правила включения в стандарты»:

- «анализ риска» – систематическое использование имеющейся информации для выявления опасностей и количественной оценки риска;
- «оценивание риска» – основанная на результатах анализа риска процедура проверки: не превышен ли допустимый риск;
- «допустимый риск» – риск, который в данном контексте считается допустимым при существующих общественных ценностях.

Список литературы

1. Occupational health and safety management systems – Specification. Occupational Health and Safety Assessment Series (OHSAS 18001:1999), BSI, 1999 (Системы менеджмента профессиональной безопасности и здоровья – Спецификация. Система оценки профессиональной безопасности и здоровья (OHSAS 18001:1999).
2. Occupational health and safety management systems: Guidelines for the implementation of OHSAS 18001 (OHSAS 18002:2000) BSI, 2000 (Системы менеджмента профессиональной безопасности и здоровья. Руководящие указания по применению OHSAS 18001).
3. Guidelines on occupational safety and health management systems, ILO OSH-2001. Geneva, International Labour Office, 2001 (Руководство по системам управления охраной труда. МОТ–СЮОТ 2001 / ILO OSH-2001. Женева: Международное бюро труда, 2003).
4. ГОСТ Р 12.0.006-2002. ССБТ. Общие требования к системе управления охраной труда в организации.

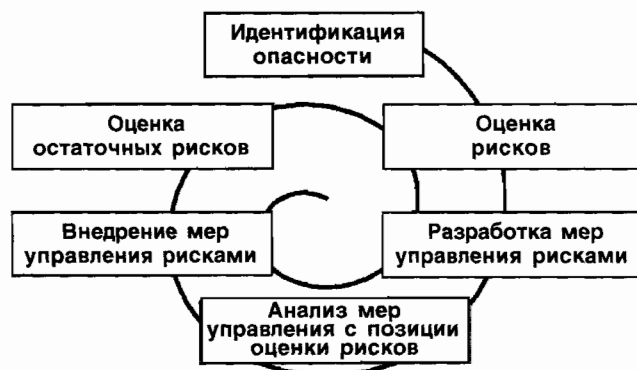


Рис. 5

Риск является основным измеримым (оцениваемым) и управляемым параметром СМПБЗ, характеризующим ее состояние. Весь процесс создания и функционирования СМПБЗ связан с управлением рисками (рис. 5).

4. Выводы

1. Общим фундаментальным принципом построения всех современных систем менеджмента является: управление измеримыми параметрами процесса в целях получения запланированного результата.

2. Современная система менеджмента производственной безопасности и здоровья является частью общей системы управления организации, обеспечивающая управление рисками в области охраны здоровья и безопасности труда, связанными с деятельностью организации.

3. Основным активным элементом СМПБЗ является высшее руководство организации, устанавливающее на основе регулярного анализа результативности СМПБЗ новые цели, способствующие непрерывному совершенствованию СМПБЗ и условий труда.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОРИСТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЖИДКОСТЯМИ НА ОСНОВЕ ФРАКТАЛЬНЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ

Ю. В. Власов,

доцент, к.х.н.,

А. В. Фролов,

заведующий кафедрой, профессор, к.т.н.,

В. В. Янюшкин,

студент,

Южно-Российский государственный технический университет (г. Новочеркасск)

Изложено существо математической модели для задач анализа и прогнозирования распространения жидкостей в пористых средах (например, в почвах), построенной на основе теории фракталов. Выполнено машинное моделирование распространения загрязненной жидкости в почве.

Возникновение ряда чрезвычайных ситуаций на промышленных объектах приводит к загрязнению окружающей среды с выбросом радиоактивных химически и биологически опасных веществ. Важной задачей является оценка размеров загрязнения территории в процессе продвижения фронта выбросов как в атмосфере, так и в почве. Динамика распространения загрязнений зависит от многих факторов, влияние и вклад каждого из которых учесть трудно.

Задача охраны вод и почвы от загрязнения отходами производства, удобрений и прочими продуктами жизнедеятельности требует оценки пропускной способности пористой структуры почвы, т.е. характеристик того, насколько легко может просачиваться в ней жидкость. Данный процесс носит название *перколяции* (от англ. *percolation* – просачивание). Необходимо выяснить, будет ли просачиваться загрязненная жидкость сквозь определенную среду и, если будет, с какой скоростью [1]. Это позволит оценить характер распространения и масштабы загрязнения.

Описание модели

С использованием теории фракталов эти явления можно свести к образованию кластеров или моделированию роста дендритов [2, 3].

Для описания структур широко используют понятие «кластер». Это скопление близко расположенных и тесно связанных друг с другом частиц любой природы [1]. Введем понятие фрактального кластера, под которым понимают структуру, образующуюся в результате ассоциации частиц при условии диффузионного характера их движения. На рис. 1 приведен пример скопления элементарных частиц и характер их продвижение в некотором изучаемом объекте. Основной чертой фрактального кластера является то, что средняя плотность частиц в нем падает по мере удаления от образующего центра.

Разработано множество модельных механизмов формирования фрактальных кластеров. Для решения этих задач, как правило, используется решеточная модель [1]. Рассматривается решетка, состоящая из узлов и связей между ними. Каждому узлу задается число $X_{i,j}$ в интервале $[0; 1]$, которое характеризует вероятность того, что в данную ячейку может просочиться жидкость. Задается пороговое значение вероятности $X_{п}$, которое определяет нижнее значение вероятности, при котором жидкость все еще может протечь в ячейку. В данном случае все ячейки с присвоенной им вероятностью $X_{i,j} > X_{п}$ принципиально лишены возможности пропускать сквозь

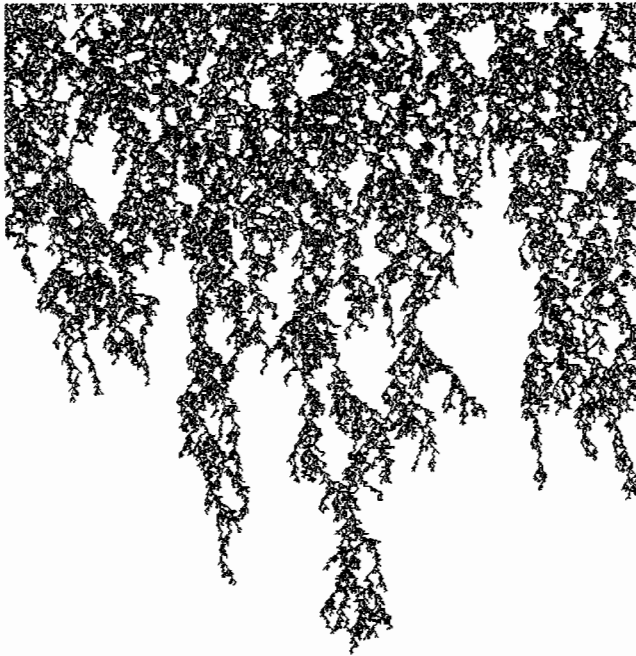


Рис. 1. Фрактальный перколяционный кластер

себя жидкость. На рис. 2 приведена схема распространения загрязненных ячеек в двумерной модели. Задание условий протекания вещества в определенном направлении во многом определяет характер получающейся модели.

Согласно закону Дарси количество жидкости, прошедшей через пористую среду, пропорционально ее плотности и обратно пропорционально вязкости [4]. Численное моделирование на очень больших решетках показывает, что вероятность образования кластера, протекающего на всю длину решетки, стремится к нулю при размере решетки, стремящейся к бесконечности. Меняя значение порога перколяции X_p , получают кластеры различных размеров, например, как

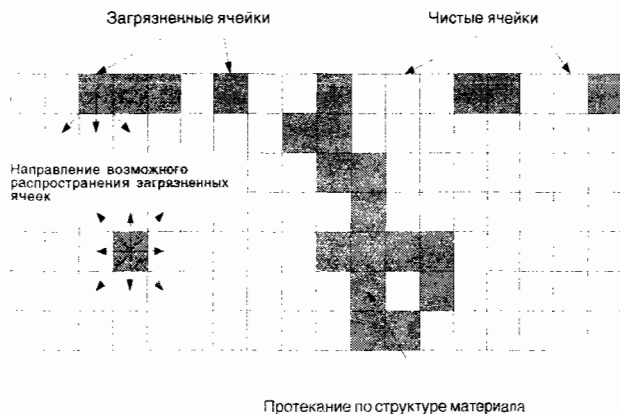


Рис. 2. Схема распространения загрязненных ячеек в двумерной модели

показано на рис. 3. Это также позволяет моделировать протекание жидкостей с разными значениями текучести и вязкости.

Программная реализация

Для осуществления машинного моделирования процессов в соответствии с описанной моделью разработана программа на основе Delphi 7.0. Возможности программы включают в себя как построение двумерных перколяционных процессов, так и построение полной трехмерной модели развития процесса протекания.

Сложность заключается в том, что в реальной пористой среде, моделирующей почву, существует большой разброс пор по размерам. Поэтому необходимо численно смоделировать процесс протекания, одновременно учитывая поры всех размеров. Следует также учитывать свойства конкретной жидкости.

Двумерное моделирование процесса протекания при заданном X_p заключается в том, что в решетку с одной стороны начинают впрыскивать жидкость. Впрыснутая жидкость из любой поры может проникнуть только в пору, непосредственно находящуюся рядом. Таким образом, она просачивается в поровое пространство, образуя кластер протекания или перколяционный кластер.

Трехмерное моделирование процесса заключается в поэтапном анализе слоев некоторого виртуального куба и в переходе ячеек этого куба в качественно новое состояние. Образование

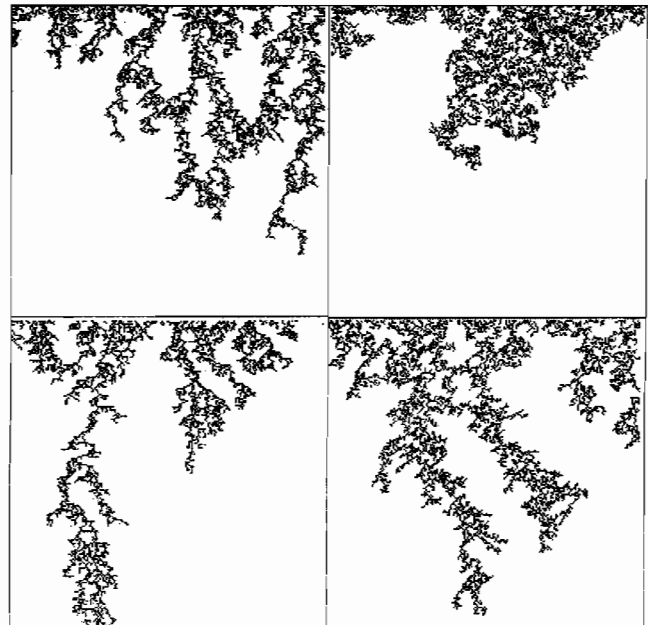


Рис. 3. Примеры построения различных перколяционных кластеров

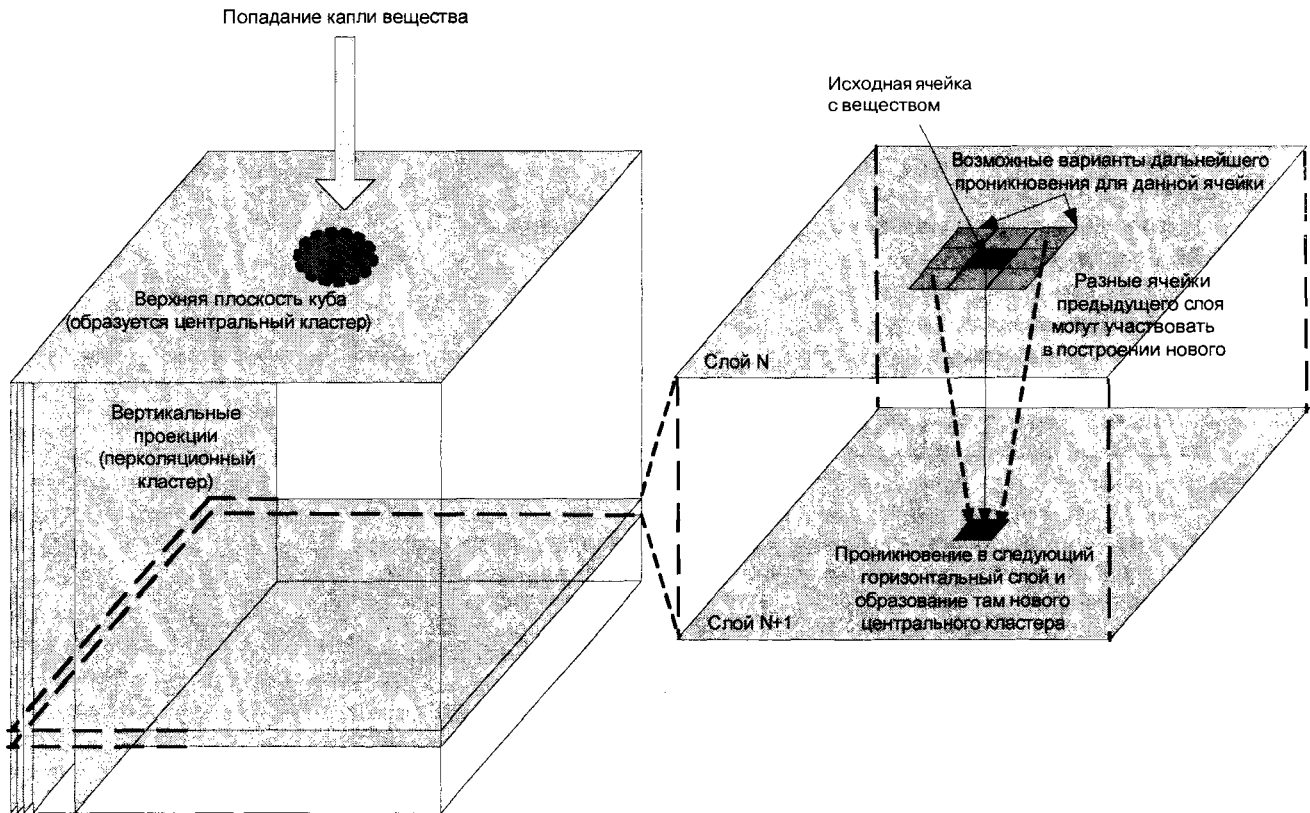


Рис. 4. Схема распространения загрязненных ячеек в трехмерной модели

более поздних слоев существенно зависит от состояния предыдущих, как показано на рис. 4.

Машинные эксперименты с моделями показывают зависимости образования кластеров от порога перколяции и проникновения жидкости в пористую структуру.

* * *

Выполненные исследования показали возможность применения фракталов для построения моделей загрязнения пористых сред и оценки распространения загрязненных жидкостей в почве. Классические модели динамики пока-

зывают сплошной фронт областей заражения, что не всегда точно и правильно. Взаимодействие загрязненной жидкости с грунтовыми водами наступает раньше, чем следует из классического анализа. Машинный эксперимент на основе фрактальных моделей указывает на существование различных неоднородностей и лидирующих проникновений загрязнения. Таким образом, фронт загрязнения имеет экстремальные точки проникновения. Это необходимо учитывать в расчете подхода фронта загрязнения к грунтовым водам.

Список литературы

1. Федер Е. Фракталы / Е. Федер. – М.: Мир, 1991.
2. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы / Б. Мандельброт. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002.
3. Шредер М. Фракталы, хаос, степенные законы / М. Шредер. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001.
4. Ентов В.М. Теория фильтрации / В.М. Ентов // Сорский образовательный журнал. – 1998. – № 2. – С. 121–128.

К ВОПРОСУ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

В.Г. Систер,

заведующий кафедрой, чл.-корр. РАН, профессор, д.т.н.,
Московский государственный университет инженерной экологии,

А.М. Гонопольский,

профессор, д.т.н.,

ГУП «Экотехпром»,

Е.Г. Кривобородова,

к.т.н.,

Московский комитет по науке и технологиям

Несмотря на достаточную для технических применений степень очистки жидких стоков, содержащих тяжелые металлы, методом электрокоагуляционной обработки, этот метод характеризуется высокими энергозатратами, необходимостью проведения периодической переполюсовки электродов, значительным расходом растворимых электродов. Устранению этих недостатков способствует применение интенсифицирующих воздействий, например, с помощью ультразвуковых волн в реакторе очистки. Данному способу интенсификации процесса и посвящена настоящая работа.

Вызываемые ультразвуковыми волнами изменения физико-химических свойств очищаемой многокомпонентной жидкой среды влияют на транспортные свойства ионов, а значит, и на скорость диффузионных процессов u_i , определяющих интенсивность массообмена. Вместе с тем в специальной литературе этот вопрос практически не освещен, в частности, отсутствуют сведения о коэффициенте диффузии D ионов тяжелых металлов в жидких многокомпонентных растворах в условиях воздействия ультразвукового поля.

Оценить эту величину в отсутствие интенсифицирующих воздействий позволяют известные соотношения [1]:

$$u_i = \frac{\sigma t_i}{C_i F}; \quad (1)$$

$$D = \frac{u_i RT}{F z_i}, \quad (2)$$

где σ – удельная электрическая проводимость, См/м;

t_i – числа переноса для ионов i -го вида;

C_i – концентрация ионов i -го вида;

F – число Фарадея;

R – универсальная газовая постоянная;

T – температура, °К;

z_i – заряд ионов i -го вида.

Однако для условий настоящего исследования необходимо внести в эти соотношения определенные поправки. С этой целью был поставлен специальный эксперимент на установке (рис. 1), состоящей из цилиндрической емкости 1 объемом 20 л с присоединенными в средней части перпендикулярно к ее оси двумя блоками магнестрикционных преобразователей 3 с полуволновыми волноводами (система «крест»), пакета электродов 2 цилиндрической формы. Установка была снабжена источником постоянного тока (напряжение – до 100 В, ток – до 50 А) и ультразвуковым генератором мощностью 4 кВт, работающим в частотном диапазоне 22 ± 1 кГц.

Форму аппарата рассчитывали согласно рекомендациям работы [2], исходя из условий равномерного распределения энергии ультразвуковых волн в реакционном объеме. Конструкция реакционной ванны такова, что наружная стенка аппарата служит волноводом и создает в очищаемой жидкой среде цилиндрический «пинч-эффект». Конструкция волноводов представляет собой фокусирующую систему, что позволяет, во-первых, усилить действие ультразвука при неизменности подаваемой мощности и, во-вторых, экономить электроэнергию.

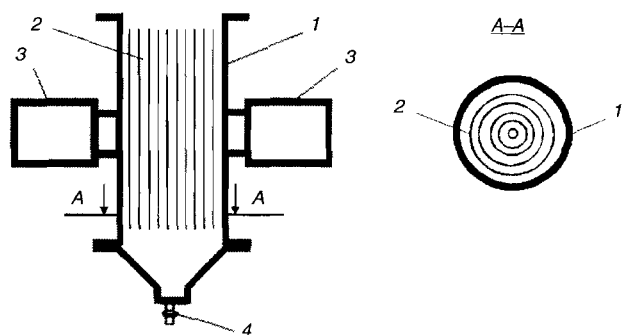


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для электрокоагуляционной очистки сточных вод от тяжелых металлов в ультразвуковом поле:
1 – цилиндрическая емкость; 2 – концентрический пакет электродов;
3 – магнитострикционные преобразователи; 4 – штуцер для удаления осадка и слива очищенной воды

В экспериментах исследовался реальный сток гальванического производства, состав которого приведен в табл. 1.

Режим обработки стока был выбран периодический. Амплитуда ультразвуковых колебаний варьировалась от 10 до 15 мкм. Плотность тока, подаваемого в процессе экспериментов на алюминиевые электроды, изменяли от 1 до 4 мА/см².

Отбор проб в одном эксперименте проводили в верхней, центральной, конусообразной частях аппарата и части аппарата, находящейся между наружной стенкой и первым внутренним электродом. Полученные пробы усредняли и определяли физико-химические величины: концентрацию тяжелых металлов, температуру раствора, удельную электропроводность, числа переноса. Такой метод отбора проб и анализа позволял фиксировать усредненные характеристики находящегося в аппарате раствора в течение каждого эксперимента. Температуру замеряли дважды: в момент отбора проб термометром и в момент замера удельной электропроводности раствора, используя кондуктометр.

Как показали результаты проведенных ранее лабораторных исследований по очистке стоков того же производства [3, 4–6], наиболее труд-

ным для удаления компонентом оказался кадмий. На этом основании было выдвинуто предположение о том, что для расчета эффективности исследуемого процесса очистки достаточно использовать экспериментальные данные по удалению кадмия как лимитирующего компонента.

Определение концентрации кадмия проводили методом инверсионной вольтамперометрии на вольтамперометрическом анализаторе «Эко-тест-ВА», используя в качестве рабочего электрода стеклоуглеродный. Анализ проводился по методу калибровочных графиков или методом добавки стандартного раствора. Была построена калибровочная кривая в диапазоне 0,5... 50 мг/л, используемая для определения концентрации элемента в анализируемых пробах.

Минимальная концентрация определяемых ионов Cd(II) в анализируемом растворе пробой методом инверсионной вольтамперометрии составляла 0,5 мкг/л.

Параметры измерения реальных проб (время накопления элементов) выбирали точно такими же, как и в случае соответствующих калибровочных растворов, а концентрацию металлов определяли с учетом степени разбавления реальных проб¹.

Для определения низких концентраций тяжелых металлов в воде (концентрации Cd менее 5 мг/л) увеличивали время накопления до 300 с (соответственно время очистки электрода также увеличивалось до 300 с).

Для оценки влияния подвижности ионов удаляемых металлов на процесс очистки фиксировалось изменение удельной электропроводности раствора, его температуры, и по этим данным рассчитывались значения чисел переноса.

Количественные измерения данных параметров проводились с помощью кондуктометра «Эксперт-002-1-7-НП, ТУ 4215-004-52722949-2002». Переключения между диапазонами измеряемой

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в промывных водах и отработанных электролитах из ванн очистки

Тип стока	Содержание тяжелых металлов, мг/л				pH, ед.
	Cu	Cd	Zn	Cr	
1. Кислотный	20	46	н/о	н/о	2,50
2. Щелочной	0,5	0,0008	н/о	н/о	9,94
3. Кадмиевый	<1	5	н/о	н/о	7,03
4. Серноокислый медный	200	н/о	<1	4,8	2,14
5. Медный	100	5	н/о	47	6,45

¹ Время очистки электрода – 60 с, время накопления элементов при потенциале рабочего электрода 1400 мВ – 60 с, измерение – сканирование потенциала в диапазоне (1400 ± 300) мВ.

величины происходили в автоматическом режиме. Погрешность измерений прибора составляет $\pm 2\%$. Предел допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры контролируемой среды $\pm 0,5^\circ\text{C}$.

Измерение чисел переноса проводили методом Гитторфа [7] в приборе, позволяющем разделить католит, анолит и среднее пространство.

В крайние трубки помещали платиновые электроды площадью 1 см^2 . Средняя U-образная трубка имела два крана, позволяющих разделять электролит на три части.

Электролитом служил очищаемый от ионов тяжелых металлов раствор, состав которого указан в табл. 1.

Перед началом опыта прибор заливали исследуемым раствором, катод кулонометра взвешивали, после чего устанавливали все электроды и включали ток ($1...4\text{ мА/см}^2$).

По окончании опыта закрывали верхние краны (чтобы не допустить перемешивания электролита) и отключали ток. Растворы сливали в отдельные стаканы, измеряли их объем и концентрации ионов тяжелых металлов. Катод кулонометра промывали, высушивали и взвешивали. Числа переноса рассчитывали, используя полученные в экспериментах данные.

Характерный пример результатов расчета коэффициента диффузии ионов Cd по соотношениям формул (1) и (2), установившегося под действием ультразвукового поля, представлен на рис. 2. Видно, что коэффициент диффузии с течением времени возрастает, следовательно, ультразвуковое воздействие действительно изменяет скорость процесса диффузии ионов и переноса массы в целом.

Возрастание коэффициента диффузии было обусловлено увеличением температуры среды [1, 2, 8, 9]. Причем температура нарастала интенсивнее в случае применения более высоких плотностей тока и амплитуды ультразвуковых колебаний.

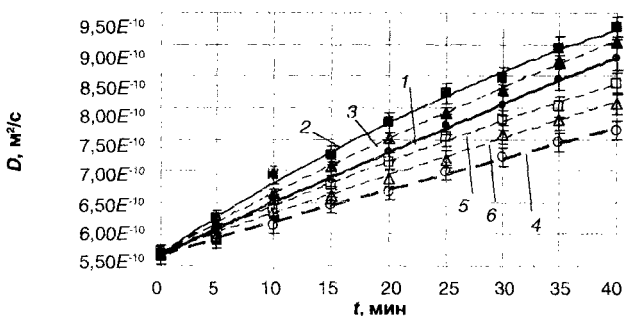


Рис. 2. Изменение коэффициента диффузии ионов кадмия по времени в зависимости от условий эксперимента при начальной концентрации $C_{\text{нч}} = 5\text{ мг/л}$:

1 – $i = 4\text{ мА/см}^2$; 2 – 4 мА/см^2 ; 2 – 4 мА/см^2 , УЗ-амплитуда 15 мкм ;
 3 – 4 мА/см^2 , УЗ-амплитуда 10 мкм ; 4 – $i = 1\text{ мА/см}^2$; 5 – $i = 1\text{ мА/см}^2$, УЗ-амплитуда 15 мкм ;
 6 – $i = 1\text{ мА/см}^2$, УЗ-амплитуда 10 мкм

Из анализа литературы известно, что рост температуры среды снижает вязкость раствора и изменяет толщину ионного приэлектродного слоя [10]. Сопоставляя литературные и экспериментальные данные, представленные на рис. 2, приходим к выводу, что под действием ультразвуковых волн сопротивление среды движению в ней иона уменьшается.

Практически линейный характер зависимости коэффициента диффузии от продолжительности обработки (см. рис. 2) связан с низкими значениями концентраций исследуемых в работе растворов ($5...50\text{ мг/л}$). По этой причине в реакционном объеме градиенты концентраций незначительны, что и обуславливает линейность приведенных зависимостей.

Как следует из результатов экспериментальных исследований, предложенная технологическая и аппаратная схема являются эффективными для очистки промышленных стоков загрязненных тяжелыми металлами и может быть рекомендована к внедрению. Однако для проектирования типоразмерного ряда предлагаемых аппаратов необходима методика масштабирования технологических линий очистки промышленных стоков. С этой целью воспользуемся методами теории подобия и размерностей [8].

Как следует из теории подобия, процессы переноса массы подобны в случае подобия распределения в сходственных точках аппарата профилей скоростей и концентраций. Это условие выполняется при равенстве значений критерия Рейнольдса и диффузионных критериев Фурье и Пекле [8] в различных условиях:

$Pe_d = \frac{wl}{D}$ – критерий Пекле – выражает меру отношения массы вещества, перемещаемой путем конвективного переноса и молекулярной диффузии, в сходственных точках подобных систем. Здесь w – скорость потока; l – характерный размер;

$Re = \frac{w\rho}{\mu}$ – критерий Рейнольдса, характеризует отношение инерционных сил к силам трения, где ρ – плотность раствора; μ – коэффициент динамической вязкости раствора.

В условиях эксперимента критерий Рейнольдса для стационарного течения следует заменить колебательным критерием Рейнольдса, так как он наиболее соответствует физическому смыслу и лучше характеризует отношение сил инерции, обусловленных локальным ускорением потока жидкости, к силам вязкости и пространственную структуру нестационарного течения жидкости [11]:

$$Re_{\omega} = \frac{\omega l^2 \rho}{\mu}, \quad (3)$$

где ω – круговая частота ультразвуковых колебаний; l_1 – расстояние между стенкой аппарата и первым электродом.

Ввиду того что процесс очистки осуществляется в периодическом режиме, мгновенная локальная скорость потока неизвестна. Для исключения неизвестного параметра оказалось целесообразным заменить диффузионный критерий Pe_d диффузионным критерием Шмидта (Прандтля):

$$Sc = \frac{Pe_d}{Re} = \frac{\mu}{\rho D}, \quad (4)$$

а критерий Фруда

$$Fr = \frac{\omega^2}{gl},$$

характеризующий меру отношения сил инерции к силам тяжести (где g – ускорение свободного падения; l – высота аппарата), критерием Галилея:

$$Ga = \frac{Re^2}{Fr} = \frac{gl^3 \rho^2}{\mu^2}. \quad (5)$$

Под действием ультразвука в обрабатываемой среде изменяются гидродинамические условия. Подобие гидродинамических условий требует равенства критериев Рейнольдса и Фруда [8], а также диффузионного критерия Фурье

$$Fo_d = \frac{\tau D}{l^2},$$

характеризующего постоянство отношения изменения концентрации во времени к изменению концентрации вследствие чисто молекулярного переноса, где τ – время проведения процесса.

Очевидно, что при выборе определяющих критериев подобия, отражающих физическую сущность процессов энерго- и массообмена, следует выбрать диффузионный критерий Нуссельта (Nu_d). Для неустановившихся потоков этот критерий рассчитывается по формуле

$$Nu_d = f(Fo_d, Pe_d, Re, Fr). \quad (6)$$

С учетом оговоренных выше замен модифицированный критерий Нуссельта будет иметь вид:

$$Nu_{дм} = f(Sc, Ga, Fo_d, Re_\omega). \quad (7)$$

Учесть вклад в процесс очистки жидкого стока других, кроме массообменных, механизмов позволяет соотношение ультразвуковой и электрической энергий, подводимых к системе. Стоит заме-

нить, что в это соотношение входят геометрические параметры применяемой системы:

$$E = \frac{E_{уз}}{E_{эж}} = \frac{nNS}{IU} = \frac{n(2\pi^2 \rho a_{уз} L^2 f^2)S}{IU}, \quad (8)$$

где E – отношение энергий вводимых дополнительно ультразвуком (номинальное значение без учета затухания в среде) к энергии, вводимой во время электрокоагуляционной обработки без ультразвука;

$E_{уз}$ – энергия ультразвуковых колебаний, вводимых в раствор;

$E_{эж}$ – количество энергии подводимой в раствор за счет электрического тока;

n – количество волноводов, шт.;

N – плотность потока акустической энергии у поверхности излучателя, Вт/м²;

S – площадь поперечного сечения каждого волновода, м²;

I, U – сила тока (А) и напряжение (В) соответственно, фиксируемые при очистке без применения ультразвука;

ρ – плотность жидкой фазы, кг/м³;

$a_{уз}$ – скорость звука в жидкой фазе, м/с;

L – амплитуда колебаний излучателя, м;

f – частота колебаний, Гц.

Таким образом, для неустановившихся процессов массообмена в ультразвуковом поле, критериальное соотношение для эффективности очистки, позволяющее рассчитать типоразмерный ряд подобных аппаратов, может быть записано в виде:

$$\Theta_\phi = f(E, Sc, Ga, Fo_d, Re_\omega). \quad (9)$$

Для определения необходимости и достаточности набора влияющих критериев подобия по результатам экспериментов были проведены расчеты изменения выбранных критериев от условий эксперимента по времени. Критерии, изменения которых в условиях эксперимента незначительны, не могут служить основанием для дальнейших расчетов, а значительные несоответствия результатов расчета по соотношению (9) могут свидетельствовать о недостаточном полном отражении процесса выбранным набору критериев и о необходимости его дополнения.

Входящие в критерии вязкость и плотность раствора определялись из [12]. При этом учитывалось изменение температуры водного раствора.

Некоторые результаты расчетов представлены на рис. 3–6.

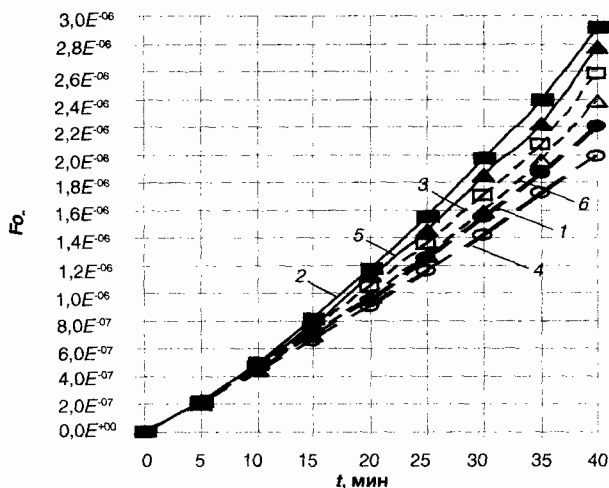


Рис. 3. Изменение диффузионного критерия Фурье для ионов кадмия по времени в зависимости от условий эксперимента при начальной концентрации, $C_{нач} = 50$ мг/л:

1- $i = 4$ мА/см²; 2- $i = 4$ мА/см², УЗ-амплитуда 15 мкм;
3- $i = 4$ мА/см², УЗ-амплитуда 10 мкм; 4- $i = 1$ мА/см²; 5- $i = 1$ мА/см², УЗ-амплитуда 15 мкм; 6- $i = 1$ мА/см², УЗ-амплитуда 10 мкм

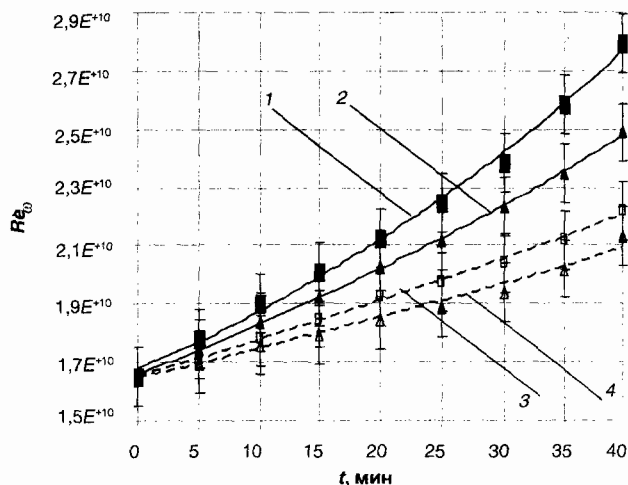


Рис. 5. Изменение колебательного критерия Рейнольдса для ионов кадмия по времени в зависимости от условий эксперимента при начальной концентрации, $C_{нач} = 5,0$ мг/л:

1- $i = 4$ мА/см², УЗ-амплитуда 10 мкм; 2- $i = 1$ мА/см²; 3- $i = 1$ мА/см², УЗ-амплитуда 15 мкм; 4- $i = 1$ мА/см², УЗ-амплитуда 10 мкм

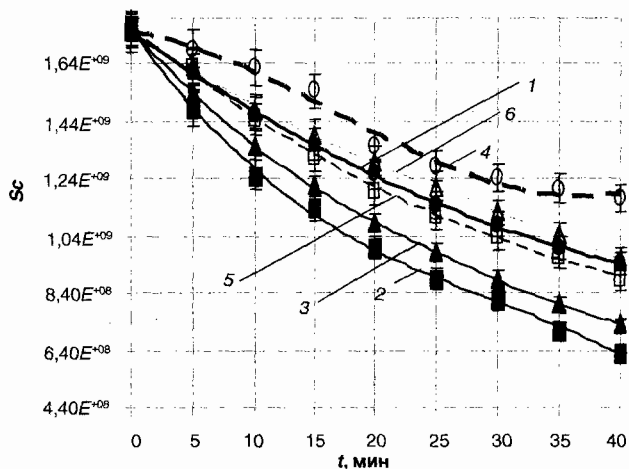


Рис. 4. Изменение диффузионного критерия Шмидта для ионов кадмия по времени в зависимости от условий эксперимента при начальной концентрации, $C_{нач} = 5,0$ мг/л:

1- $i = 4$ мА/см²; 2- $i = 4$ мА/см², УЗ-амплитуда 15 мкм;
3- $i = 4$ мА/см², УЗ-амплитуда 10 мкм; 4- $i = 1$ мА/см²; 5- $i = 1$ мА/см², УЗ-амплитуда 15 мкм; 6- $i = 1$ мА/см², УЗ-амплитуда 10 мкм

Примеры результатов расчета критериев Шмидта и Галилея представлены на рис. 4 и в табл. 2.

Согласно экспериментальным данным, критерий Галилея при переходе от одного уровня начальной концентрации загрязнений к другому практически не меняет своего значения. Это связано с незначительным отличием плотности и вязкости водного раствора. Значения этого критерия при переходе от одной концентрации раствора к другой менялись незначительно. Это обусловлено малой чувствительностью плотности и вязкости обрабатываемого раствора к его начальной концентрации.

Результаты расчета колебательного критерия Рейнольдса представлены на рис. 5.

Влияние параметров эксперимента на критерий E приведено на рис. 6.

Таблица 2

Изменение диффузионного критерия Галилея (Ga) для ионов кадмия по времени в зависимости от условий эксперимента при начальной концентрации $C_{нач} = 5,0...50$ мг/л

Время обработки, мин	1	2	3	4	5	6
0	$6,25E^{-11}$	$6,23E^{-11}$	$6,23E^{-11}$	$6,23E^{-11}$	$6,23E^{-11}$	$6,23E^{-11}$
5	$6,25E^{-11}$	$6,57E^{-11}$	$6,55E^{-11}$	$6,57E^{-11}$	$7,23E^{-11}$	$6,92E^{-11}$
10	$6,25E^{-11}$	$7,26E^{-11}$	$7,04E^{-11}$	$6,86E^{-11}$	$8,24E^{-11}$	$7,73E^{-11}$
15	$6,25E^{-11}$	$7,79E^{-11}$	$7,36E^{-11}$	$7,16E^{-11}$	$9,23E^{-11}$	$8,43E^{-11}$
20	$7,71E^{-11}$	$8,46E^{-11}$	$7,75E^{-11}$	$7,45E^{-11}$	$1,03E^{-10}$	$9,36E^{-11}$
25	$7,70E^{-11}$	$8,89E^{-11}$	$8,15E^{-11}$	$7,96E^{-11}$	$1,15E^{-10}$	$1,02E^{-10}$
30	$7,70E^{-11}$	$9,48E^{-11}$	$8,57E^{-11}$	$8,33E^{-11}$	$1,29E^{-10}$	$1,14E^{-10}$
35	$7,70E^{-11}$	$1,02E^{-10}$	$9,31E^{-11}$	$8,72E^{-11}$	$1,52E^{-10}$	$1,26E^{-10}$
40	$7,70E^{-11}$	$1,12E^{-10}$	$1,04E^{-10}$	$9,12E^{-11}$	$1,78E^{-10}$	$1,41E^{-10}$
50	$8,61E^{-11}$	$1,26E^{-10}$	$1,18E^{-10}$	$9,72E^{-11}$	$3,84E^{-10}$	$2,47E^{-10}$
60	$9,23E^{-11}$	$1,39E^{-10}$	$1,32E^{-10}$	$9,93E^{-11}$	$6,76E^{-10}$	$3,32E^{-10}$

Примечание:
1- $i = 1$ мА/см²; 2- $i = 1$ мА/см², УЗ-амплитуда 15 мкм; 3- $i = 1$ мА/см², УЗ-амплитуда 10 мкм;
4- $i = 1$ мА/см²; 5- $i = 4$ мА/см², УЗ-амплитуда 15 мкм; 6- $i = 4$ мА/см², УЗ-амплитуда 15 мкм.



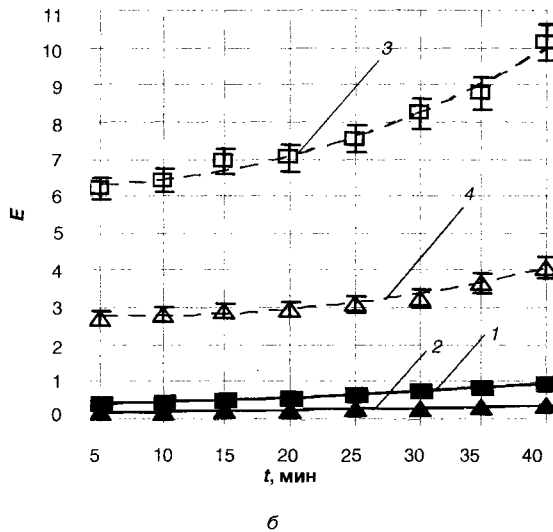
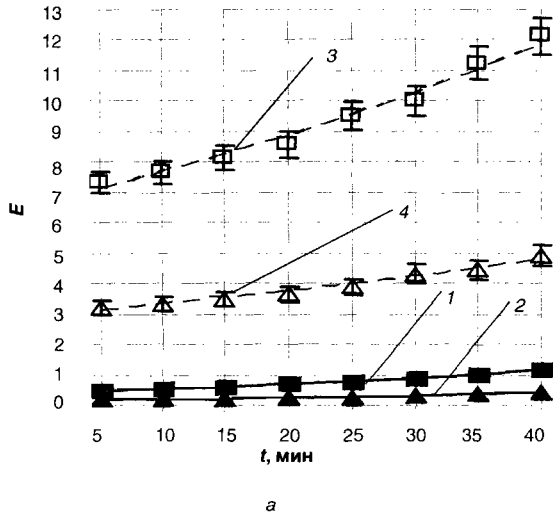


Рис. 6. Значение соотношения энергий E для ионов кадмия по времени:
 а - $C_{нач} = 20,0$ мг/л; б - $C_{нач} = 5,0$ мг/л;
 1 - $i = 4$ мА/см², УЗ-амплитуда 10 мкм; 2 - $i = 1$ мА/см²; 3 - $i = 1$ мА/см², УЗ-амплитуда 15 мкм; 4 - $i = 1$ мА/см², УЗ-амплитуда 10 мкм

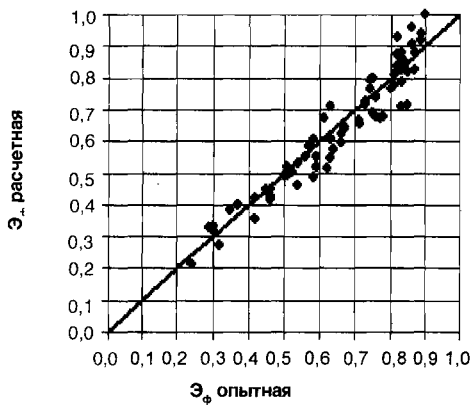


Рис. 7. Результаты опытов и расчетов по критериальному уравнению

Результаты обработки экспериментальных данных в виде представленных зависимостей на рис. 3–6 показали, что выбранные для построения критериального соотношения критерии подобия обладают высокой чувствительностью к изменению параметров эксперимента.

Для получения критериального соотношения воспользуемся методикой, изложенной в работе [13]. Суть методики состоит в построении системы линейных регрессионных уравнений для логарифмов тех критериев подобия, зависимости которых от параметров эксперимента были определены в ходе настоящей работы. При последующем потенцировании регрессионные уравнения принимают вид, традиционный для всех теплообменных процессов. Обобщение экспериментальных данных по этой методике позволило получить следующее критериальное уравнение:

$$\Theta_{\phi} = 0,7E^{-0,10} Sc^{0,57} Ga^{-0,45} Fo_{д}^{0,77} Re_{\omega}^{0,51}, \quad (10)$$

где $\Theta_{\phi} = (C_n - C_k) / C_n$ - эффективность процесса очистки; C_n, C_k - соответственно начальная и конечная концентрации.

Выбранные критерии подобия изменялись в следующих пределах:

$$\begin{aligned} 0,28 < \Theta_{\phi} < 0,89; \\ 0,2 < E < 22,2; \\ 7,3 \cdot 10^7 < Sc < 1,6 \cdot 10^9; \\ 6,2 \cdot 10^{11} < Ga < 6,8 \cdot 10^{12}; \\ 0 < Fo_{д} < 3,4 \cdot 10^{-6}; \end{aligned}$$

$$1,7 \cdot 10^{10} < Re_{\omega} < 3,5 \cdot 10^{10}.$$

Для оценки применимости полученного соотношения в целях масштабирования разработанного технологического процесса на рис. 7 представлено сравнение Θ_{ϕ} , полученной в опыте для ионов кадмия, и Θ_{ϕ} , рассчитанной по соотношению (10). Как следует из приведенных на рис. 7 данных, расхождение между двумя расчетами составляет не более 15,0%. Отсюда следует, что основные действующие факторы были учтены в соотношения (10).

Наибольшие показатели степени в уравнении (10) оказались у диффузионного критерия Фурье ($Fo_{д}$) и Шмидта (Sc), что свидетельствует об их определяющем влиянии на эффективность очистки. Кроме того, высокий показатель степени при критерии Шмидта указывает на значимость толщины пограничного слоя при проектировании аппаратуры, реализующей данный процесс.

Список литературы

1. *Кошель Н.Д.* Материальные процессы в электрохимических аппаратах. Моделирование и расчет / Н.Д. Кошель. – К.; Донецк: Вища шк., 1986. – 192 с.
2. *Каневский И.Н.* Фокусирование звуковых и ультразвуковых волн / И.Н. Каневский. – М.: Наука, 1977. – 337 с.
3. *Кривобородова Е.Г.* Ультразвуковое обезвреживание сточных вод от тяжелых металлов / Е.Г. Кривобородова // Московская наука – проблемы и перспективы: материалы 2-й Международной научно-практической конференции. – М, 2002. – С. 246–250.
4. *Систер В.Г.* Воздействие ультразвуковых колебаний на реагентно-флотационную очистку сточных вод от кадмия / В.Г. Систер, Е.Г. Кривобородова // Московская наука – проблемы и перспективы: материалы 1-го Московского научного форума (5-я Научно-практическая конференция). – М., 2004. – С. 82–89.
5. *Систер В.Г.* Исследование влияния ультразвуковых колебаний на процесс электрокоагуляционной очистки сточных вод от тяжелых металлов / В.Г. Систер, Е.Г. Кривобородова, О.В. Абрамов // Сб. науч. тр. Инженерная экология: проблемы города, промышленности, подготовки кадров. – М.: МГУИЭ, 2004. – С. 76–87.
6. *Систер В.Г.* Экспериментальное исследование влияния ультразвука на процесс очистки сточных вод от тяжелых металлов / В.Г. Систер, Е.Г. Кривобородова // Инновационный потенциал Москвы и механизмы его эффективной реализации: материалы 2-го Московского научного форума (1-я Городская инновационная конференция). – М., 2005. – С. 623–632.
7. *Левин А.И.* Лабораторный практикум по теоретической электрохимии / А.И. Левин, А.В. Помосов. – М.: Наука, 1979. – 240 с.
8. *Касаткин А.Г.* Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г. Касаткин. – М.: Химия, 1971. – 784 с.
9. *Когановский А.М.* Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении / А.М. Когановский. – М.: Химия, 1983. – 123 с.
10. *Краснов К.С.* Физическая химия. В 2 кн. Кн. 2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ: учебник / К.С. Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнев и др.; под ред. К.С. Краснова – 3-е изд., испр. – М.: Высшая шк., 2001. – 319 с.
11. *Галицейский Б.М.* Тепловые и гидродинамические процессы в колеблющихся потоках / Б.М. Галицейский, Ю.А. Рыжов, Е.В. Якуш. – М.: Машиностроение, 1977. – 256 с.
12. *Варгафтик Н.Б.* Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей / Н.Б. Варгафтик. – М.: Наука, 1978. – 721 с.
13. *Гонопольский А.М.* Об одном из возможных способов получения критериальных соотношений для плазменного напыления / А.М. Гонопольский, Р.А. Васильев // Физика и химия обработки материалов. – 1983. – № 5.

Новые учебники

Девисилов В.А. Охрана труда: учебник. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. – 448 с.: ил. – (Профессиональное образование).

В учебнике изложены основные сведения по охране труда. Дано представление об основных источниках опасных и вредных факторов производственной среды, о характере их воздействия на человека и предельно допустимых уровнях этого воздействия. Описаны методы и средства защиты человека, создания комфортных условий в рабочей зоне, основные причины травмирования на производстве, организационные, законодательные и экономические методы управления охраной труда. В третьем издании

учебника учтены изменения, произошедшие в трудовом законодательстве, связанные с новой редакцией Трудового кодекса и отменой Федерального закона «Об основах охраны труда в Российской Федерации», внесены исправления и уточнен список законодательной и нормативно-правовой документации по охране труда.

Для студентов средних специальных учебных заведений. Может быть использован студентами вузов при изучении отдельных разделов общепрофессиональной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», а также работниками служб охраны труда при обучении рабочих и служащих и инструктажах по охране труда.

РАСЧЕТ ЗОН ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АВТОСТОЯНОК И АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ

Я.Г. Готлиб,

доцент, к.т.н.,

Л.Л. Звягина,

инженер,

А.Г. Мачильская,

инженер,

МГТУ им. Н.Э. Баумана,

Н.К. Калашникова,

эксперт-физик ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии»,

И.А. Гончаренко,

научный сотрудник ГУП НИИПИ Генплана,

Москва

Дан анализ методов оценки воздействия на прилегающую территорию шума автостоянок (АС) и автозаправочных станций (АЗС). Показан пример расчета размеров санитарно-защитных зон (СЗЗ) для АС и АЗС по шумовому фактору.

В городской застройке значительное место занимают автостоянки (АС) и автозаправочные станции (АЗС), которые загрязняют окружающую среду вредными веществами и создают шум от движения автомобилей, работы топливораздаточных колонок (ТРК) и ряда других источников.

Однако методики расчета шумового воздействия АС и АЗС на прилегающую территорию, используемые на стадии их проектирования, не позволяют ни самим разработчикам этих объектов объективно и достоверно оценить неблагоприятное воздействие шума на жилую застройку, ни надзорным органам провести обоснованную экспертизу проектов.

Такое положение объясняется, во-первых, отсутствием соответствующих методов расчета, учитывающих шум не только от движения автомобилей по территории АС и АЗС с малой скоростью (примерно 5 км/ч), но и от других источников: прогрева двигателей на холостом ходу, работы ТРК и топливозаправщиков (особенно в ночное время); во-вторых – недостатком необходимых шумовых характеристик таких источников.

В настоящей работе дан анализ существующей практики расчетов воздействия шума АС и АЗС на окружающую территорию, приведена методика учета всех значимых источников шума этих объектов.

Существующие методы расчета уровней звука транспортных средств

В настоящее время эквивалентный уровень звука движущихся автомобилей, в том числе и по тер-

ритории АС и АЗС, можно рассчитать по формуле, приведенной в Пособии [1], для автотранспортных потоков:

$$L_{\text{АЭКВ}} = 10 \lg Q + 13,3 \lg V + 4 \lg (1 + \rho) + \Delta L_{A1} + \Delta L_{A2} + 15, \quad (1)$$

где $L_{\text{АЭКВ}}$ – эквивалентный уровень звука транспортного потока на расстоянии 7,5 м, дБА;

Q – интенсивность движения автомашин/ч;

V – средняя скорость потока, км/ч;

ρ – доля грузового и общественного транспорта в потоке, %;

ΔL_{A1} – поправка, учитывающая вид покрытия проезжей части улицы или дороги, дБА;

ΔL_{A2} – поправка, учитывающая продольный уклон улицы или дороги, дБА.

В Руководстве [2] перерасчет уровня звука при движении автотранспорта с малой скоростью v (например, сниженной на территории АС и АЗС до 5 км/ч) рекомендуется осуществлять по формуле

$$L_{Av} = L_A + 30 \lg \frac{v}{v_0}, \quad (2)$$

где L_{Av} – уровень звука, дБА, автотранспорта при скорости v , км/ч;

L_A – уровень звука, дБА, транспорта при скорости движения $v_0 = 60$ км/ч.

Таблица 1

Общее количество одновременных выездов или въездов автомобилей в час пик от общего количества АС [3]

	АС постоянного хранения		АС кратковременного хранения	
	ГСК*	под жилыми домами	при офисах	общего назначения
Выезды	20	35	40	25
Въезды	4	—	10	15

* ГСК – гаражно-строительный кооператив.

В качестве L_A принимается значение уровня звука для наиболее шумной машины L_{Amax} или суммарное значение уровня звука $L_{Aсум}$ легкового и грузового транспорта на АС и АЗС.

Для однотипных транспортных средств (с одинаковыми уровнями звука L_{Ai}), дБА;

$$L_{Aсум} = L_{Ai} + 10 \lg n, \quad (3)$$

для разнотипных транспортных средств (с различными уровнями звука L_{Ai}), дБА;

$$L_{Aсум} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_{Ai}}, \quad (3a)$$

где L_{Ai} – уровень звука, дБА, i -го типа транспортного средства при скорости $v = 60$ км/ч;

n – количество движущихся автомобилей по АС, шт., которое можно принимать по данным ОНТП 01-91 [3] (табл. 1).

Расчет уровней звука по указанным формулам (1) и (2) имеет недостатки и неопределенности.

Во-первых, формула (1) получена для движения интенсивных транспортных потоков по улицам

и магистралям со значительно более высокой скоростью (не ниже 30 км/ч), чем скорость движения одиночных автомобилей по территориям АС и АЗС.

Во-вторых, не указан диапазон скоростей, для которых применима формула (2).

В-третьих, учет уровня звука при движении одиночных автомобилей по территории АС и АЗС не исчерпывает всех реальных источников шума на АС и АЗС, например таких, как шум от прогрева двигателей, их работы на холостом ходу и при трогании с места, от работы ТРК при заправке автомобилей и работы топливозаправщиков при сливе топлива в емкости АЗС.

Нормативные размеры санитарно-защитных зон

Требования к размеру санитарно-защитных зон (СЗЗ) установлены в СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [4] в зависимости от класса предприятия и характера производства с учетом основных негативных факторов, которыми могут быть, например, вредные выбросы или шум (табл. 2).

Однако расстояния от АС и гаражей-стоянок для легкового транспорта до жилой и социальной застройки по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [4] разрешено уменьшить до размеров, указанных в табл. 3.

В СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [4] размеры СЗЗ для АЗС установлены с учетом шумового фактора. Для АС ведущим фактором в установлении минимального размера СЗЗ является не шумовое воздействие, а химическое загрязнение атмосферы (выбросы вредных химических веществ от автотранспорта).

Таблица 2

Требования к размерам санитарно-защитных зон

Объект	Характеристика	Класс	Размер СЗЗ, м	Источник
АЗС	Заправка грузового и легкового автотранспорта жидким и газовым топливом	IV	100	[4]
	Заправка легкового автотранспорта в количестве не более 500 машин в сутки при отсутствии объектов технического обслуживания	Автотранспорт, оборудованный системой закольцовки паров бензина. АЗС с компрессорами внутри помещения. Количество ТРК не более 2	V	50
Мини-АЗС		—	25	[5] Приложение 8
АС	См. также табл. 3	V	50	[4]

Таблица 3

Разрешенное расстояние, м, от АС и гаражей-стоянок до объектов жилой и социальной застройки

Объекты	Автостоянки (открытые площадки, паркинги) и наземные гаражи-стоянки вместимостью, машино-мест				
	10 и менее	11...50	51...100	101...300	свыше 300
Фасады жилых домов и торцы с окнами	10	15	25	35	50
Торцы жилых домов без окон	10	10	15	25	35
Школы, детские учреждения, ПТУ, техникумы, площадки отдыха, игр и спорта	25	50	50	50	50
Лечебные учреждения стационарного типа, открытые спортивные сооружения общего пользования, места отдыха населения (сады, скверы, парки)	25	50	*	*	*

Примечание: * – расстояние определяется расчетным методом по фактору шумового воздействия.



Расчет размеров санитарно-защитных зон

Граница СЗЗ по шумовому фактору представляет собой линию, в каждой точке которой суммарные октавные уровни звукового давления (или уровни звука) от всех источников шума объекта равны предельно допустимым уровням (ПДУ), регламентированным в СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [6].

В основе определения размеров СЗЗ единичного источника шума лежит приведенная в СНиП 23-03-2003 [7] формула для расчета уровня звука в расчетной точке по скорректированному уровню звуковой мощности:

$$L_A = L_{PA} - 15 \lg r + 101 \lg \Phi - \frac{\beta a^r}{1000} - 10 \lg \Omega, \quad (4)$$

где L_A – уровень звука в расчетных точках, дБА;
 L_{PA} – скорректированный уровень звуковой мощности, дБА;
 r – расстояние от источника шума до расчетной точки, м;
 Φ – безразмерный фактор направленности источника шума;

βa – затухание звука в воздухе, дБ/км ($\beta a = 0$ при $r \leq 50$ м);

Ω – пространственный угол, в который излучается звук.

Приняв для источников с равнонаправленным излучением звука $\Phi = 1$ ($10 \lg \Phi = 0$) и расположенных на поверхности территории $\Omega = 2 \pi$ ($10 \lg 2 \pi = 8$), пренебрегая ввиду малости затухания в воздухе величиной $\frac{\beta a^r}{1000}$ и задавшись значением $L_A = L_{АПДУ}$, по формуле (4) можно определить размер СЗЗ:

$$r = 10^{(L_{PA} - 8 - L_{АПДУ})/15} \quad (5)$$

Если в формуле (5) использовать не уровень звуковой мощности источника L_{PA} , а уровень звука L_A , создаваемый им, то формула будет иметь вид:

$$r = 10^{(L_A - L_{АПДУ})/15} \quad (6)$$

Если значение L_A установлено на расстоянии 7,5 м ($L_{A7,5}$) от линии движения автотранспортного средства (потока), то с учетом перехода к шумовой характеристике источника шума в его акустическом центре значение r определяется по следующей формуле:

$$r = \left[10^{(L_A - L_{АПДУ})/15} \right] \cdot 7,5. \quad (6a)$$

Границы СЗЗ объектов, имеющих несколько источников шума (в нашем случае АС и АЗС), могут быть определены двумя методами.

Первый метод, предложенный в Рекомендациях [5] – это метод акустических центров.

В качестве исходных данных необходимо иметь координаты источников шума на территории АС и АЗС в выбранной системе координат X_i, Y_i и скорректированный уровень звуковой мощности каждого из этих источников L_{PAi} .

По этим данным для выделенных источников шума определяют координаты приведенного акустического центра $X_{АЦ}$ и $Y_{АЦ}$ по формулам:

$$X_{АЦ} = \frac{\sum X_i 10^{0,1L_{PAi}}}{\sum 10^{0,1L_{PAi}}} \quad (7)$$

$$Y_{АЦ} = \frac{\sum Y_i 10^{0,1L_{PAi}}}{\sum 10^{0,1L_{PAi}}}, \quad (8)$$

где X_i, Y_i – координаты источников шума в выбранной системе координат;

L_{PAi} – уровень звуковой мощности i -го источника, дБ.

Для АС и АЗС при определении X_i, Y_i по формулам (7) и (8) вместо уровней звуковой мощности источников L_{PAi} могут быть использованы характеризующие их расчетные или измеренные значения уровней звука L_{Ai} .

Обобщенной акустической характеристикой АС и АЗС становится источник шума, расположенный в их акустическом центре и имеющий скорректированный уровень звуковой мощности объекта L_{PAi} , который определяется по двум формулам:

$$L_{PAi} = L_{Аср} + 10 \lg \frac{2S}{S_0}, \quad (9)$$

где L_{PAi} – скорректированный уровень звуковой мощности предприятия (объекта), дБА;

$L_{Аср}$ – средний уровень звука по периметру площадки предприятия (объекта), дБА;

S – площадь территории, м²;

$S_0 = 1$ м²;

$$L_{Аср} = 10 \lg \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_{A экв i}}, \quad (10)$$

где n – количество точек измерения по периметру участка предприятия;

$L_{A экв i}$ – эквивалентный уровень звука в i -й точке измерения по периметру участка, дБА.

По указанным данным радиус СЗЗ может быть определен по формуле (5).

В результате получаем СЗЗ в виде круга радиусом r с центром в акустическом центре объекта с координатами $X_{АЦ}$ и $Y_{АЦ}$.

Для расчета границ СЗЗ этим методом необходимо знать такие входящие в формулы (7), (8) и (10) параметры, как скорректированные уровни звуковой мощности отдельных источников и эквивалентные уровни звука в точках по периметру участка предприятия. Значения этих параметров для АС и АЗС можно получить по результатам инструментальных исследований на уже действующих предприятиях.

Использование данного метода для АС и АЗС целесообразно при выборе наиболее неблагоприятной ситуации, когда одновременно работают (излучают шум) несколько наиболее шумных источников, расположенных по периметру этих объектов или достаточно близко к нему. Например, одновременно производят прогрев двигателей или выезжают/въезжают машины с мест стоянки, расположенных в углах и в центре каждой из сторон АС. В таком случае вместо уровней звуковой мощности источников L_{PAi} при определении X_i, Y_i по формулам (7) и (8) и вместо эквивалентных уровней звука L_{Ai} , измеренных по периметру объекта, при определении L_{Acp} по формуле (10) могут быть использованы характеризующие их расчетные или измеренные значения уровней звука $L_{Aэкви}$ выбранных источников. При этом радиус СЗЗ определяют по формуле (6).

Второй метод нахождения границы СЗЗ (метод огибающей) состоит в расчете радиусов r для отдельных источников шума и построении огибающей всех рассмотренных источников.

Радиус r отдельных источников, характеризующихся скорректированным уровнем звуковой мощности L_{PA} , может быть определен по формуле (5), а для источников, характеризующихся уровнем звука L_A (или эквивалентным уровнем звука), — по формуле (6).

При использовании уровней звука в качестве исходных данных, характеризующих шум источников, не учитывается энергетическое сложение шума, генерируемого отдельными источниками. Это допущение практически не влияет на результаты расчетов при наличии одного из следующих условий: одновременное действие различных источников, большое различие (более 6 дБА) в уровнях их шумовых характеристик, а также значительная (более 5 м) их удаленность друг от друга и (или) от защищаемого объекта. При отсутствии

этих условий результаты расчетов могут дать заниженные значения размеров СЗЗ.

Выбор исходных данных для расчета санитарно-защитных зон

Для выполнения расчетов СЗЗ указанными методами необходимо знание шумовых характеристик различных источников на территории АС и АЗС, а также особенностей их эксплуатации.

Основными источниками шума и на АС, и на АЗС являются автотранспортные средства, движущиеся по их территории с малой скоростью (не более 5 км/ч), а также создающие шум при прогреве двигателя перед началом движения.

Для АЗС дополнительно должен учитываться шум от работы ТРК и от топливозаправщиков, представляющих собой мощные грузовые автомобили-цистерны, при сливе топлива в емкости АЗС.

При расчетах следует также учитывать круглосуточную работу АС и АЗС, поскольку ПДУ шума для ночного времени с 23:00 до 7:00 часов на 10 дБ меньше, чем для дневного времени.

Соответствующие нормативы ПДУ шума для различных объектов и территорий приведены в СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [6].

Для расчетов размеров СЗЗ АС и АЗС в качестве исходных значений шумовых характеристик автотранспортных средств следует использовать результаты инструментальных измерений уровней звуковой мощности, уровней звука, эквивалентных уровней звука, в том числе при скорости 5 км/ч, или паспортные характеристики и данные нормативных документов (например, ПДУ звука различных типов автомобилей при скорости 50 км/ч в ГОСТ 27436-87) [8].

Таблица 4

Максимальные значения L_{Amaxi} при скорости $v = 60$ км/час на расстоянии 7,5 м от источника по [9]

Вид и тип автомобиля, автобуса	Уровень звука L_{Amaxi} , дБА
Легковые автомобили:	
ВАЗ, Таврия	74
РАФ	76
Москвич, ГАЗ-24	78
ЗАЗ	81
Грузовые автомобили:	
УАЗ	83
ГАЗ-52, ГАЗ-53	86
ЗИЛ-130	88
КамАЗ	89
МАЗ	94
КрАЗ	95
Автобусы:	
ПАЗ	80
ЛАЗ	87
ЛИАЗ, ИКАРУС	88



Таблица 5

Эквивалентные УЗД и УЗ, источников внутриквартального шума, дБА, по [10]

Источники внутриквартального шума	Эквивалентные УЗД, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Эквивалент- ный УЗ, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Выезды со стоянок и проезды легковых автомашин по внутриквартальным территориям	58	62	57	50	46	42	38	32	54
Проезды, трогание с места грузовых автомашин на внутриквартальных территориях	76	70	64	61	58	54	50	42	65

При отсутствии таких данных могут быть использованы в качестве аналогов шумовые характеристики, приведенные в более ранних источниках:

- значения максимального уровня звука для скорости 60 км/ч (табл. 4) по [9];
- эквивалентные уровни звукового давления (УЗД) и уровни звука (УЗ) внутриквартальных источников транспортного шума (табл. 5) по [10];
- УЗД и УЗ, создаваемые на расстоянии 1 м от кабины при работе двигателей автомобилей на холостом ходу и при максимальных оборотах (табл. 6) по [11].

Для получения по приведенным данным необходимых показателей для скорости 5 км/ч в настоящее время приходится, несмотря на отмеченные выше недостатки, производить соответствующий перерасчет для малой скорости по формуле (2).

Для движения топливозаправщика по территории АЗС следует брать шумовые характеристики из данных, приведенных табл. 4 и 6, для соответствующих марок грузовых автомобилей, на которых смонтирована бензоцистерна.

В качестве характеристик шума ТРК могут быть предложены результаты натурных измерений, выполненных различными организациями на автозап-

равочных станциях г. Москвы и приведенных в табл. 7.

Примеры расчета СЗЗ

Для АС расчет СЗЗ рассмотренными методами проиллюстрирован на примере условной открытой стоянки для легковых автомобилей вместимостью 200 машино-мест.

В качестве базового источника шума принята машина ГАЗ-24 «Волга».

С учетом рекомендаций по устройству автостоянок, содержащихся в Пособии к МГСН 5.01.01 [12] и ОНТП 01-91 [3], планировочное решение рассматриваемой АС для выбранной модели автомобиля ГАЗ-24 «Волга» показано на рис. 1.

Ввиду того что автостоянка работает круглосуточно, расчет производится как для дневного, так и для ночного времени.

Методом акустических центров рассчитаем размеры СЗЗ для выбранного варианта АС при наиболее неблагоприятной с точки зрения воздействия шума на окружающую территорию ситуации, когда источники шума (т.е. движущие со скоростью 5 км/ч автомобили) расположены по периметру автостоянки (в углах и в центре каждой стороны) и один автомобиль движется на въезде/выезде,

Таблица 6

УЗД и УЗ, создаваемые на расстоянии 1 м от кабины автомобилей при работе двигателей на холостом ходу (х) и при максимальных оборотах (max), по [11]

Марка автомобиля	Режим работы двигателя	УЗД, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								УЗ, дБА
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ГАЗ-24	х	76	71	72	65	64	59	54	47	65
	max	79	80	75	71	68	66	61	51	76
УАЗ-469	х	82	74	72	66	65	62	51	47	63
	max	88	86	84	73	72	71	68	56	74
ГАЗ-69	х	85	74	71	68	65	62	56	50	64
	max	93	84	90	83	81	77	68	61	81
ГАЗ-53А	х	93	84	76	73	70	66	62	58	70
	max	100	98	93	88	84	81	75	69	87
ЗИЛ-130 ЗИЛ-ММЗ-555	х	92	88	80	73	72	69	63	57	75
	max	98	97	96	93	91	87	82	72	95
Колхида-608	х	98	92	89	74	71	69	66	60	78
	max	103	99	99	97	90	85	75	72	91
КАМАЗ-5320	х	76	77	78	79	76	71	67	60	77
	max	89	86	86	95	92	84	78	71	90
МАЗ-500	х	86	82	78	78	77	73	67	57	75
	max	105	102	92	91	92	85	77	67	89

Марка автомобиля	Режим работы двигателя	УЗД, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								УЗ, дБА
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
УРАЛ-337	x	93	80	75	74	70	68	67	64	72
	max	104	104	96	91	92	85	81	74	88
КрАЗ-257	x	92	84	82	81	78	74	72	66	78
	max	101	95	91	88	88	83	75	69	87
БелАЗ-540	x	93	90	89	87	85	81	73	67	84
	max	104	106	106	103	101	95	87	78	99
МАЗ-543	x	103	104	94	91	92	90	84	75	89
	max	106	104	105	103	102	101	91	82	101
РАФ-977	x	79	80	75	73	71	63	54	50	69
	max	80	81	77	75	70	68	60	54	74
УАЗ-451М	x	83	70	66	67	64	66	66	60	69
	max	100	80	76	75	74	74	74	73	80
ПАЗ-672	x	83	74	66	65	60	56	52	46	61
	max	86	80	77	74	73	69	63	56	74
ЛАЗ-695	x	91	87	80	75	71	65	60	52	73
	max	98	93	93	90	88	83	80	68	87
ЛИАЗ-677	x	81	79	79	74	72	69	66	62	73
	max	87	86	86	84	85	81	76	73	87

т.е. имеется девять одинаковых одновременно действующих источников шума.

Установив начало системы координат в левом нижнем углу автостоянки, получим координаты X_i и Y_i расположения каждого источника шума (ИШ), показанные на рис. 1.

Уровень звука, дБА, каждого из рассматриваемых девяти одинаковых источников (ГАЗ-24 «Волга») по табл. 4 при скорости 60 км/ч равен 78.

Значение уровня звука, дБА, для каждого рассматриваемого источника при скорости 5 км/ч, определяемое по формуле (2):

$$L_{A5} = 78 + 30 \lg \frac{5}{60} = 45,63.$$

По формулам (7) и (8) находим координаты акустического центра, м, для девяти рассматриваемых источников шума с одинаковыми значениями L_{A_i} :

$$X_{AЦ} = \frac{584,44}{9} = 64,94.$$

Таблица 7

Уровень звука ТРК, измеренный на расстоянии 1 м на АЗС г. Москвы

Характеристика ТРК	УЗ, дБА
1. АЗС № 6, Ландшафтный парк «Митино»	53,8
2. То же	54,4
3. »	51,6
4. АЗС № 5, Походный проезд, д. 12	58,2
5. То же	60,1
6. АЗС, Б. Переяславская ул., д. 66	52,2
7. То же	53,4
8. АЗС № 198, Шипиловский проезд, вл. 29а	68,0
9. АЗС № 141, Коровинское шоссе, ТРК по типу Schlumberger 2-4	76,0

$$Y_{AЦ} = \frac{255,18}{9} = 28,35.$$

Средний уровень звука, дБА, по периметру площадки АС определяется по формуле (10):

$$L_{Acp} = 10 \lg \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 10^{0,1L_{A5}} = 45,63.$$

Уровень звуковой мощности, дБА, автостоянки рассчитывается по формуле (9):

$$L_{PA} = 45,63 + 10 \lg \frac{2 \cdot 5911}{1} = 86,35.$$

При $L_{Aпдд}$ = 55 дБА (для дневного времени) радиус СЗЗ r_d , м, определяется по формуле (5):

$$r_d = 10^{(L_{PA} - 55 - 8)/15} = 10^{(86,35 - 55 - 8)/15} = 36,$$

при $L_{Aпдд}$ = 45 дБА (для ночного времени) радиус СЗЗ, м, определяется по формуле (5):

$$r_n = 10^{(L_{PA} - 45 - 8)/15} = 10^{(86,35 - 45 - 8)/15} = 167.$$

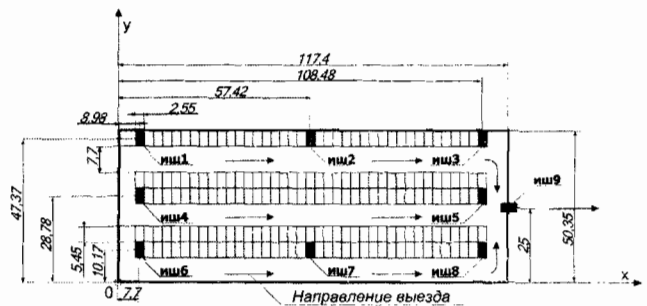


Рис. 1. Схема размещения легковых автомобилей (типа ГАЗ-24) на автостоянке вместимостью 200 машин и координаты рассматриваемых ИШ

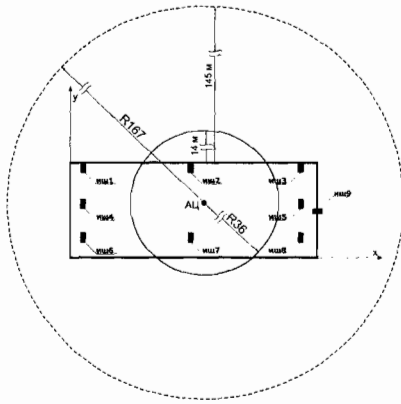


Рис. 2. Радиусы СЗЗ для АС в дневное и ночное время

В результате получаем СЗЗ в виде окружности радиусом $r = 36$ м (максимальное удаление от границ АС – 14 м) для дневного и $r = 167$ м (максимальное удаление от границ АС – 145 м) для ночного времени соответственно с центром в акустическом центре автостоянки с координатами $X_{АЦ} = 64,94$ м и $Y_{АЦ} = 28,35$ м (рис. 2).

Метод огибающей для выбранной ситуации не имеет смысла применять, так как полученное выше значение уровня звука, дБА, рассматриваемого автомобиля ГАЗ-24 «Волга» при скорости движения 5 км/ч даже для ночного времени практически равно допустимому значению $L_{Аср} = 45,63 \approx L_{Апду} = 45$.

Поэтому определим размеры СЗЗ методом огибающей для случая одновременного прогрева (перед началом движения) восьми одинаковых автомашин типа ГАЗ-24 «Волга», расположенных по периметру в тех же точках. Для этого рассчитаем радиусы СЗЗ отдельных источников шума по формуле (6), приняв по табл. 6 значение уровня звука L_A при прогреве автомобиля ГАЗ-24 «Волга» при максимальных оборотах равным 76 дБА.

Для дневного времени при $L_{Апду} = 55$ дБА радиус, м, СЗЗ каждого источника

$$r_d = 10^{(L_A - 55)/15} = 10^{(76 - 55)/15} = 25.$$

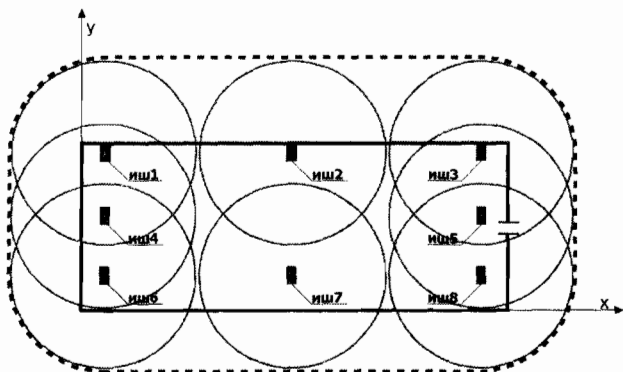


Рис. 3. Окружности СЗЗ отдельных ИШ на АС и их огибающая в дневное время

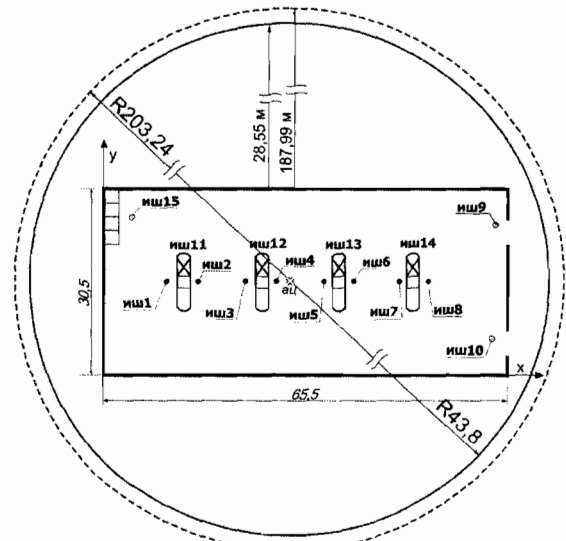


Рис. 4. Схема АЗС с расположением ИШ и радиусов СЗЗ для дневного и ночного времени: ИШ-1,2,3,4,5,6,7,8 – автомобили управляемые, подъезжающие и отъезжающие к ТРК; ИШ-9,10 – въезжающие и выезжающие на АЗС машины; ИШ-11,12,13,14 – ТРК, ИШ-15 – топливозаправщик

Для дневного времени размеры рассчитанных СЗЗ отдельных источников шума и их огибающая, характеризующая СЗЗ всей АС, показаны на рис. 3.

Для ночного времени при $L_{Апду} = 45$ дБА радиус, м, СЗЗ каждого источника

$$r_n = 10^{(L_A - 45)/15} = 10^{(76 - 45)/15} = 117,$$

и по этой величине аналогичным образом может быть построена огибающая, характеризующая СЗЗ АС для ночного времени.

Для АЗС приведенные методы и формулы были применены для расчета СЗЗ автозаправочной станции с наиболее распространенной схемой для заправки легковых автомобилей на четырех ТРК, каждая из которых обслуживает по нормативам 20 легковых машин в час и занимает площадь 0,2 га (2000 м²). Такая АЗС прямоугольной формы с соотношением сторон 1:2 показана на рис. 4.

Методом акустических центров был просчитан наиболее неблагоприятный вариант, когда заправляются восемь автомобилей (ИШ-1, ИШ-2, ИШ-3, ИШ-4, ИШ-5, ИШ-6, ИШ-7 и ИШ-8) у всех четырех работающих ТРК (ИШ-11, ИШ-12, ИШ-13 и ИШ-14).

В качестве источника шума принята, как и для АС, машина типа ГАЗ-24 «Волга».

Для сравнения с СЗЗ, установленными в СанПиН 2.2.1/ 2.1.1.1200-03 [4], примем в расчете наименее шумную ТРК с $L_{Ai} = 51,6$ дБА (см. табл. 7, п. 3).

В результате расчета этим методом для выбранной расчетной схемы получены СЗЗ в виде

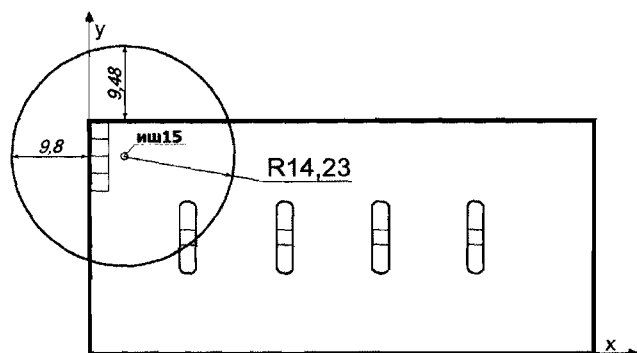


Рис. 5. Расположение на АЗС источника шума ИШ-15 (топливозаправщик в момент движения около емкостей для топлива) и радиус СЗЗ для него

окружностей (с координатами акустического центра $X_{\text{ац}} = 30$ м и $Y_{\text{ац}} = 15,25$ м) радиусами, м:

для дневного времени – $r_{\text{д}} = 43,8$ (максимальное удаление от границ АЗС – 28,55 м);

для ночного времени – $r_{\text{н}} = 203,24$ (максимальное удаление от границ АЗС – 187,99 м) (см. рис. 4).

Отдельный интерес представляет расчет СЗЗ для случая, когда в ночное время единственным источником шума является автозаправщик при выгрузке топлива в емкости АЗС, находящиеся в углу (ИШ-15). При этом по правилам эксплуатации АЗС при выгрузке топлива в емкости АЗС не работает, на ее территории не могут находиться и управляться какие-либо автомобили.

Список литературы

1. Пособие к МГСН 2.04-97 «Проектирование защиты от транспортного шума и вибрации жилых и общественных зданий». – М., 1999.
2. Руководство по разработке раздела «Охрана окружающей среды» в составе проектов планировки улично-дорожной сети. НИИПИ Генплана г. Москвы (НПО-ООС14, титул № 14-99/99). – М., 2000.
3. ОНТП 01-91 «Отраслевые нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта». – М.: Росавтотранс, 1991.
4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов». – М.: Минздрав России, 2003.
5. Рекомендации по разработке проектов санитарно-защитных зон промышленных предприятий групп предприятий. НИИПИ Генплана г. Москвы – М.: Изд-во Российского экологического федерального информационного агентства, 1998.
6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». – М., 1997.
7. СНиП 23-03-2003. «Защита от шума». – М.: Госстрой России, 2004.
8. ГОСТ 27436-87. Внешний шум автотранспортных средств. Допустимые уровни и методы измерения.
9. Справочник проектировщика «Защита от шума в градостроительстве». – М.: Стройиздат, 1993.
10. Снижение шума в зданиях и жилых районах / Г.Л. Осипов, Е.Я. Юдин, Г. Хюбнер и др.; под ред. Г.Л. Осипова, Е.Я. Юдина. – М.: Стройиздат, 1987. – 558 с.
11. Ограничение проникновения производственного шума типографий в жилую застройку: рекомендации технического управления Госкомиздата СССР. – М., Книга, 1987.
12. Пособие к МГСН 5.01.01 «Стоянки легковых автомобилей». – М., 1997.

В этом случае в качестве ИШ-15 принимается топливозаправщик в виде автоцистерны на базе тяжелых автомобилей, например МАЗ или КраЗ, для которых значения уровня звука могут быть взяты из табл. 4 для скорости 60 км/ч и пересчитаны к скорости движения по АЗС 5 км/ч по формуле (2).

Радиус СЗЗ для отдельного источника шума ИШ-15, рассчитанный по формуле (6) для ночного времени ($L_{\text{аплдв}} = 45$ дБА), равен 14,23 м и показан на рис. 5.

* * *

Приведенные методики расчета и исходные данные для них позволяют на стадии проектирования более полно и достоверно оценить ожидаемое воздействие шума АС и АЗС на прилегающую территорию и определить действительно безопасные размеры СЗЗ при наиболее неблагоприятных условий эксплуатации АС и АЗС с учетом их геометрии и размеров, количества и типов обслуживаемых автомобилей.

Размеры СЗЗ, определенные предложенными методами расчета, могут превысить (особенно для ночного времени) значения, установленные СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [4].

Полученные результаты позволяют поставить вопрос об обязательном подтверждении акустическим расчетом принимаемых для АС и АЗС размеров СЗЗ, а также об уточнении установленных в СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [4] размеров СЗЗ для этих объектов с учетом значения шумового фактора при их эксплуатации.

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СТЕКОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А. Б. Аткарская,

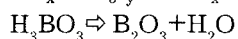
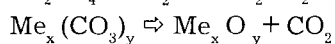
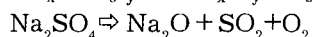
К.Т.Н.,

Новороссийской филиал Белгородского государственного технологического университета имени В.Г. Шухова

В статье дан обзор направлений повышения экологической безопасности при производстве стекла за счет минимизации пылевых и газообразных выбросов вредных веществ в окружающую среду.

Стеклоделие относится к одной из неблагоприятных в экологическом отношении отраслей промышленности. Выбросы загрязняющих веществ содержат в основном пыль и взвешенные вещества, диоксид углерода, диоксид серы, оксиды азота. Для получения стекла часто используются вещества повышенной вредности. В статье приведена таблица «Химические вещества 2-го класса токсичности, используемые при производстве стекла различного назначения» [1].

Другие компоненты, например сода или природные материалы – известняк, доломит, песок, – существенно менее токсичны. Однако процесс подготовки, включающий в себя измельчение природного сырья, просев природных и искусственных материалов, смешение компонентов в рецептурных пропорциях (приготовление шихты), сопровождается пылеобразованием. Активное выделение пыли, содержащей мелкодисперсную фракцию практически всех сырьевых материалов, происходит и во время загрузки шихты. В печи этот процесс усложняется плавлением и разложением компонентов с выделением газообразных оксидов азота, серы, углерода, паров воды и других веществ по следующим реакциям:



Например, небольшая ванная печь производительностью 50 т в сутки стекломассы выделяет только в результате разложения доломита ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) около $2 \cdot 10^3 \text{ м}^3 \text{ CO}_2$ в сутки.

Ряд компонентов стекла (оксид свинца, оксиды щелочных металлов, бора, сурьмы) в процессе варки легко улетучивается из расплава. Например, при 1300°C из боросодержащих кронов испаряется до $30 \text{ мг}/(\text{см}^2 \cdot \text{ч}) \text{ B}_2\text{O}_3$, а из свинцовых стекол – до $60 \text{ мг}/(\text{см}^2 \cdot \text{ч}) \text{ PbO}$ [2].

Более 90% производимого в мире стекла варится в газопламенных печах, сжигающих топливную смесь «газ–воздух». При среднем расходе газа $800 \text{ м}^3/\text{час}$ и соотношении газ / воздух, равном 1/10, печь «производит» около $20 \cdot 10^3 \text{ м}^3$ в сутки CO_2 и $280 \cdot 10^3 \text{ м}^3$ в сутки оксидов азота в пересчете на NO_2 . Кроме того, при неполадках в системе сжигания топлива возможно его неполное окисление до оксида углерода (II).

Из изложенного очевидно, что экологические проблемы в стекольной промышленности нужно решать в следующих направлениях:

1. Улучшение процессов подготовки сырья и шихты или самих материалов и шихт, что позволит уменьшить пылевыделение и летучесть компонентов стекла.

2. Снижение рабочих температур в печи, что способствует уменьшению расхода газообразного топлива и снижению выбросов оксидов углерода и азота.

3. Разработка экологически безопасных видов топлива, окислителя или принципиально новых источников тепловой энергии в целях минимизации или исключения токсичных выбросов.

4. Поиск принципиально новых методов, позволяющих получать стекло без стадии варки.

Использование брикетированной или гранулированной шихты [3] позволяет уменьшить пылеобразование при ее загрузке в печь. Проводятся интенсивные поисковые работы в направлении «улучшения» сырья. Предлагается [4] традиционные материалы заменять более химически активными, менее тугоплавкими и летучими (бораты, силикаты, щелочи). В результате уменьшается температура взаимодействия и ускоряется силикатообразование. Это особенно важно, если в состав стекла входят компоненты высоких классов токсичности, например оксид свинца, который традиционно вводится в шихту в виде высокотоксичного свинцового сурика и легко улетучивается из расплава.

Таблица

Химические вещества 2-го класса токсичности, используемые при производстве стекла различного назначения

Соединения, используемые при производстве стекла	Вид стекла
1. Свинцовый сурик, свинцовый глет, неорганические соли свинца	Оптическое, хрустальное
2. Неорганические соединения бария	Оптическое, новые виды хрустала
3. Фторсодержащие неорганические соединения	Специальное, техническое
4. Глинозем	Все виды стекла
5. Борная кислота, бораты	Оптическое, специальное, сортовое, техническое
6. Оксид сурьмы	Оптическое, специальное, сортовое, техническое

Для снижения температуры стеклообразования предложены синтетический силикат [5] и искусственный продукт, заменяющий соду [6]. Последний представляет собой силикат натрия, модифицированный небольшим количеством оксидов титана и железа. По сравнению со стеклом на основе кальцинированной соды в стекле, сваренном с заменителем, процессы силикатообразования заканчиваются при температурах на 80°C, а стеклообразования – на 40°C меньше, чем в случае использования соды. Дополнительно на 10...12% сокращается расход топлива, укорачивается время провара и осветления, на 5...7% увеличивается выход годной продукции, уменьшается пылеобразование и выброс в атмосферу углекислого газа, оксидов азота и серы. Технология приготовления шихты в две стадии: изготовление традиционной шихты и последующее супертонкое ее измельчение [7], обеспечивает частичное протекание силикатообразования уже на стадии изготовления и быстрое завершение процесса в начальной зоне варочного устройства.

Использование предлагаемого способа позволит радикально снизить энергозатраты на стекловарение и значительно сократить вредные выбросы в атмосферу.

Одно из перспективных направлений, позволяющих в корне изменить существующий способ приготовления шихты и минимизировать пылевые выбросы, – переход от сухого смешивания твердых компонентов к перемешиванию их растворов или суспензий. Например, для производства технического, строительного, тарного стекла предложен «каназит» [8, 9], изготавливаемый из аморфных горных пород (перлитов, диатомитов, трепелов, опок и др.).

Материал, общую формулу которого можно выразить в виде $xR_2O \cdot yRO \cdot zR_2O_3 \cdot nSiO_2 \cdot mH_2O$ (где x, y, z, n, m – числовые коэффициенты), представляет собой сцементированные агрегаты силикатных соединений, обладает высокой дисперсностью и однородностью. Благодаря аморфному фазовому составу и тонкодисперсному состоянию компонентов

каназиту присуща высокая реакционная способность, что позволяет интенсифицировать процессы стекловарения, снизить температуру варки на несколько сотен градусов, уменьшить расход топлива и токсичные выбросы газообразных продуктов горения.

Одним из перспективных методов получения стекла оптического и специального назначения, позволяющим полностью исключить высокотоксичное сырье, снизить пылевыделение, температуру варки, расход топлива и повысить экологическую безопасность стекольного производства, является **золь-гель технология**, существующая в двух вариантах.

Первый вариант предполагает изготовление порошков (золь-гель шихт-ЗГШ) высокой степени чистоты и однородности, в которых компоненты распределены на молекулярном уровне, для последующей традиционной варки. В кремнийсодержащих продуктах, полученных описанной технологией, реакции силикатообразования полностью или частично протекают на стадии их приготовления. Исследования, проведенные автором данной работы, показали, что реакции стеклообразования в ЗГШ, термообработанном при 400° в течение одного часа, близки к завершению. Стеклование в смеси из обычной шихты завершается только после обработки при 800° в течение одного часа.

Летучесть компонентов из расплава также значительно уменьшается по двум причинам: вследствие связывания тугоплавких и легколетучих компонентов в химические соединения на стадии приготовления продукта и за счет снижения температуры его варки. Так, летучесть борного ангидрида из расплава стекла марки К8 по сравнению с использованием традиционной шихты снизилась в 1,7 раза – с 22 до 12 мг/(см² · ч). Из расплава свинцовосодержащего флинта испаряется в 2,5 раза меньше PbO: 14 мг/(см² · ч) вместо 35 мг/(см² · ч) в случае применения традиционной шихты.

В работах [10, 11] предложены способы изготовления порошка для формования гомогенных силикатных и фосфатных стекол широкого диапазона составов, в которых легирующие вещества равномерно распределяются в структуре стекла. Последующую варку полученной сухой фосфатной шихты ведут при 800...1250°C, что на 150...200°C ниже, чем традиционной.

Второй вариант золь-гель технологии предполагает исключение стадии варки стекла вообще. Детали заданных размеров и конфигурации получают, заливая золь в форму требуемых размеров. Золь превращают в гель и осторожно сушат во избежание растрескивания. Заготовку ксерогеля спекают при невысокой температуре 800...1100°C до монолитного стекла. Это позволяет

исключить или минимизировать традиционные «пылеемкие» процессы шихтоприготовления и выбросы загрязняющих продуктов сжигания газообразного топлива.

Традиционно жидкое стекло получают растворением в автоклавах предварительно сваренной силикат-глыбы (двухкомпонентного натрий-силикатного стекла). Варка растворимого стекла весьма энергоемкий и экологически неблагоприятный процесс, поскольку в состав шихты входят два компонента с различной температурой плавления и летучестью. Сода разлагается и плавится при низкой температуре, а температура начала размягчения песка – около 1700°C.

Процесс силикатообразования в этой системе весьма длителен, лимитируется скоростью диффузного растворения кремнезема в расплаве соды и сопровождается интенсивным испарением оксида натрия из расплава. Патентуемый способ [12] позволяет получить жидкое стекло без стадии плавления. Дополнительно решается проблема утилизации техногенных отходов других производств. Смесь кремнеземосодержащего сырья (искусственные диоксиды кремния, отходы металлургических производств, природные кремнеземосодержащие минералы, геотермальный кремнезем) и едкого натра подвергают механохимической активации и обрабатывают водой при атмосферном давлении и температуре 80...90°C.

Актуальным с точки зрения экологической безопасности является применение для синтеза стекла новых видов топлива, окислителя или нетрадиционных видов энергии. Поскольку стандарты западных стран жестко ограничивают выбросы NO_x , зарубежные стекловаренные фирмы активно заменяют в составе топливной смеси воздух на кислород. В зависимости от системы снабжения содержание кислорода может изменяться до 90...100%. Экономический эффект от использования горелок серии Cleanfire®HR™, применяющих кислородно-топливное горение в большой печи, по сравнению с традиционными регенеративными воздушно-топливными печами с попережным направлением пламени составляет 4 млн долл. в год [13]. Дополнительно минимизируются или полностью исключаются выбросы оксидов азота.

Альтернативой применяемому газовому топливу является экологически безопасное микроволновое излучение (СВЧ), которое можно применять для сушки, формования, термообработки сырья, стекломатериалов и изделий. При воздействии СВЧ-поля на высушиваемый материал происходит его разогрев до температуры кипения и испарение влаги во всем объеме раствора [14]. В результате получается однородный хрупкий материал, который легко измельчается

в порошок. Преимуществом такой сушки является возможность использовать компактное, экономичное, экологически безопасное СВЧ оборудование, не требующее теплоносителей, способных наносить ущерб окружающей среде. Проводятся работы, целью которых является замена газового на микроволновой нагрев листового стекла, который можно использовать при формовании, гнутье, закалке, отжиге и нанесении покрытий. Для снижения энергозатрат до 30%, исключения выбросов NO_x , CO и CO_2 предложена технология варки стекла с применением микроволнового нагрева и представлена техническая спецификация небольшой микроволновой стекловаренной печи [15].

Из изложенного очевидно, что улучшение экологической обстановки в стекольной промышленности возможно при использовании новых видов сырья, топлива, изменении технологии шихтоприготовления или исключении стадии варки. На первом этапе можно рекомендовать российским производителям активно внедрять кислородное сжигание топлива. Использование СВЧ нагрева в стеклоделении позволит, на наш взгляд, перейти на новую качественную ступень и не только уменьшить вредные выбросы, но также существенно снизить энергоемкость процесса и улучшить качество продукции.

Список литературы

1. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России / В.Ф. Протасов. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 670 с.
2. Физико-химические основы производства оптического стекла / под ред. Л.И. Демкиной. – Л.: Химия, 1976. – 456 с.
3. Химическая технология стекла и ситаллов / под ред. Н.М. Павлушкина. – М.: Стройиздат, 1983. – 431 с.
4. Dusdorf W., Hohne D., Nolle Gunter. Влияние особенностей приготовления шихты на процесс варки стекла // Silicatechnik. – 1983. –34. –2. S. 35-38, 63-64.
5. Method of producing synthetic silicates and use there of in glass production: Пат. 6287378 США, МПК (7) C04 B 3/076; №09/001335; Заявл. 31.12.1997; Опубли. 11.09 2001; НПК 106/600.
6. Об использовании заменителя кальцинированной соды в стекловарении / В. Молчанов, А. Везенцев, И. Тарасова, Е. Коломыцев. – Стекло мира. – 2003. – № 1. – С. 38–39.
7. Солинов В.Ф. Новая технология получения мелкодисперсной стекольной шихты и способ варки из нее стекла / В.Ф. Солинов, Ю.М. Шершнева // Стекло и керамика – 2005. – № 2. – С. 3–6.
8. Мелкоян Р.Г. Каназит – перспективное сырье для стекловарения / Р.Г. Мелкоян // Стекло и керамика. – 2002. – № 9. – С. 15–22.

9. *Мелкоян Р.Г.* Каназит – будущее стекловарения / Р.Г. Мелкоян // Научные аспекты экологических проблем России: труды Всероссийской конференции, посвященной памяти академика А.Л. Яншина в связи с 90-летием со дня рождения. – М., 2002. – С. 453–459.

10. Золь-гель способ изготовления порошка, используемого для формования стекла. Sol-gel method of preparing powder for use in forming glass : Пат. 6360564 США, МПК{7} С 03 В 8/02; Corning Inc., Cornelius Lauren K., Ellison Adam J. G., Ukrainczyk Ljerka. – № 09/488300; Заявл. 20.01.2000; Опубл. 26.03.2002.

11. Способ производства фосфатных стекол: Пат. 2191755 Россия, МПК{7} С 03 С 3/16 / И.Ю. Лимбах, Г.О. Карапетян, К.Г. Карапетян, А.М. Хлыновский, Н.В. Андреева, В.И. Юрьева, А.И. Платонов, С.В. Кузнецов. – № 2001135953/03; Заявл. 21.12.2001; Опубл. 27.10.2002.13.

12. Способ получения жидкого стекла. Пат. 2187457 Россия, МПК{7} С 01 В 33/32 / В.А. Полубояров, З.А. Коротаева, А.Е. Лапин, Е.П. Ушакова, Н.З. Ляхов, В.В. Карпан, О.А. Эунап. – № 2001111000/12; Заявл. 20.04.2001; Опубл. 20.08.2002.

13. *Видуна Я.* Использование кислородно-топливных горелок для стекловаренных печей / Я. Видуна, Я. Инскипп // Стекло и керамика, 2005. – № 3. – С. 29–32.

14. Получение гидратированных силикатов щелочных металлов сушкой жидкого стекла в СВЧ поле / А.С. Брыков, В.И. Корнеев // Международная научно-практическая конференция «Качество, безопасность, энерго- и ресурсосбережение в промышленности строительных материалов и строительстве на пороге XXI века, посвященная 30-летию академии» (XV Научные чтения БелГТАС-М): сборник докладов. – Ч. 1. – Белгород, 2000. – С. 71–75, 403, 426.

15. *Hajek Milan.* Microwave melting technology // Glass. – 2002. – 79. – № 9. – Р. 317.

РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

А. Ф. Батанов,

начальник КБ, доцент, к.т.н.,

С. Н. Грицынин,

начальник отдела,

С. В. Муркин,

старший научный сотрудник,

Специальное конструкторско-технологическое бюро
прикладной робототехники МГТУ им. Н.Э. Баумана

В статье приведены краткое описание конструкций и технические характеристики робототехнических средств (мобильных роботов), разработанных в Специальном конструкторско-технологическом бюро прикладной робототехники МГТУ им. Н.Э. Баумана (СКТБ ПР), предназначенных для применения в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС).

На современных промышленных объектах (например, объектах химической и атомной промышленности) в силу увеличения сложности производства с применением энергоемких технологий, радиоактивных и токсичных веществ любая нештатная ситуация может привести к аварии или катастрофе. Поражающие факторы, возникающие при этом, образуют экстремальные условия для выживания не только производственного персонала, но и личного состава аварийно-спасательных формирований, ликвидирующих последствия аварий. В целях уменьшения степени участия человека при проведении работ в опасных условиях используются робототехнические системы (РТС) и дистанционно управляемое оборудование.

Конструктивные особенности РТС, степень сложности системы управления, массогабаритные характеристики и состав специального оборудования определяются:

- условиями эксплуатации, видом ЧС и их поражающими факторами;
- функциональным назначением системы, типом и объемом решаемых задач, а также спецификой технологических операций, выполняемых при ликвидации ЧС;
- общими тактико-техническими требованиями к РТС;
- современным состоянием и уже имеющимся опытом работы в области создания и применения РТС.

Опыт применения РТС в различных ЧС позволил сформировать ряд общих требований к РТС. Так, все РТС должны:

- управляться по радио на расстоянии до 2000 м, а по кабелю – до 400 м;
- иметь бортовую систему управления, обеспечивающую контроль различных параметров поражающих факторов с передачей информации на пост дистанционного управления;
- быть устойчивыми к воздействию ионизирующих излучений (интенсивность излучений не менее 1 Р/с; интегральная доза

не менее 10^5 Р) и основных активных химических отравляющих веществ;

- иметь блочно-модульную конструкцию с максимально возможной унификацией носителя (транспортной базы), системы телеуправления, исполнительных приводов, сменного рабочего оборудования и инструмента;

- обладать высокими проходимостью и мобильностью, при необходимости доставляться

в район ЧС всеми видами транспорта с применением и без применения транспортного контейнера.

По мобильности и общему назначению выделяются следующие основные типы наземных робототехнических комплексов [1]:

- разведывательно-технологические РТС легкого типа (масса РТС – до 1000 кг);

- технологическо-разведывательные РТС среднего типа (масса РТС – от 1000 до 20 000 кг);

Таблица 1

Основные типы робототехнических средств

Тип, назначение и область применения	Выполняемые операции	Мобильность	Особенности конструкции	Оснащение
<p>Легкие (до 1 т)</p> <p>Разведывательно-технологические</p> <p><i>Область применения:</i> аварии локального характера в пределах одного здания (сооружения)</p>	<p>До 100 кг</p> <p>Визуальная и акустическая разведка в помещениях и в объектах транспорта; осмотр труднодоступных мест (днища автомобилей и т.п.) и разрушение обнаруженных взрывных устройств</p>	<p>Перевозка любым видом транспорта в контейнере-чемодане; выгрузка оператором; переноска оператором или доставка с помощью более тяжелых мобильных роботов к исследуемому объекту</p>	<p>Шасси гусеничное, колесное или специальное комбинированное. Управление по радио, ВОЛС или кабелю. Электромеханический привод. Питание от аккумуляторов. Блочно-модульная конструкция</p>	<p>1–3 телекамеры; микрофоны; стрела кранового или телескопического типа, либо манипулятор с 2–5 степенями подвижности грузоподъемностью около 5 кг; гидроразрушитель</p>
	<p>От 100 до 400 кг</p> <p>Разведка внутри помещений и на открытой местности. Взрывотехнические работы. Транспортирование и установка специального оборудования. Проведение точных манипуляционных работ. Монтаж и демонтаж оборудования</p>	<p>Перевозка легковым автомобилем с кузовом «универсал», легким грузовиком или микроавтобусом; выгрузка вручную (до 200 кг) или своим ходом по аппаратам; возможна переноска машин массой до 200 кг на относительно небольшие расстояния (4–6 чел.) Изменяемая конфигурация движителя обеспечивает перевозку в лифтах, движение по лестницам и маневрирование на лестничных площадках</p>	<p>Шасси гусеничное, гусеничное с изменяемой конфигурацией, колесное или специальное комбинированное. Управление по радио, ВОЛС или кабелю. Электромеханический привод. Питание от аккумуляторов. Блочно-модульная конструкция</p>	<p>2–6 телекамер; микрофоны; манипулятор с 2–6 степенями подвижности грузоподъемностью 10–30 кг и сменным инструментом; комплект взрывотехнического и разведывательного оборудования</p>
	<p>Свыше 400 кг</p> <p>Разведка внутри помещений и на открытой местности. Взрывотехнические работы. Демонтаж оборудования, разборка завалов в помещениях. Погрузочно-разгрузочные и транспортные работы</p>	<p>Перевозка легким грузовиком или микроавтобусом; выгрузка своим ходом по аппаратам; возможна перевозка в стандартных контейнерах вместе с постом управления и комплектом навесного и дополнительного оборудования</p>	<p>Шасси гусеничное; колесное или специальное комбинированное. Управление по радио, ВОЛС или кабелю. Питание от встроенных аккумуляторов или от сети по кабелю до 400 м. Возможна установка ДВС</p>	<p>2–6 телекамер; микрофоны; манипулятор с 2–6 степенями подвижности грузоподъемностью до 120–150 кг и сменным инструментом; специальное оборудование (погрузчик, контейнер и т.п.); комплект взрывотехнического и разведывательного оборудования</p>
<p>Средние (до 20 т)</p> <p>Технологическо-разведывательные</p> <p><i>Область применения:</i> аварии в пределах промышленного объекта, городского квартала, ж.д. станции и т.д.</p>	<p>До 5 т</p> <p>Визуальная и приборная разведка опасных зон. Проведения взрывотехнических работ. Разборка завалов. Прокладывание путей и устройство проездов в очагах поражения. Локализация и тушение пожаров. Погрузочно-разгрузочные и транспортные работы</p>	<p>Перевозка легким грузовиком; выгрузка своим ходом; возможна перевозка в стандартных контейнерах вместе с постом управления и комплектом навесного и дополнительного оборудования</p>	<p>Шасси гусеничное, колесное или специальное комбинированное; возможно использование серийно выпускаемых транспортных средств (автомобили высокой проходимости, погрузчики, малогабаритная землеройная и дорожная техника). Управление по радио, ВОЛС или кабелю</p>	<p>2–6 телекамеры; микрофоны; манипулятор с 2–6 степенями подвижности и сменным инструментом; комплект взрывотехнического и разведывательного оборудования</p>

Тип, назначение и область применения	Выполняемые операции	Мобильность	Особенности конструкции	Оснащение
Средние (до 20 т) Технологоразведывательные Область применения: аварии в пределах промышленного объекта, городского квартала, ж.д. станции и т.д.	От 5 до 12 т	Перевозка на большие расстояния специальным автотранспортом (трейлеры), железнодорожным и водным транспортом, возможна доставка транспортными самолетами или на внешней подвеске вертолетов; движение со скоростью 30–120 км/ч при управлении с места водителя	Шасси гусеничное или колесное; возможно использование серийно выпускаемых транспортных средств (промышленные тракторы, легкие бронированные машины). Управление по радио, ВОЛС или кабелю	2–6 телекамеры; микрофоны; манипулятор с 2–6 степенями подвижности и сменным инструментом; комплект взрывотехнического и разведывательного оборудования
	Свыше 12 т	Перевозка на большие расстояния специальным автотранспортом (трейлеры), железнодорожным и водным транспортом, возможна доставка тяжелыми транспортными самолетами; движение со скоростью 30–120 км/ч при управлении с места водителя	Шасси гусеничное; колесное или специальное комбинированное; возможно использование серийно выпускаемых транспортных средств (промышленные тракторы, военная техника типа БТР и БМП). Управление по радио, ВОЛС или кабелю	2–6 телекамеры; микрофоны; манипулятор с 2–6 степенями подвижности и сменным инструментом; комплект взрывотехнического и разведывательного оборудования
Тяжелые (свыше 20 т) Технологические Область применения: крупные аварии, глобальные природные и антропогенные катастрофы	Проведения взрывотехнических работ с тяжелыми боеприпасами (выкапывание сильно заглубленных тяжелых авиабомб и боеголовок). Разборка завалов. Прокладывание путей и устройство проездов в очагах поражения. Локализация и тушение пожаров. Земляные работы. Дезактивация местности срезанием зараженного слоя. Погрузочно-разгрузочные и транспортные работы	Перевозка на большие расстояния специальным автотранспортом (трейлеры), железнодорожным и водным транспортом, возможна доставка тяжелыми транспортными самолетами; движение со скоростью 30–60 км/ч при управлении с места водителя	Шасси гусеничное, колесное или специальное комбинированное, от серийно выпускаемых транспортных средств (тяжелые промышленные тракторы, дорожная и землеройная техника, инженерные машины разграждения; танки). Управление по радио, ВОЛС или кабелю; сохраняется место водителя для управления на марше	3–8 телекамеры; микрофоны; аппаратура контроля параметров окружающей среды. Тяжелый манипулятор с 4–6 степенями подвижности и сменным инструментом. Специальное землеройное, подъемное или пожарное оборудование

■ комплекс технологических РТС тяжелого типа (масса РТС – свыше 20 000 кг).

Общие характеристики основных типов РТС приведены в табл. 1.

Типовой ряд РТС, в значительной мере удовлетворяющих общим требованиям, создан в СКТБ ПР МГТУ им. Н.Э. Баумана (рис. 1–8 на 3-й и фото моделей роботов на 4-й странице обложки).

Особое внимание уделено разработке разведывательно-технологических РТС. Это обусловлено их маневренностью, возможной быстрой технической адаптацией к конкретному виду проводимой операции или выполняемых работ, а также относительно небольшими материальными и экономическими затратами на их производство и эксплуатацию. Технические характеристики РТС легкого типа представлены в табл. 2.

Конструктивно легкие роботы представляют собой малогабаритные самоходные средства, осна-

щаемые разведывательной и диагностической аппаратурой, набором сменного рабочего оборудования и инструмента. Рассчитаны на дистанционное управление оператором, ведущим наблюдение непосредственно или с помощью телевизионных камер. В состав установленных на роботах комплексов приборов и оборудования входят:

- телевизионная аппаратура (как правило, цветного изображения), включающая телевизионные камеры (до 8 единиц) и портативные мониторы, по которым оператор ведет наблюдение за местностью и управляет работой машины;
- осветительные средства (прожекторы) для подсветки при действиях в темное время суток и низких уровнях освещенности;
- манипуляторы для захвата, перемещения и транспортирования объектов, приспособленные для установки сменного рабочего оборудования, аппаратуры или инструмента;

Таблица 2

Технические характеристики легких РТС

Характеристики	МРК-01	МРК-02	МРК-15	МРК-25М	МРК-26	МРК-27	МРК-35	МРК-46М	МРК-47	МРК-61
Масса, кг	20	45	80	180	320	220	325	650	700	800
Габаритные размеры ¹ , м										
длина	0,57	0,65	0,94	0,95	1,2 (1,96) ²	1,15	1,07 (2,12)	2,50	2,00	2,55
ширина	0,48	0,60	0,52	0,65	0,7	0,71	0,69	1,20	1,20	1,15
высота	0,21	0,45	0,53	0,90	0,95	0,65	0,90	1,80	1,50	
Тип движителя	К (6 x 6)	К (6 x 6)	Г x 2	Г x 2	Г x 4	Г x 2	Г x 4	Г x 2	Г x 2	Г x 2
Скорость, км/ч	0...2,5	0...10,0	0...2,4	0...2,0	0...1,5	0...2,0	0...2,5	0...1,5	0...1,5	0...4,5
Преодолеваемые препятствия:										
ширина рва, м	0,20	0,20	0,30	0,35	0,60	0,45	0,70	0,5	0,5	0,5
высота порога, м	0,10	0,10	0,12	0,20	0,60	0,20	0,60	0,25	0,22	0,25
подъем, °	30	30	30	40	30	30	35	32	20	20
лестница, высота ступени/уклон, °				0,20/30	0,20/30	0,20/30	0,20/35			
Радиус действия, м, при управлении:										
по радио ³	200	500	500	500 (200)	500 (200)	500 (200)	500 (200)	—	—	—
по кабелю	100	200	300	100	200	200	200	200	150	200
Энергообеспечение	Аккумулятор, 4 x 6 В, 12 Ач	Аккумулятор, 6 x 6 В, 2,5 Ач	Аккумулятор, 2 x 12 В, 12 Ач	Аккумулятор, 2 x 12 В, 65 Ач	Аккумулятор, 2 x 12 В, 65 Ач	Аккумулятор, 2 x 12 В, 65 Ач	Аккумулятор, 2 x 12 В, 65 Ач	3-фазн., 380 В, 50 Гц	Аккумулятор, 2 x 12 В, 140 Ач или 3-фазн., 380 В, 50 Гц	3-фазн., 380 В, 50 Гц
Длительность работы, ч	2	3	2	2,5	3	4	3	(8) ⁴	1,5 или (8)	(8)
Число степеней подвижности манипулятора	—	—	5	5	5	5	5	5	5	5
Грузоподъемность манипулятора:										
номинальная	—	—	10	20	20	20	20	70	30	100
максимальная	—	—	20	40	40	40	40	100	50	140
Захватное устройство										
раскрытие	—	—	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,30	0,30	0,30
поворот	—	—	непрерывно	непрерывно	непрерывно	непрерывно	непрерывно	±180	±180	непрерывно
Количество видеокamer, шт.	2	2	4	4	3	4	4	3	3	3

¹ При сложенном манипуляторе.

³ На открытой местности. В скобках – в городских условиях.

² Гусеницы разложены.

⁴ Длительность рабочей смены.

■ приборы для диагностики опасных объектов и контроля параметров окружающей среды (например, портативная рентгеновская аппаратура для обследования на месте обнаруживаемого объекта и определения степени его опасности);

■ набор инструмента для монтажа и демонтажа оборудования.

Сами машины выполнены на шасси из алюминиевых сплавов с колесной или гусеничной ходовой частью. Привод ходовой части и рабочего оборудования электромеханический. В качестве энергетической установки служат электрические аккумуляторы, их емкости обычно достаточно для работы в течение нескольких часов, однако возможно питание от внешнего источника электроэнергии.

Легкие РТС, в свою очередь, подразделяются по массе на три группы: до 100 кг, от 100 до 400 кг, свыше 400 кг. Это деление в обобщенном виде характеризует мобильность, назначение и функциональные возможности роботов.

Машины массой до 100 кг обладают высокой мобильностью. При необходимости их можно вручную доставить к месту работы. Эти роботы предназначены для ведения визуальной разведки опасных зон, поиска потенциально опасных предметов, однако, оборудованные легкими манипуляторами, могут быть использованы для проведения несложных технологических операций. Малые размеры таких РТС делают их практически незаменимыми при осмотре небольших помещений, салонов транспортных средств, днищ автомобилей (рис. 1).

Роботы второй группы используются как для разведки, так и для выполнения технологических операций. Изначально заложенный в конструкцию большинства роботов модульный принцип позволяет создавать многофункциональные комплексы, используя единую транспортную систему в качестве базовой и формируя рабочую систему при установке сменного рабочего оборудования и требуемой системы управления.

Малые масса и габариты этих машин допускают их перевозку к месту выполнения работ легкими транспортными средствами, а их выгрузку и погрузку производятся по легким аппаратам своим ходом. Низкое расположение центра тяжести и наличие легких гусениц позволяют машине преодолевать крутые подъемы и спуски, в том числе лестничные марши, проникать в небольшие помещения и работать на весьма ограниченной площади.

Ряд многофункциональных РТС массой от 100 до 400 кг представлен МРК-25М, МРК-26, МРК-27, МРК-35 (МРК – мобильный робототехнический комплекс).

МРК предназначены для выполнения работ по ликвидации последствий локальных радиационных и химических аварий, а также для проведения взрывотехнических работ. В общем эти комплексы похожи. В состав каждого комплекса входят: мобильный робот (МР), пост дистанционного управления, дополнительное оборудование (рис. 2).

Робот представляет собой гусеничное транспортное средство с двигателем изменяемой геометрии, в корпусе которого размещены блоки системы управления, бортовая часть канала связи и две аккумуляторные батареи, на корпусе робота монтируется манипулятор или другое технологическое оборудование, состав которого меняется в зависимости от типа выполняемой задачи.

МР оснащается телевизионной системой, системой освещения, блоком акустической обратной связи. Все исполнительные механизмы электро-механического типа с двигателями постоянного тока.

Управляется МР с поста управления, состоящего из пульта управления, видеоконтрольных устройств (мониторов), видеотюнеров с блоком акустической обратной связи и аккумуляторной батареи. Составные части поста управления монтируются на колесной тележке, что обеспечивает высокую мобильность при разворачивании комплекса. Пульт управления выполнен съемным. Возможно управление с рук при непосредственном наблюдении МР. Управление может осуществляться как по кабелю, так и по радио.

Корпус МР сварной из алюминиевого сплава, пылевлагонепроницаемый. В корпусе размещены аккумуляторные батареи для энергообеспечения и блоки системы управления. На корпусе закреплены элементы ходовой части и навесное технологическое оборудование.

В качестве основного технологического оборудования используется манипулятор, имеющий номи-

нальную грузоподъемность 20 кг, максимальную – до 40 кг и пять степеней подвижности:

- поворот манипулятора вокруг вертикальной оси;
- качание плеча;
- качание предплечья;
- качание конечного звена (схвата);
- ротация схвата.

Роботы этих комплексов различаются конструкцией ходовой части. Применение разных по конструкции движителей на машинах одного типа объясняется тем, что сам по себе выбор типа движителя, его конструкции и размеров является очень сложной задачей.

Обычно при конструировании транспортных средств параметры движителя оптимизируются для наиболее характерных условий применения и поверхностей движения. Однако для мобильного робота такая оптимизация невозможна в силу неопределенности условий движения (множество видов и свойств оснований, сложные пересечения рельефа местности, необходимость перемещения по элементам сооружений и внутри зданий). Поэтому движители роботов сконструированы с возможностью адаптации к поверхности движения.

Роботы МРК-25М и МРК-27 имеют гусеничный движитель с изменяемой геометрией гусеничного обвода, состоящий из мотор-звездочек, полиуретановых гусениц, балансирных тележек опорных катков, направляющих колес и механизмов изменения геометрии гусеничного обвода. Изменение формы обвода МРК-25М (рис. 3) позволяет уменьшать длину робота при необходимости его размещения в автомобиле и при маневрировании в помещениях с ограниченным пространством (лифты, кладовые и т.п.). Цель изменения геометрии обвода МРК-27 иная: увеличение массы поднимаемого манипулятором груза. Здесь опущенные направляющие колеса выполняют функцию выносных опор (аутригеров), при этом сохраняется возможность передвижения (рис. 4).

Гусенично-шагающий движитель обеспечивает роботам МРК-26 и МРК-35 высокую профильную проходимость. Машины могут преодолевать крутые подъемы и лестницы, высокие пороговые препятствия, широкие рвы – то, что недоступно другим машинам этой группы (рис. 5). Гусеницы МРК-35 могут складываться, благодаря чему значительно увеличивается зона работы манипулятора.

РТС массой свыше 400 кг используются в качестве носителя специализированного технологического оборудования и в силу своих относительно высоких массогабаритных показателей главным образом применяются на открытой местности.

Мобильный робототехнический комплекс МРК-46М, предназначенный для выполнения работ по ликвидации последствий локальных радиационных аварий, был разработан с учетом

опыта успешного применения мобильных робототехнических комплексов «Мобот-Ч-ХВ» и «Мобот-Ч-ХВ2» в 1986–1987 гг. при ликвидации последней аварии на Чернобыльской АЭС [2].

МРК-46М представляет собой самоходное дистанционно управляемое транспортное средство с гусеничным движителем, оснащенное манипулятором, фронтальным погрузчиком, двумя подвижными телекамерами, автоматическим кабелеукладчиком, аппаратурой управления и контроля.

Транспортное средство робота имеет сварной пылевлагонепроницаемый корпус, на котором крепятся все устройства аппаратуры, узлы и агрегаты МР. На каждом борту расположены по шесть опорных катков. Подвеска катков – независимая торсионная со сцепленными параллельными торсионами. Трансмиссия транспортного средства электромеханическая, конструктивно выполнена в виде мотор-звездочек. Гусеница состоит из восьми полиуретановых армированных элементов, скрепляемых стальными пальцами.

Энергетическая установка включает в себя трансформатор и блоки выпрямителей. Трансформатор – трехфазный, сухого типа, предназначен для преобразования питающего трехфазного напряжения 380 В, 50 Гц в напряжения питания, необходимые для работы аппаратуры и механизмов МР.

Для подачи питания, передачи командных сигналов на МР и передачи видеосигналов и телеметрии с МР на пост оператора кабель-трос.

Манипулятор робота имеет пять степеней подвижности и предназначен для погрузки и транспортировки кусковых и штучных грузов, наведения блока детектирования мощности гамма-излучения на контролируемые объекты, работы с дополнительным технологическим оборудованием. Рабочий орган манипулятора – захватное устройство: двупалый схват. Максимальное раскрытие схвата – 300 мм. Вместо двупалого схвата может быть установлен грейферный захват, позволяющий осуществлять работу с насыпным материалом.

Для выполнения транспортных и погрузочно-разгрузочных работ применяется фронтальный погрузчик. Рабочим органом погрузчика является ковш, установленный на шарнирно сочлененной раме.

Система управления мобильным роботом разделена на две части – бортовую и пост оператора. В состав аппаратуры поста оператора входят: пульт оператора, блок питания и распределения, блок громкоговорителя, два монитора и блок контроллера приемопередачи.

Подвижная телевизионная установка состоит из телекамеры, осветителя и электромеханизма, позволяющего изменять положение телекамеры и осветителя в продольной и горизонтальной плоскостях. Угловое перемещение в горизонтальной плоскости составляет $\pm 180^\circ$, в вертикальной продольной – $\pm 60^\circ$ от среднего (исходного) положения.

Для транспортировки и хранения робота используется специальный контейнер.

На базе МРК-46М создан специальный комплекс МРК-47, предназначенный для обнаружения, обозначения положения и уничтожения минно-взрывных заграждений (рис. 6). Расположенное в носовой части машины широкозахватное поисковое устройство дает возможность обнаружить мины в полосе шириной 1,5 м. Манипулятор с захватом и одноканальным поисковым устройством позволяет точно определить и обозначить положение мины, а затем уничтожить ее с помощью накладного заряда [3].

По результатам опытной эксплуатации в конструкцию МРК-46М были внесены изменения: упрощена подвеска опорных катков, установлена мотор-звездочка с планетарно-цевочным редуктором, усовершенствован манипулятор. При сохранении общей концепции РТС этого типа практически получилась другая машина. Под обозначением МРК-61 новый робот входит в состав Многоцелевого мобильного робототехнического комплекса (ММРК) (рис. 7). С помощью МРК-61 личный состав ММРК может вести визуальную и радиационную разведку, обеспечивать дозиметрический контроль местности, обозначать границы зараженной зоны и ликвидировать источники повышенной радиации.

Средние и тяжелые робототехнические системы используют в качестве базовых шасси серийно выпускаемые образцы военной и гражданской транспортной техники.

Одной из последних разработок СКТБ является наземный робототехнический комплекс «Щит», который создан на базе серийной техники и предназначен для проведения аварийно-восстановительных работ в экстремальных условиях. Комплекс рассчитан на ведение дорожно-землеройных, разградительных, погрузочно-разгрузочных и других работ в условиях радиоактивного и химического заражения местности, а также на извлечение и обезвреживание заглубленных невзорвавшихся боеприпасов массой до 500 кг.

К работе привлечены крупные машиностроительные предприятия, в том числе ОАО «Курганский машиностроительный завод» (изготовитель базового шасси) и ОАО «Тверской экскаватор» (изготовитель экскаваторного и вспомогательного сменного оборудования и инструмента).

В состав робототехнического комплекса «Щит» входят (рис. 8):

- универсальное робототехническое средство (РТС-У), имеющее бульдозерный ствол и экскаватор со сменным оборудованием и инструментом;
- специальное робототехническое средство (РТС-С), имеющее манипулятор для работ со взрывоопасными предметами;
- передвижной пост управления на автомобиле КамАЗ (ППУ-РТС) со средствами жизнеобеспечения расчета РТС;

- модуль гидроабразивной резки со стапелями для укладки боеприпасов и дистанционным управлением процесса резки;

- взрывозащищенный контейнер для транспортировки взрывоопасных предметов;

- вспомогательный транспортный автомобиль (ВТА) со сменным оборудованием и инструментом, включая копающий грейфер, захватные устройства, гидромолот и гидронажницы;

- машина технического обслуживания и ремонта (МТОР-РТС);

- средства доставки РТС (2 тягача и 2 трейлера).

РТС, разработанные в СКТБ, применялись при ликвидации последствий аварий на Чернобыльской АЭС в 1986–1987 гг., в г. Сарове в 1996 г. и при устранении источника радиоактивного заражения в Чеченской Республике в 1997 г. Полученный опыт подтвердил необходимость скорейшего оснащения аварийно-спасательных формирований современными робототехническими средствами. Это является дорогостоящим, но крайне необходимым мероприятием для сохранения жизни и здоровья спасателей.

Список литературы

1. *Лемпа А.С.* Основные направления создания и применения робототехнических средств для ликвидации чрезвычайных ситуаций / А.С. Лемпа // Системы безопасности. – № 2. – 2002. – С. 78–80.

2. *Батанов А.Ф.* Опыт применения дистанционно управляемых комплексов, созданных в МГТУ им. Н.Э. Баумана, для ликвидации последствий радиационных аварий / А.Ф. Батанов // Доклады конференции «Адаптивные и интеллектуальные роботы: современное состояние и перспективы». – М.: ИПМ РАН, 2005. – Т. 2. – С. 27–42.

3. *Грицынин С.Н.* Способ дистанционного обезвреживания противотанковых мин при проведении гуманитарного разминирования / С.Н. Грицынин, М.А. Максимов, С.В. Муркин // Доклады конференции «Адаптивные и интеллектуальные роботы: современное состояние и перспективы». – М.: ИПМ РАН, 2005. – Т. 2. – С. 106–105.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ РЫНОЧНЫХ ПОДХОДОВ К РЕШЕНИЮ ПРИРОДООХРАННЫХ ПРОБЛЕМ

Г.В. Сафонов,

руководитель Центра экономики окружающей среды

и природных ресурсов, к.э.н.,

ГУ Высшая школа экономики

Статья посвящена анализу практического опыта внедрения рыночных механизмов управления окружающей средой, распространения систем торговли квотами на загрязнение в мире, развития углеродного рынка в рамках реализации Киотского протокола.

Успешный опыт разработки и внедрения систем «ограничение выбросов и торговля квотами» (*cap-and-trade*) в США стал чрезвычайно привлекательным примером для многих других стран, озабоченных поиском экономически эффективных механизмов решения природоохранных проблем. Наиболее показательной программой, продемонстрировавшей высокую эффективность, стала федеральная программа «Кислотные дожди», запущенная в США в 1990 г. с целью сократить выбросы двуокиси серы в стране на 30% с использованием рынка квот. По оценкам Агентства по охране окружающей среды США, эта программа позволила сэкономить десятки миллиардов долларов [1, 2].

Именно по этой причине делегация США внесла в переговорный процесс в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК) Положение о создании механизма торговли квотами для снижения выбросов парниковых газов. В итоге Киотский протокол, помимо механизма чистого развития (МЧР) для развивающихся стран и проектов совместного осуществления (ПСО), включает и механизм глобальной торговли квотами на выбросы углерода. Подробнее общие вопросы управления состоянием окружающей среды с помощью рыночных механизмов были рассмотрены в [3].

Система торговли квотами Киотского протокола. Протокол устанавливает [4]:

- первый период выполнения обязательств по сокращению выбросов¹ для индустриально развитых стран с 2008 по 2012 г.;

¹ Здесь и далее речь идет выбросах парниковых газов.

- количественные обязательства индустриальных стран – сократить выбросы парниковых газов в этот период в среднем на 5% ниже уровня 1990 г. Например, для России поставлена задача стабилизации выбросов на уровне 1990 г., для Европейского союза планируемое сокращение составляет 8% по сравнению с базовым уровнем, для Канады – 6% и т.д.;

- возможность использования гибких механизмов для выполнения обязательств, включая проектную деятельность и торговлю квотами.

Киотский протокол, по сути, устанавливает два типа торговли. Во-первых, торговлю между странами, имеющими количественные обязательства по ограничению выбросов. Во-вторых, торговлю сокращениями выбросов, достигнутыми в результате инвестиционных проектов.

На практике торговля между странами, перечисленными в Приложении «В» Киотского протокола, может осуществляться тремя путями.

Торговля выделенными единицами (квотами). Согласно Киотскому протоколу любая сторона, указанная в Приложении «В», может передать или получить часть общего разрешенного количества единиц выбросов парниковых газов (квоты). Такие трансферы определяются протоколом как «торговля квотами». Система отчетности обеспечивает экологическую целостность торговли квотами между сторонами, перечисленными в Приложении «В», так как сторона-продавец должна вычесть проданные квоты из своего общего разрешенного количества выбросов до того, как сторона-покупатель сможет добавить купленные квоты к своему разрешенному объему выбросов.

Проектная торговля квотами (проекты совместного осуществления). Стороны, перечисленные в Приложении I к РКИЖ, или уполномоченные ими юридические лица могут передавать квоты в виде единиц сокращения выбросов, полученных при реализации ими отдельных проектов по сокращению выбросов на территории других стран, указанных в Приложении. Этот тип торговли получил название «совместное осуществление».

Коллективные пределы на выбросы, «пузыри» и «зонтики». Киотский протокол разрешает сторонам, указанным в Приложении «В», заключать соглашения о совместном выполнении обязательств по сокращению выбросов. Таким образом, группа стран, упомянутая в Приложении «В», может заключить соглашение, по которому некоторые из стран группы берут на себя более

жесткие, а другие менее жесткие обязательства по ограничению выбросов, чем предписанные им Протоколом. Это возможно при условии, что группа в целом выполнит общие установленные для нее обязательства по сокращению выбросов парниковых газов. В противном случае каждая сторона соглашения будет отвечать за собственный уровень выбросов, предписанный ей коллективным соглашением. Такой механизм был задействован, например, странами Европейского союза.

Торговля в рамках механизма чистого развития. МЧР – новый институт, позволяющий сторонам, указанным в Приложении «В», получать сертифицированные сокращения выбросов в проектах, реализованных на территории сторон, пока не принявших количественные ограничения на выбросы. Стороны, упомянутые в Приложении «В», могут использовать полученные сертифицированные единицы сокращений выбросов для увеличения своей общей квоты на выбросы. Однако, поскольку принимающие проекты страны не имеют количественных ограничений, необходима более сложная процедура подтверждения полученных сокращений.

В связи с этим сделки в рамках МЧР должны пройти тест на «дополнительность», т.е. сделки засчитываются только в том случае, если сокращения являются дополнительными по отношению к тому, что произошло бы в отсутствие проекта. Критерий дополнительной обеспечивает экологическую целостность МЧР, подтверждая, что полученные сокращения являются реальным «избытком» и могут учитываться в счет выполнения обязательств.

В настоящее время углеродный рынок развивается сразу во всех возможных направлениях, а именно:

- введены в действие различные проекты МЧР. Число зарегистрированных уже превышает 150 по всему миру, на очереди еще несколько сотен проектных предложений, которые рассматриваются международным Исполнительным комитетом МЧР;

- реализуются ПСО, преимущественно в странах Восточной и Центральной Европы. На Украине и в России также готовятся проектные документы, однако реализации проектов препятствует отсутствие правовой и институциональной базы в этих странах;

- начала действовать схема торговли квотами в Европейском союзе. Она охватывает более 12 тысяч предприятий, которым были распределены квоты на выбросы парниковых газов. Национальные

схемы торговли квотами введены также в Соединенном Королевстве и Дании. Кроме того, крупные компании вводят корпоративные схемы торговли, например с 1999 г. такая схема действует в компании «Бритиш Петролеум».

Сегодня на углеродном рынке присутствуют различные игроки. Прежде всего, это правительственные углеродные фонды, которые закупают проектные сокращения выбросов и квоты для выполнения обязательств Сторон Киотского протокола. Активно действуют на рынке углеродные фонды Дании, Голландии, скандинавских стран (НЕФКО), Австрии, Японии.

Наибольший портфель углеродных инвестиций находится в управлении Всемирного банка, который действует на рынке через Экспериментальный углеродный фонд (РСГ) и другие углеродные фонды. Инвестиционные ресурсы банка для углеродных проектов превышают 1,5 млрд долларов США. Все более активную роль играет на рынке Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР), предоставляющий не только деньги на покупку сокращенных выбросов, но и участвующий в финансировании ПСО, имеющих «углеродную составляющую».

В последнее время на лидирующие позиции выходят частные инвесторы, в руках которых сосредоточены огромные инвестиционные ресурсы. Они, по самым скромным оценкам, готовы вкладывать сегодня в «углеродные проекты» и покупку квот несколько десятков миллиардов долларов. Причем частные инвесторы предлагают более мягкие условия для подобных сделок, включая финансирование разработки проектной документации, привлечение дополнительных инвестиций, осуществление совместного финансирования бизнес-проектов, участие в прибыли и т.д.

Углеродные проекты: приоритеты и требования инвесторов. В настоящее время наиболее доступным механизмом участия России в углеродном рынке является реализация ПСО [5]. Именно целевые проекты, приносящие реальные сокращения выбросов парниковых газов, являются приоритетом для большинства покупателей на рынке. Многие страны (прежде всего, Западной Европы) заявили о своей принципиальной позиции – не покупать квоты на выбросы углерода, не обеспеченные

фактическим снижением выбросов. В этой связи целесообразно затронуть вопрос о том, какие требования предъявляют инвесторы и мировое сообщество к ПСО.

Комитет по надзору за совместным осуществлением был учрежден на 1-й Конференции (Встреча Сторон Киотского протокола) в Монреале в декабре 2005 г. Этот Комитет должен в самое ближайшее время разработать все правила и процедуры регистрации, проверки (детерминации), мониторинга проектов, критерии дополнительности и др.

Требования крупных международных инвесторов к оформлению ПСО в целом очень похожи, но могут несколько отличаться. Утверждение единого формата на международном уровне ожидается уже в этом году. Структура проектно-технической документации выглядит следующим образом²:

1. Информация о проекте (краткое описание проекта, характеристики проекта, техническое решение и т.п.).
2. Текущая ситуация.
3. Источники выбросов парниковых газов и границы проекта.
4. Ключевые факторы, влияющие на проект (внешние и внутренние).
5. Определение наиболее вероятной базовой линии выбросов³.
6. Оценка выбросов после реализации проекта.
7. Оценка проектных сокращений выбросов.
8. Обоснование дополнительности проекта.
9. План мониторинга.
10. Комментарии заинтересованных сторон.
11. Оценка воздействия проекта на окружающую среду.
12. Бизнес-план проекта и предложение цены за единицу сокращения выбросов.

Безусловно, у углеродных фондов и покупателей единиц сокращенных выбросов есть свои специфические приоритеты, выяснить которые можно лишь путем переговоров с ними. Тем не менее можно выделить целый ряд перспективных направлений реализации ПСО. Например, для энергетики это может быть изменение топливного баланса в сторону возобновимых источников энергии либо энергосбережение при использовании тепла и энергии. Для промышленности – внедрение наукоемких технологий в целях снижения

² Подобные требования к проектно-технической документации предъявляются, например, в рамках Голландской программы по покупке единиц сокращений выбросов ERUPT (Operational Guidelines for Project Design Documents of Joint Implementation Projects, Version 2.2 Ministry of Economic Affairs of the Netherlands, June 2003).

³ Базовая линия проекта МЧР – это сценарий, отражающий уровень выбросов парниковых газов в случае отсутствия предлагаемого проекта.

энергоемкости и материалоемкости продукции или использование вторичного сырья и утилизация отходов и т.д.

Главное отличие ПСО от обычного коммерческого проекта заключается в том, что помимо основной продукции появляется специфический продукт – единицы сокращенных выбросов, который становится ликвидным только в случае выполнения особых условий, предусмотренных Киотским протоколом.

Инвестором (покупателем единиц) может быть отдельная страна – Страна, упомянутая в Приложении I РКИК ООН, или юридическое лицо на территории этой страны, или международные (национальные) углеродные фонды (посредники).

Отдельного внимания заслуживает вопрос о рисках, связанных с реализацией углеродных проектов. Стандартная процедура анализа риска требует:

- идентифицировать (оценить) всевозможные риски проекта, включая финансовый, технологический, рыночный и т.д.;
- разработать процедуру снижения риска;
- проводить мониторинг риска;
- документировать все, что происходит;
- реагировать на риск, пробуя его избежать, снизить и (или) спланировать.

Для работы с новым товаром (углеродными единицами) необходим новый подход к его оценке, а также снижение риска с ним связанного. При этом следует учитывать, что «углеродные инвесторы» по-разному относятся к имеющимся рискам. Следовательно, они готовы включаться в работу по реализации подобных проектов на различных стадиях, в зависимости от приемлемой для них величины риска. При этом очевидно, что и цена передаваемых единиц сокращений выбросов будет изменяться.

Немаловажное значение для ПСО может иметь и проведение их экологической оценки. Ее назначение заключается в том, чтобы рассматриваемые проекты обеспечивали не только снижение выбросов парниковых газов, но и были экологически приемлемы. При этом необходимо обратить внимание на то, что любые последствия для окружающей среды необходимо выявить заблаговременно и учитывать их при подготовке проекта. Это позволит своевременно рассмотреть проблемы и избежать при осуществлении проекта дополнительных затрат и задержек, вызванных этими проблемами.

Экологическая экспертиза проекта является основополагающей частью общего технико-экономического обоснования и основой для выдачи разрешения на его осуществление. При этом она должна содержать оценку не только фактических воздействий на окружающую среду, но и эффективности мероприятий по предупреждению или уменьшению экологического ущерба. Экологическая экспертиза проекта должна быть направлена на координацию осуществляемых или планируемых природоохранных мероприятий, а также учитывать другие планы действий проекта и стратегии, общие принципы экологической политики и природоохранного законодательства, целью которых является охрана окружающей среды и эффективное природопользование. Кроме того, в обязательном порядке должны быть учтены проблемы, вызывающие беспокойство у населения.

Подходы к торговле квотами в России. В настоящее время в России рассматриваются различные варианты организации торговли квотами на выбросы углерода в рамках Киотского протокола. Можно выделить, например, инициативу по созданию Схемы целевых экологических инвестиций (Green Investment Scheme), которую Россия выдвинула еще в 1999 г. на конференции Сторон РКИК в Гааге. Ее идея заключается в том, чтобы переуступить часть российской квоты зарубежным покупателям, а полученные доходы направить на внутренние проекты и меры по снижению выбросов углерода и в природоохранные проекты.

Подобный подход, в принципе, устраивает и покупателей, но только в том случае, если функционирование этой схемы будет прозрачным, а доходы действительно приведут к снижению выбросов и улучшению экологической ситуации. Япония уже предлагает России несколько вариантов использования такой схемы. Она даже готова предоставить нашей стране грант при участии Всемирного банка для финансирования исследования по ключевым правовым, экономическим и организационным вопросам создания такой схемы. Но правительство России пока не спешит с его реализацией.

Вполне вероятно, что Схема «зеленых» инвестиций стала бы привлекательным инструментом и для российских участников – компаний, заинтересованных в минимальных транзакционных⁴ издержках при реализации углеродных проектов; банков,

⁴ Транзакция (англ. *transaction* от лат. *transactio* – соглашение, сделка) – 1. сделка, соглашение (политическое, юридическое и др.), сопровождаемое взаимными уступками; 2. банковская операция, перевод денежных средств для каких-либо целей.

готовых предоставлять услуги по обслуживанию финансовых потоков, совместному финансированию «углеродных проектов и мероприятий» и многих других потенциальных участников углеродного рынка.

Стоит отметить, что вариантов организации Схемы несколько, поэтому у нас есть выбор, только вот времени на это уже практически не остается. Надо как можно скорее начинать не только исследование, о котором пока только говорят вот уже 7 лет, но и готовить законодательную и институциональную базу для реализации Схемы.

Другой подход связан с созданием внутренней торговли квотами на выбросы парниковых газов в России. Это, безусловно, очень непростой путь, его эффективная реализация потребует значительных усилий, а главное – политической воли и активной работы государства, частного бизнеса и всех заинтересованных сторон.

Некоторый аналитический задел для развития торговой системы у нас в стране все же имеется. Так, в 2004–2005 гг. был осуществлен проект Датского агентства по охране окружающей среды по содействию России в реализации Киотского протокола, одним из компонентов которого был анализ вариантов организации внутренней торговли квотами на выбросы углерода.

К сожалению, процесс реализации Киотских механизмов в России сегодня сводится в основном к обсуждению вариантов выполнения ПСО. Более перспективными направлениями заниматься фактически некому. А скоро станет уже и некогда – 2008 год не за горами. И все же, если смотреть на проблему управления выбросами углерода более широко и на перспективу, можно констатировать следующее:

- задача снижения выбросов будет стоять перед нами гораздо более жестко уже после 2012 г.,

в перспективе до 2050 г. мировому сообществу потребуется сократить выбросы примерно на 65% от уровня 1990 г.;

- наиболее эффективный путь, подсказанный опытом различных стран, – создание системы «ограничение выбросов и торговля квотами»;

- начинать никогда не поздно, учитывая то, что углеродоограниченное будущее уже очень близко. Поэтому рыночные механизмы для управления выбросами нужно создавать без оглядки на приближающийся 2008 год.

Действительно, в России пока нет опыта создания и управления рыночными системами для решения экологических проблем. Однако, даже при всем желании, мы не можем стоять в стороне от глобальных процессов в этой сфере. И очень неплохо, что на уровне правительства Российской Федерации, парламента, бизнеса и общественных организаций идут постоянные дискуссии о возможностях развития национального углеродного рынка, внедрении рыночных инструментов для решения острых природоохранных проблем.

Крупные российские компании также проявляют серьезный интерес к работе на углеродном рынке. В 2006 г. РАО «ЕЭС России» объявила о тендере на разработку концепции корпоративной системы торговли квотами на выбросы углерода. А в Экологическую политику компании заложены средства для исследования вопроса о создании системы торговли квотами на выбросы загрязняющих веществ (например, оксидов серы и азота) в электроэнергетике страны.

Нет никаких сомнений в том, что чем быстрее Россия начнет осваивать и внедрять рыночные механизмы управления окружающей средой, тем быстрее мы получим бесценный опыт решения многих экологических проблем с минимальными затратами для общества.

Список литературы

1. *Cozijnsen J.* Europe is Getting Ready for the Use of Post Kyoto Emission Trading / American Bar Association. 2000. August.
2. *Dudek D., Goffman J., Peterson A.* Market Mechanisms and Global Climate Change: An Analysis of Policy Instruments. Pew Center on Global Climate Change, 1998.
3. *Сафонов Г.В.* Торговля квотами на выброс: настоящее и будущее / Г.В. Сафонов // Безопасность в техносфере. – 2006. – № 1. – С. 45–51.
4. Рыночные методы управления окружающей средой / А.А. Голуб, Е.Б. Струкова, Д. Дудек, Г.В. Сафонов; под ред. А.А. Голуба. – М.: ГУ ВШЭ, 2002. – 287 с.
5. *Dudek D., Wiener J.* Joint Implementation and Transaction Cost: Paper Prepared for the Environment Directorate, Organization for Economic Cooperation and Development. Paris: OECD, 1996.

К статье «Робототехнические системы для применения в условиях чрезвычайных ситуаций, разработанные в МГТУ им. Н.Э. Баумана»



Рис. 1. Малые размеры МРК-01 позволяют использовать его для осмотра днища автомобилей



Рис. 5. МРК-35 с легкостью преодолевает пороговое препятствие высотой 60 см

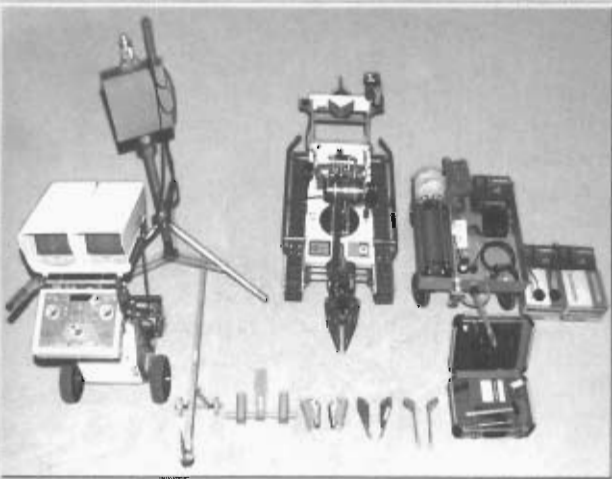


Рис. 2. Мобильный робототехнический комплекс МРК-27



Рис. 6. Специальный комплекс МРК-47 предназначен для обнаружения, обозначения положения и уничтожения минно-взрывных заграждений. Расположенное в носовой части машины широкозахватное поисковое устройство дает возможность обнаружить мины в полосе шириной 1,5 м



Рис. 3. Мобильный робототехнический комплекс МРК-25М: а – гусеницы сложены; б – гусеницы разложены



Рис. 4. Опущенные направляющие колеса позволяют МРК-27 поднимать и перевозить груз массой до 40 кг



Рис. 7. Многоцелевой мобильный робототехнический комплекс: а – общий вид ММРК; б – средство загрузки робота МРК-61 в прицеп комплекса



PTC-Y



ЛПУ-PTC



PTC-C



Сменное оборудование



МТОР



ВТА

Рис. 8. Робототехнический комплекс «Щит»