



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

6(90)
2008

Редакционный совет:

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

И. о. главного редактора
ПРУСЕНКО Б. Е.

Зам. главного редактора
ПОЧТАРЕВА А. В.

Ответственный секретарь
ПРОНИН И. С.

Редакционная коллегия:

ГЕНДЕЛЬ Г. Л.
ГРУНИЧЕВ Н. С.
ИВАНОВ Н. И.
КАЛЕДИНА Н. О.
КАРНАУХ Н. Н.
КАРТАШОВ С. В.
КРАСНОГОРСКАЯ Н. Н.
КСЕНОФОНТОВ Б. С.
КУКУШКИН Ю. А.
МАСТРЮКОВ Б. С.
МЕДВЕДЕВ В. Т.
НАЗАРОВ В. П.
ПАНАРИН В. М.
ПОЛАНДОВ Ю. Х.
ПОПОВ В. М.
РУСАК О. Н.
СИДОРОВ А. И.
ФРИДЛАНД С. В.
ЦХАДАЯ Н. Д.
ШВАРЦБУРГ Л. Э.

СОДЕРЖАНИЕ

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

- Пышкина Э. П. О новом порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда . . . 2
Ушаков И. Б., Зуев В. Г., Гавриш Н. Н., Окунев А. М., Быков С. Э. Разработка научно-методического подхода к гигиеническому нормированию воздействия электромагнитных импульсов ультракороткой длительности. 6

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Боленко Ю. В. Апробация модели психологической готовности к профессиональной деятельности сотрудников пожарной охраны. 10
Шевченко Л. А., Карев А. В. Человеческий фактор как основной источник опасности при подземной добыче угля 16

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Бадалян Л. Х., Гапонов В. Л., Курдюков В. Н. Инструменты экологической политики и оценка природоохранной деятельности 19
Беляева В. И., Классен В. К. Энергосбережение и снижение выбросов загрязняющих веществ при обжиге цементного клинкера 26
Бернгардт Р. П., Храмушин В. Н. Система государственного мониторинга и общественная экологическая экспертиза проектов освоения нефтегазовых месторождений в Сахалинской области 29
Зуева С. Б., Щербаков В. И., Кветкин А. И. Применение метода оценки качества экозащитных технологий для выбора рациональной технологической схемы очистки сточной воды 34

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

- Воробьев В. В., Горячев С. А., Швырков С. А. Теоретическое определение степени перелива жидкости через вертикальную стену при квазимгновенном разрушении РВС . . . 37
Дурнев Р. А. О создании Общероссийской комплексной системы информирования и оповещения населения 40
Тимофеева С. С., Седов Д. В., Макухин В. Л. Прогнозная оценка экологических последствий аварий на железнодорожном транспорте (на примере Южно-Байкальского региона) 44

СТАНДАРТИЗАЦИЯ

- О новом межгосударственном стандарте "Безопасность металлообрабатывающих станков. Станки для лазерной обработки" 55

Приложение. Ванаев В. С., Козьяков А. Ф. Безопасность жизнедеятельности. Терминология: Словарь-путеводитель. Часть III. Термины и определения БЧС. Выпуск 3. Р-Я. Перечень стандартов БЧС.

Журнал входит в "Перечень ведущих и рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук".

УДК 331.108.43

Э. П. Пышкина, канд. техн. наук, проф.,
МГТУ им. Н. Э. Баумана

О новом порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда

С 01 сентября 2008 г. в соответствии с приказом Минздравсоцразвития России № 569 от 31.08.2007 вводится новый Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда (далее Порядок), зарегистрированный в Минюсте России. Введение указанного документа, безусловно, своевременно, так как действующее Положение о порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда (далее Положение) было принято еще 14.03.1997 и за прошедшие 11 лет нормативно-правовая база указанной аттестации сильно изменилась. Кроме того, был накоплен большой опыт проведения такого рода работ, с учетом которого назрела необходимость изменений и дополнений действующего Положения. В частности, в значительной мере расширен перечень целей аттестации рабочих мест по условиям труда. Кроме сформулированных в Положении новый Порядок устанавливает следующие цели аттестации рабочих мест:

- оценка профессионального риска как вероятности повреждения (утраты) здоровья или смерти работника, связанной с исполнением им обязанностей по трудовому договору и в иных установленных законодательством случаях, контроля и управления профессиональным риском, которые предполагают проведение анализа и оценки состояния здоровья работника в причинно-следственной связи с условиями труда, информирование о риске субъектов трудового права, контроль динамики показателей риска, а также проведение мероприятий по снижению вероятности повреждения здоровья работников;
- предоставление работникам, занятым на работах с вредными условиями труда, на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, бесплатной сертифицированной специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты (СИЗ), а также смывающих и обезвреживающих средств в соответствии с установленными нормами;
- подготовка контингентов и поименного списка лиц, подлежащих обязательным предваритель-

ным (при поступлении на работу) и периодическим (в течение трудовой деятельности) медицинским осмотрам (обследованиям), а также внеочередным медицинским осмотрам (обследованиям);

- расчет скидок и надбавок к страховому тарифу в системе обязательного медицинского страхования работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- рассмотрение вопросов и разногласий, связанных с обеспечением безопасных условий труда работников и расследованием происшедших с ними несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- принятие мер по надлежащему санитарно-бытовому и профилактическому обеспечению работников организации;
- обоснование ограничений труда для отдельных категорий работников;
- создание банка данных существующих условий труда на уровне организации, муниципального образования, органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации и на федеральном уровне;
- проведение мероприятий по осуществлению требований федеральных органов исполнительной власти, уполномоченных на проведение государственного надзора и контроля за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права.

Вместо сертификации производственных объектов на соответствие требованиям охраны труда Порядок устанавливает подтверждение соответствия организации работ по охране труда государственным нормативным требованиям охраны труда. Как известно, Трудовой кодекс РФ в редакции 2006 г. в качестве одной из обязанностей работодателя устанавливает сертификацию организации работ по охране труда.

Некоторые пункты и разделы Положения уточнены или дополнены в новом Порядке.

Пункт, касающийся включения в трудовой договор характеристик условий труда, дополнен. Теперь должен рассматриваться также вопрос о компенсации работникам за работу в тяжелых, вредных и (или) опасных условиях труда. Пункт, касающийся планирования и проведения мероприятий по улучшению условий и охране труда, дополнен словами "в том числе за счет средств на обязательное медицинское страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний".

Раздел "Общие положения и основные понятия" дополнен следующими разъяснениями:

- вновь организованные рабочие места аттестуются после ввода их в эксплуатацию;

- документы аттестации рабочих мест по условиям труда рекомендуется хранить в организации в течение 45 лет.

В разделе "Подготовка и проведение аттестации по условиям труда" расширены функции аттестационных комиссий организаций, в которых проводится указанная аттестация. Согласно новому Порядку, кроме ранее установленных обязанностей, аттестационная комиссия:

- готовит предложения по приведению наименования профессий и должностей работников организации в соответствии с требованиями законодательства, если для этих профессий и должностей предусмотрено предоставление компенсаций работникам;

- составляет и подписывает карты аттестации рабочих мест по условиям труда;

- организует ознакомление работников с результатами аттестации рабочих мест по условиям труда.

Вместо пункта о внесении предложений о готовности подразделения организации (производственных объектов) к их сертификации на соответствие требованиям по охране труда введен пункт о внесении предложений о готовности к сертификации работ по охране труда.

Изменена редакция пункта, касающегося составления перечня опасных и вредных факторов производственной среды, показателей тяжести и напряженности трудового процесса, подлежащих оценке на каждом рабочем месте исходя из характеристик производственного процесса, состава оборудования, применяемых сырья и материалов, данных ранее проводившихся измерений, показателей опасных и вредных производственных факторов, тяжести и напряженности трудового процесса, жалоб работников на условия труда.

Теперь согласно новому Порядку аттестационная комиссия составляет полный перечень рабочих мест организации согласно приложению № 1 к Порядку с выделением аналогичных рабочих

мест и указанием оцениваемых условий труда исходя из характеристик технологического процесса, состава производственного оборудования, а также, как и ранее применяемых сырья и материалов, результатов ранее проводившихся измерений показателей вредных и (или) опасных производственных факторов, жалоб работников на условия труда. Представляется, что с точки зрения производителей редакция Положения была предпочтительней, так как включала характеристики производственной среды и трудового процесса.

В разделе "Гигиеническая оценка условий труда" приведен перечень данных, которые должны включаться в протокол измерений. Так, теперь необходимо указывать идентификационный номер протокола (числовой и буквенный), сведения об аккредитации организации, привлеченной к проведению инструментальных измерений (если это имеет место), нормативное значение измеряемого параметра и при необходимости время его воздействия, сведения о нормативной документации, регламентирующей опасный или вредный фактор, класс вредности и опасности по каждому фактору.

Кроме того, дается целый ряд дополнительных разъяснений. Так, согласно Порядку по каждому фактору на отдельное рабочее место оформляются протоколы измерений и оценок, являющиеся неотъемлемой частью карты аттестации рабочего места по условиям труда; допускается оформление результатов измерений и оценок по одному конкретному фактору в одном сводном протоколе для группы рабочих мест.

Внесены также следующие дополнения: в случаях проведения работ в условиях чрезвычайных ситуаций (спасательные работы, тушение пожаров и т. д.) измерения и оценка условий труда не проводятся. Кроме того, измерения и оценка условий труда не проводятся в тех случаях, когда это противопоказано из соображений безопасности для основной работы или для работы специалистов, производящих замеры.

В разделе "Оценка травмобезопасности рабочих мест" появились новые указания. Так, согласно Порядку перед оценкой травмобезопасности проверяется наличие, правильность ведения документации и соблюдение требований нормативных документов в части обеспечения безопасности труда в соответствии с технологическим процессом. Кроме того, разъясняется, что в процессе оценки травмобезопасности следует исходить из требований, относящихся к защите от механических воздействий; от воздействий электрического тока, повышенных или пониженных температур; активных химических и ядовитых веществ. При этом год вы-



пуска и отраслевая принадлежность применяемых на рабочем месте производственного оборудования, приспособлений и инструментов не играют роли.

Обращается внимание, что кроме наличия инструкций по охране труда и соответствия их нормативным документам согласно новому Порядку в необходимых случаях должно проверяться наличие удостоверений о прохождении специального обучения по охране труда и проверке знаний требований нормативных правовых актов по охране труда.

Особо следует отметить дополнение, согласно которому кроме требований безопасности к производственному оборудованию, приспособлениям, инструментам, средствам обучения и инструктажа, должны быть приняты во внимание специальные для конкретных видов рабочих мест требования к территории, к элементам зданий и сооружений.

Весьма существенно уточнение, касающееся оценки средств обучения и инструктажа. Теперь необходимо контролировать наличие документов (удостоверений, свидетельств), подтверждающих прохождение обучения, инструкций по безопасности и по охране труда, составленных с учетом нормативных требований к их структуре и содержанию.

При проведении оценки травмобезопасности рабочих мест согласно Порядку должно проверяться наличие, правильность ведения и соблюдение требований эксплуатационных документов на производственное оборудование (паспортов, инструкций по эксплуатации и т. п.) в части обеспечения безопасности труда.

Новым является указание, что при оценке травмобезопасности рабочих мест, имеющих объекты, контролируемые федеральными органами исполнительной власти, уполномоченными на проведение государственного надзора и контроля в установленной сфере деятельности, в протоколах оценки травмобезопасности рабочих мест следует дополнительно указывать наличие необходимых разрешений на пуск в эксплуатацию производственного оборудования и (или) его отдельных составных частей, прохождение технических освидетельствований и т. п.

В отличие от действующего Положения в новом порядке контроль обеспеченности работников СИЗ вынесен в отдельный раздел. Здесь требование необходимости сопоставления фактически выданных средств с нормами бесплатной выдачи рабочим и служащим сертифицированной специальной одежды, специальной обуви, а также смывающих и обезвреживающих средств с правилами, утвержденными в установленном порядке, дополнено требованием проверки соблюдения правил обеспечения

СИЗ (наличие личной карточки учета, заполненной в установленном порядке). Что касается подтверждения эффективности СИЗ сертификатом соответствия, то последний согласно Порядку должен быть при условии включения СИЗ в Номенклатуру продукции и услуг (работ), подлежащих обязательной сертификации, и Номенклатуру продукции, соответствие которой может быть подтверждено декларацией о соответствии, утвержденной постановлением Госстандарта России от 30 июля 2002 г. № 64 (по заключению Минюста России данный документ в государственной регистрации не нуждается — письмо Минюста России от 3 сентября 2002 года № 07/8285-ЮД).

Как отмечено в новом документе, оценку обеспеченности работников СИЗ следует проводить при наличии результатов гигиенической оценки условий труда и факторов травмобезопасности рабочего места. Оценка соответствия выданных СИЗ фактическому состоянию условий труда производится путем сравнения параметров условий труда с маркировкой СИЗ, предусмотренной требованиями их классификации по защитным свойствам.

В разделе "Оценка фактического состояния условий труда на рабочих местах" Порядка есть указания, которых нет в действующем Положении. Согласно одному из них проведение работ в условиях чрезвычайных ситуаций (спасательные работы, тушение пожаров и т. д.) классифицируется по вредности и (или) опасности производственных факторов по классу 4, по травмобезопасности по классу 3. Согласно другому указанию при отнесении условий труда на рабочем месте к классу 4 (опасному) в организации незамедлительно разрабатывается комплекс мер, направленных на снижение уровня воздействия опасных факторов производственной среды и трудового процесса либо на уменьшение времени их воздействия.

В разделе "Оформление результатов аттестации рабочих мест" приведен порядок оформления результатов аттестации рабочих мест по условиям труда в виде пакета документов, содержащего:

- 1) приказ о проведении аттестации рабочих мест по условиям труда и привлечении к этой работе аттестующей организации (при необходимости);
- 2) перечень рабочих мест организации, подлежащих аттестации по условиям труда, с выделением аналогичных рабочих мест и указанием оцениваемых факторов условий труда согласно приложению № 1 к Порядку;
- 3) копии документов на право проведения измерений и оценок условий труда аттестующей организацией (в случае ее привлечения);

4) карты аттестации рабочих мест по условиям труда согласно приложению № 2 к Порядку с протоколами измерений и оценок условий труда;

5) ведомости рабочих мест (РМ) подразделений и результатов их аттестации по условиям труда и сводную ведомость рабочих мест организации и результатов их аттестации по условиям труда согласно приложениям № 6 и 7 к Порядку;

6) план мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда в организации согласно приложению № 8 к Порядку;

7) протокол заседания аттестационной комиссии по результатам аттестации рабочих мест по условиям труда согласно приложению № 9 к Порядку;

8) приказ о завершении аттестации рабочих мест и утверждении ее результатов.

После проведения аттестации рабочих мест по условиям труда работодатель направляет согласно Приложению № 10 к Порядку в государственную инспекцию труда в субъекте Российской Федерации (территориальный орган Федеральной службы по труду и занятости по государственному надзору и контролю за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных актов, содержащих нормы трудового права) следующие документы: перечень рабочих мест, ведомости рабочих мест подразделений организации и результатов их аттестации по условиям труда и сводную ведомость рабочих мест организации и результатов их аттестации по условиям труда, включая информацию.

Сравнение действующего Положения и вводимого Порядка позволяет сделать вывод, что в последний не включены следующие приложения Положения: основные термины и определения; перечень основных стандартов системы стандартов безопасности труда (ССБТ) и гигиенических нормативов, используемых при аттестации рабочих мест по условиям труда, коды вредных производственных факторов, классификация условий труда по травмоопасности.

Кроме того, в значительной мере откорректированы карта аттестации рабочего места, протокол травмобезопасности рабочего места; протокол обеспечения работников средствами индивидуальной защиты; ведомость рабочих мест и результатов их аттестации по условиям труда в подразделении, сводная ведомость рабочих мест и результатов их аттестации по условиям труда в организации.

Существенно переработаны рекомендации по заполнению карты аттестации рабочего места по

условиям труда. Введено специальное Приложение "Перечень рабочих мест, подлежащих аттестации по условиям труда".

Представляется, что невключение в Порядок перечня нормативно-правовых актов, на базе которых производится аттестация рабочих мест по условиям труда, вряд ли оправдано. Такой перечень был очень полезен организациям, проводящим аттестацию без привлечения аккредитованных на эту работу организаций. В порядке ничего не говорится о том, предъявляются ли какие-либо требования к организации в последнем случае, в то время как "Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда" Р 2.2.006—05 (следует отметить, что данный документ не зарегистрирован в Минюсте России) прямо требует аккредитации организаций на право аттестации рабочих мест по условиям труда. Кроме того, указанное руководство требует ликвидации рабочих мест, условия труда на которых по результатам аттестации отнесены к классу 4, в то время как новый Порядок этого не предусматривает. Нет там и требования, чтобы аппаратура и приборы, использованные для измерения параметров среды рабочей зоны, были поименованы в перечне Госреестра приборов, рекомендуемых для контроля, как того требует Р 2.2.006—05.

В Порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда так же, как в Р 2.2.006—05, нет ответа на вопрос, как оценивать условия труда, если они периодически сильно меняются. Например, строительные отделочные работы могут включать в себя использование ручного механизированного инструмента, используемого раз в месяц. Как в этом случае оценить воздействие шума и вибрации? На сегодняшний день предусмотрена специальная оценка воздействия паров газов и пылей, а также микроклимата и электромагнитных полей, если оно перемененно в течение рабочего дня. А если эти изменения происходят в течение недели, месяца? Как оценивать условия труда в этом случае? Ответа на этот вопрос пока нет.

Тем не менее, как уже отмечалось, появление нового документа на аттестацию рабочих мест по условиям труда весьма своевременно и позволит обеспечить более высокий уровень проведения указанных работ и тем самым способствовать улучшению условий труда в стране.



УДК 612.-06.48:61.3-16.64

И. Б. Ушаков¹, чл.-корр. РАН, акад. РАМН, д-р мед. наук, проф.,
В. Г. Зуев¹, канд. мед. наук, СИС, **Н. Н. Гавриш²**, канд. мед. наук.,
А. М. Окунев¹, **С. Э. Быков³**,

¹ ГосНИИИ военной медицины МО РФ

² 12 ЦНИИ МО РФ

³ Воронежская ГМА им. Н. Н. Бурденко

Разработка научно-методического подхода к гигиеническому нормированию воздействия электромагнитных импульсов ультракороткой длительности

Предложен научно-методический подход к гигиеническому нормированию электромагнитного воздействия на персонал, эксплуатирующий и обслуживающий установки, используемые при испытании техники на стойкость к воздействию электромагнитных импульсов природного и техногенного происхождения. На основе разработки методологических принципов исследования и оценки биологического действия электромагнитных импульсов представлены основные нормативно-методические документы.

Совершенствование технической оснащенности производственной деятельности человека характеризуется все более широким использованием различных технических средств, которые являются источниками физических полей электромагнитной природы. К ним относятся и радиолокационные станции, и радиоизлучающие навигационные средства, и системы радиоэлектронной борьбы, и т. п.

Определяющими тенденциями в разработке новых и модернизации существующих технических средств — источников электромагнитных полей (ЭМП) являются: создание универсальных многофункциональных установок, увеличение мощности излучения и уменьшение длительности генерируемых электромагнитных импульсов [1].

Особое место среди источников ЭМП занимают электроразрядные установки (ЭРУ), используемые при испытаниях техники на стойкость к воздействию электромагнитных импульсов природного и техногенного происхождения. Данные установки генерируют мощные немодулированные по частоте редко повторяющиеся (не чаще одного раза за 3...5 мин) электромагнитные импульсы наносекундной длительности. Воздействию таких импульсов подвергается персонал, обслуживающий эти

установки, лица, выполняющие свои функциональные обязанности на прилегающих территориях. Однако воздействие на персонал электромагнитных импульсов, генерируемых современными ЭРУ, часто не регламентировалось, поскольку научно-методический подход к оценке биологических эффектов и гигиеническому нормированию воздействия импульсов не был достаточно разработан, а критерии оценки допустимых уровней воздействия не были определены. Это обусловило необходимость исследований по оценке влияния таких импульсов на здоровье персонала ЭРУ для решения важной проблемы медицины труда — сохранения здоровья персонала, подвергающего при профессиональной деятельности воздействию различных экстремальных факторов.

Проблема обеспечения электромагнитной безопасности персонала и населения от источников ЭМП имеет государственное значение в связи с необходимостью выполнения требований Федерального закона "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ. Согласно этому закону юридические лица обязаны обеспечивать безопасность выполняемых работ для здоровья человека, а также проводить работы по обоснованию критериев безопасности факторов среды обитания. При этом следует учитывать, что критерии безопасности условий работ с источниками физических факторов воздействия на человека, в том числе предельно допустимые уровни, устанавливаются санитарными правилами.

Следует отметить, что за рубежом проблеме оценки эффективности и защиты от воздействия электромагнитных импульсов в настоящее время уделяется большое внимание. По данным Международной комиссии по защите от неионизирующих излучений [2], в рамках ряда программ изучается экологическая опасность системы наблюдения за

атмосферными и космическими процессами, проводятся исследования биологической активности сети радаров (в том числе радиопередающих установок нового класса), аварийной системы коммуникации и т. п.

На международном уровне вопросы защиты человека и оценка экологических последствий при воздействии электромагнитных импульсов стали подниматься недавно. На современном этапе за рубежом идет накопление, обобщение и оценка теоретического и экспериментального материала, формирование подходов и разработка критериев нормирования воздействия ЭМП [3].

Многие встречающиеся техногенные физические факторы при определенной продолжительности воздействия обуславливают эффекты, вызывающие изменения в состоянии здоровья и работоспособности человека. Принятая в России и поддерживаемая многими специалистами в области электромагнитной биологии методология оценки воздействия на организм неионизирующих излучений и обоснования гигиенических нормативов основывается на дозовом подходе. Однако прямая взаимосвязь "доза—эффект" доказана, в основном, только при высоких уровнях воздействия ЭМП, когда развиваются неблагоприятные или опасные для здоровья биологические эффекты и когда возможно определение (измерение) порогов возникновения этих эффектов. Согласно распространенному мнению, определить уровни воздействия ЭМП, не вызывающие вообще каких-либо биологических эффектов, зачастую невозможно. Полагают, что между этими уровнями имеется так называемая серая область, в которой и расположен максимально допустимый уровень воздействия ЭМП на человека [4].

В России гигиенические нормативы воздействия ЭМП разрабатываются, как правило, на основании комплексных гигиенических, клинко-физиологических, эпидемиологических и экспериментальных исследований. Гигиенические исследования проводят с целью определения интенсивностных и временных параметров воздействующего фактора; клинко-физиологические — выявления нарушений в состоянии здоровья и физиологических функций; эпидемиологические — установления отдаленных последствий; экспериментальные — изучения особенностей и характера биологического действия ЭМП [5].

Однако основной вклад в обоснование гигиенических нормативов ЭМП вносят экспериментальные исследования на животных. Это объясняется неспецифическим характером функциональных и патологических нарушений, возникающих

у человека под воздействием ЭМП. На фоне воздействия на человека множества неблагоприятных факторов окружающей среды чрезвычайно трудно установить вклад нетепловых ЭМП в развитие тех или иных нарушений в состоянии здоровья обследуемого контингента. Пороговые величины профессионального воздействия ЭМП на человека обычно устанавливаются на основе экстраполяции результатов, полученных в экспериментах на лабораторных животных. Также для этой цели используется сравнительный анализ величин, полученных по данным эпидемиологических исследований. Для получения гигиенически значимых оценок максимально допустимых уровней воздействия ЭМП и разработки имитационных моделей следует учитывать параметры основных воздействующих факторов, временные условия облучения, вид, размеры, возраст, продолжительность жизни животных, а также ряд других показателей. Для компенсации неопределенности условий изучаемого воздействия и неизвестности возможных неблагоприятных для состояния здоровья эффектов предельно допустимые уровни воздействия включают коэффициенты гигиенического запаса для надежности разработанных оценок.

Для исключения гиперболизации воздействия ЭМП, получения оценки вклада его влияния среди других факторов на профессиональную деятельность рассматриваемого контингента работающих необходимы соответствующие гигиенические оценки других сопутствующих факторов, а также объективные исследования электромагнитной ситуации на рабочих местах персонала. В настоящем исследовании к вредным и потенциально опасным для работы персонала были отнесены следующие группы факторов: физические (импульсы ЭМП, шум, освещенность, микроклимат рабочей зоны), химические (состав питьевой воды и воздуха производственных помещений) и психофизиологические (субъективные и объективные оценки значимости факторов труда). Количественная оценка риска неблагоприятного влияния импульсов служила дополнительной информацией для принятия решения о необходимости гигиенического нормирования и разработки системы мероприятий по обеспечению электромагнитной безопасности персонала ЭРУ.

Одной из важнейших задач разработки методологических принципов исследования и оценки биологического действия ультракоротких импульсов ЭМП является анализ результатов их взаимодействия с объектом. Обычно в качестве параметров воздействия ЭМП на биообъекты рассматривают различные характеристики этих полей. Основным



дозиметрическим показателем принято считать удельное поглощение, определяемое как скорость поглощения энергии, отнесенная к массе поглотителя [6]. Параметром, характеризующим суммарное воздействие за определенный промежуток времени, выступает энергия, накопленная объектом за это время. Однако для нетепловых воздействий такой параметр малоинформативен.

При взаимодействии ЭМП с биообъектом рассеяние, поглощение и отражение энергии обусловлены электрофизическими свойствами тканей и геометрией тела объекта. Определить связь протекающих в теле биообъекта электродинамических процессов с развивающимися биологическими эффектами можно на основе количественного учета не только поглощенной тканями энергии, но и наведенных внутри тела токов. Эти характеристики прямо пропорциональны напряженности электрического поля в тканях. Существующие методы прямого измерения характеристик поля внутри биообъекта с помощью диполей и термопар инерционны, а также сравнительно нечувствительны как к низким уровням поглощенной энергии, так и к быстропротекающим процессам взаимодействия с ЭМП. Кроме того, эти методы относятся к сложным, трудоемким и весьма дорогостоящим.

Поэтому для количественной оценки воздействия импульсов ЭМП был разработан приемлемый расчетный метод и имитационные модели, описывающие динамику физических процессов в организме, обусловленных воздействием ЭМП [7]. Следует отметить, что природа импульсов ЭМП имеет существенные особенности, заключающиеся в прерывистом характере этих полей, наличии специфичных параметров, таких как амплитуда и длительность импульса, а также его фронт. Редкость повторения и чрезвычайно малая длительность таких импульсов позволяет считать их фактически одиночными, а также определяет нетепловой характер исследуемого электромагнитного воздействия на биообъект.

Из корреляционного анализа полученных медико-биологических данных следовало, что наличие и выраженность выявленных эффектов зависели от расчетной плотности тока, наведенного в теле биообъекта. Даже если напряженности электрической составляющей воздействия импульсов в экспериментах на животных отличались на порядок, то при близкой плотности наведенного тока (ПНТ) и эффекты были сопоставимы. Это обусловило целесообразность анализа результатов исследований в зависимости от ПНТ как критериального параметра для оценки и нормирования воздействия импульсов, что позволило свести многообразие ам-

плитудно-временных характеристик воздействующих импульсов к единому параметру взаимодействия поля и объекта, систематизировать полученные клинко-экспериментальные данные, исследовать патофизиологические механизмы развития биологических эффектов, а также провести межвидовую экстраполяцию результатов оценки воздействия ЭМП. В результате выявлена пороговая величина ПНТ, обуславливающая развитие неблагоприятных биологических эффектов, в том числе таких социально значимых, как увеличение трудопотерь и заболеваемости персонала. Из анализа совокупности данных о влиянии импульсов ЭМП на животных и человека уровень пороговой величины ПНТ равен 400 А/м^2 , которую приняли в качестве базового значения для разработки гигиенических нормативов исследуемого воздействия.

Далее считали амплитуды электрической составляющей импульсов с заданными временными характеристиками в актуальном диапазоне, обуславливающие пороговую ПНТ в теле человека. Величины инструментально измеряемых амплитуд напряженности электрического поля составили максимально допустимые уровни воздействия импульсов на персонал ЭРУ. В зависимости от временных характеристик импульса максимальные уровни электромагнитного воздействия были в диапазоне $4...14 \text{ кВ/м}$. Аналогичным образом были рассчитаны максимально допустимые уровни магнитного поля импульса с учетом известного соотношения составляющих для дальней зоны электромагнитного излучения. Полученные оценки максимальных уровней напряженности электрической составляющей импульса близки к принятым в России нормативам воздействия электрического поля промышленной частоты, а также согласуются с величинами европейских стандартов по электромагнитной безопасности профессионального персонала при воздействии импульсно-модулированных ЭМП в диапазоне $0,5...1500 \text{ МГц}$.

На основе полученных максимальных уровней (с учетом предложенных экспертами-гигиенистами коэффициентов гигиенического запаса) были разработаны предельно допустимые уровни (ПДУ) исследуемого воздействия на персонал ЭРУ и лиц, работающих на прилегающих территориях. Следует отметить, что эти ПДУ регламентированы для случаев общего облучения человека при работе в зоне воздействия импульсов. На основании анализа результатов медико-биологических исследований было принято, что допустимое общее количество электромагнитных импульсов N , воздействующих на персонал в течение всего рабочего дня

(рабочей смены) с амплитудой напряженности электрического поля E , меньшей $E_{\text{пду}}$, рассчитывается по соотношению:

$$N = 25(E_{\text{пду}}/E).$$

При одновременном облучении от нескольких источников соблюдается ограничение по общему количеству импульсов, воздействующих на персонал в течение всего рабочего дня.

На основе полученных данных о неблагоприятном влиянии электромагнитных импульсов на состояние здоровья и работоспособность человека, подтвержденных в экспериментах на животных, была разработана система инженерно-технических, организационных и медицинских мероприятий по обеспечению электромагнитной безопасности персонала ЭРУ, реализованная в ряде нормативно-методических документов. Были разработаны и приняты к использованию Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.4.1329—03 "Требования по защите персонала от воздействия импульсных электромагнитных полей".

Таким образом, по результатам исследования разработан и практически реализован научно-методический подход к оценке и нормированию воздействия импульсов, генерируемых ЭРУ. Этот подход включает в себя: гигиеническую оценку сопутствующих факторов профессиональной деятельности персонала ЭРУ; измерение характеристик импульса на рабочих местах персонала; расчет воздействия импульсов по параметру ПНТ в теле человека, углубленное медицинское обследование персонала; разработку медико-технических требований к условиям и характеристикам воздействия в экспериментах на животных; оценку эффектов воздействия у подопытных биообъектов; исследование патофизиологических механизмов развития биологических эффектов воздействия; экстраполяцию экспе-

риментальных данных от животных к человеку; обоснование вида и величины критериального параметра гигиенического нормирования воздействия; разработку предельно допустимых уровней воздействия; разработку системы мероприятий и нормативно-методических документов по защите персонала от воздействия импульсов.

Список литературы

1. Лютов В. В., Ушаков И. Б., Зуев В. Г. Электромагнитный фактор военного труда: потенциальный риск воздействия // Военно-медицинский журнал. — 1998. — № 9. — С. 69—73.
2. ICNIRP. Effects of electromagnetic fields on the living environment // Proceedings of the International seminar on the effects of electromagnetic fields on the living environment — Ismaning, Germany. Oct. 4—5. 1999. — ICNIRP. — 10/2000. — 280 p.
3. Григорьев О. А., Бичелдей Е. П., Меркулов А. В. и др. Определение подходов к нормированию воздействия антропогенного электромагнитного поля на природные экосистемы // Ежегодник Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений. — М.: РУДН, 2003. — С. 46—74.
4. Пальцев Ю. П., Суворов Г. А. Методология гигиенического нормирования электромагнитных полей и оценка их вредного действия на организм // Электромагнитные поля. Биологическое действие и гигиеническое нормирование: Мат. междунар. совещ. 18—22 мая 1998 г., Москва / Под ред. М. Х. Репачоли, Н. Б. Рубцовой, А. М. Муна. — М., 1998. — С. 11—20.
5. Григорьев Ю. Г., Шафиркин А. В., Васин А. Л. К совершенствованию методологии нормирования электромагнитных полей радиочастот // Ежегодник Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений: Сб. тр. — М.: АЛЛАНА, 2004. — С. 108—150.
6. Taflov A. Application of the finite-difference time-domain method to sinusoidal steady state electromagnetic penetration problems // IEEE Trans. Electromagn. Compat. — 1980. — V. EMC — 22. — P. 191—202.
7. Гавриш Н. Н., Кондратьева А. И., Плыгач В. А. и др. Численное исследование параметров воздействия электромагнитного импульса электроразрядных установок на биологические объекты // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2001. — Т. 41. — № 3. — С. 345—346.

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ

Президиум ВАК принял решение от 07 марта 2008 "О мерах по повышению эффективности использования Перечня ведущих рецензируемых журналов и изданий". Решением утверждена система критериев для включения изданий в указанный Перечень, который вводится в действие с 01.10.08.

Критериями предусматривается в частности, что в свободном доступе в Интернете должны находиться аннотации статей, ключевые слова, информация об авторах и пристатейные библиографические списки на русском и английском языке.

Просим при направлении статей в редакцию учитывать это требование ВАК РФ.

Более подробная информация о Решении и Критериях размещена на сайте журнала.

УДК 159.9.072

Ю. В. Боленко,
Восточно-Сибирский институт МВД России, г. Иркутск

Апробация модели психологической готовности к профессиональной деятельности сотрудников пожарной охраны

О проблеме психологической готовности к профессиональной деятельности. Раскрыты понятие и структурные компоненты психологической готовности к профессиональной деятельности пожарных, представлены результаты апробации ее теоретической модели.

Введение

В современном мире наблюдается активный процесс интенсификации всех сфер экономики. Это справедливо и в отношении людских ресурсов: профессиональное обучение перестает быть достаточным условием эффективной профессиональной подготовки. Работодатели всех уровней уделяют все больше внимания наличию и развитости профессиональных компетенций претендентов, включающих как профессиональные знания и умения, так личностную адекватность претендента требованиям профессиональной деятельности.

Проблема соответствия личности работника требованиям выполняемой профессиональной деятельности начала активно разрабатываться с 50-х годов XX века в рамках теории профессионально значимых личностных качеств (Е. А. Климов, А. К. Маркова, В. Д. Шадриков и др.). В настоящее время эти подходы трансформировались в теорию психологической (личностной) готовности к профессиональной деятельности.

Анализ психолого-педагогической литературы показал, что понятие "психологическая готовность" имеет несколько интерпретаций. Можно выделить три группы теории, раскрывающие сущность этого феномена. К *первой группе* относят исследования Д. Н. Узнадзе, С. Л. Рубинштейна, У. Томаса, С. Знанецкого, Г. Олпорта, М. Рокича, С. Аша, определяющих психологическую готовность как установку.

Вторая группа исследований характеризует психологическую готовность как состояние личности, именуя ее по-разному: "мобилизация" (Ф. Генов, А. Д. Ганюшкин, Г. М. Гагаева), "оперативный покой" (А. А. Ухтомский), "предстартовое состояние" (Н. Д. Левитов), "бдительность" (Л. С. Нерсисян, В. Н. Пушкин).

В *третью группу* включены теории, определяющие психологическую готовность как интегральное качество личности. Ее еще называют "длительной готовностью", которая рассматривается как устойчивая благоприятно формируемая характеристика личности. Данный подход освящен в работах Б. Г. Ананьева, В. Д. Шадрикова, Е. А. Климова, А. К. Марковой, Н. В. Кузьминой, Г. А. Томиловой, А. Ц. Пуни, М. И. Дьяченко, Л. А. Кандыбович и др.

В силу изложенного понятие "психологическая готовность" представляет собой интегративное образование, возникают включающие различные структурные компоненты, содержание которых определяется характером конкретной профессиональной деятельности. Отметим, что в данном вопросе также нет единого подхода.

Представители педагогической психологии (А. А. Смирнов, О. А. Конопкин, Э. А. Фарапонова, В. В. Чебышева, Ф. И. Иващенко, Н. В. Кузьмина и др.) выделяют совокупность таких компонентов, как идейно-нравственный, интеллектуальный и практический, каждый из которых включает ряд подструктурных элементов.

Представители психологии труда (В. Н. Пушкин, Л. С. Нерсисян и др.) выделяют в качестве компоненты психологической готовности к деятельности образ структуры действия, психофизиологическое состояние личности и психологическую направленность личности на выполнение необходимых действий.

Военные психологи (А. В. Барабанщиков, М. И. Дьяченко, Л. А. Кандыбович, В. А. Пономаренко, Н. Ф. Феденко и др.) в структуре психологической готовности к деятельности выделяют мотивационный (интерес к деятельности, чувство долга, ответственность за выполнение поставленных задач), ориентационный (знания и представления об особенностях и условиях будущей деятельности, ее требованиях к личности), операциональный (владение способами и приемами деятельности, необходимыми знаниями, навыками и умениями), волевой (самоконтроль, умение управлять своими действиями, из которых складывается выполнение обязанностей) и оценочный (самооценка своей подготовленности и соответствия процесса решения

профессиональных задач оптимальным образцам) компоненты [1].

Анализируя представленные подходы к проблеме структурирования феномена психологической готовности к профессиональной деятельности, автор предлагает модель, включающую четыре компонента: *мотивационный* (ядром, которого является направленность на профессиональную деятельность), *ориентационный* (ядром этого компонента определяются профессиональные знания и навыки), *операциональный* (его основу составляет опыт и мастерство) и *эмоционально-волевой* (его ядро — регулятор деятельности).

Если структура психологической готовности является константной для любого вида профессиональной деятельности, то содержание компонентов определяется содержанием самой профессиональной деятельности, так как каждая профессиональная деятельность характеризуется определенным уровнем организации, имеет особую структуру, взаимосвязь элементов, характерный предмет деятельности и получаемые результаты, осуществляется на основании определенных требований и норм.

Задачи исследования

В предлагаемом исследовании поставлена цель: определить содержание компонентов психологической готовности к деятельности сотрудника пожарной службы.

Актуальность исследуемой проблемы обусловлена, прежде всего, спецификой профессиональной деятельности пожарных. Анализ публикаций и собственный опыт автора позволил выделить следующие наиболее значимые характеристики этого вида профессиональной деятельности:

1) труд пожарных является одной из специфических форм человеческой деятельности, соединяющей аспекты *обучения* (занятия по программе профессиональной подготовки), *труда* (различные виды хозяйственных работ), а также *ведение боевых действий* в экстремальных условиях (спасение людей, ликвидация аварий на промышленных предприятиях, а также в других чрезвычайных ситуациях);

2) деятельность пожарных сопряжена с высоким уровнем эмоциональности, которая обусловлена непрерывным нервно-психическим напряжением; постоянной угрозой жизни и здоровью; эмоциональными и стрессовыми расстройствами; значительными физическими нагрузками; трудностями, обусловленными необходимостью работ в ограниченном пространстве; высокой ответственностью каждого пожарного по спасению жизни людей и дорогостоящего оборудования при относительной самостоятельности действий и решений в условиях

высокой динамичности ситуаций, их непредсказуемости, быстрой изменчивости обстановки и дефицита времени на принятие решения [2].

Перечисленные особенности деятельности пожарных, без сомнения, подчеркивают особо сложные, экстремальные условия ее выполнения.

Компоненты психологической готовности к профессиональной деятельности

Профессиональная деятельность специалиста пожарной охраны зависит от различных факторов, определяющих уровень и успех деятельности специалистов в напряженных ситуациях. Поэтому особую актуальность приобретает психологическая готовность к профессиональной деятельности, которая способствует быстрому и правильному использованию знаний, опыта, личных качеств, сохранению самоконтроля и сосредоточению на задаче, а также отвлеченность от мешающих воздействий. Кроме того, она выражается в улучшении внимания, памяти, мышления, сохранении положительного эмоционального фона для быстрых и точных действий.

Характеристика профессиональной деятельности сотрудника пожарной охраны и анализ публикаций по проблемам профессиональной подготовки [3] и профессиональной успешности сотрудников ГПС [4] позволили, как уже отмечено выше, выделить основные компоненты психологической готовности. Рассмотрим содержание каждого компонента модели подробнее.

Мотивационный компонент психологической готовности к профессиональной деятельности пожарного включает в себя положительное отношение к деятельности, глубокое понимание и осознание ее значения, важность задач, выполняемых пожарными, любовь к профессии, сознательное стремление добиться профессионального успеха. Сама деятельность пожарного предполагает наличие у него особого мотивационного компонента психики, выражающегося в чувстве долга, в одобрении и уважении со стороны общества, получении высокого социального статуса и признания сослуживцами.

В качестве *ориентационного компонента* выступают профессиональные знания о возможных целевых ориентациях трудового процесса пожарного, его структурной и процессуальной организации, а также психологический смысл используемых психологических механизмов.

Операциональный компонент состоит из комплекса профессиональных умений, который необходим пожарному для осуществления профессиональной деятельности. К данному комплексу относят: умение принимать решения, творческий подход к деятельности, умение предвидеть результаты своей



работы, а также ошибки и возможные трудности, коммуникативная компетентность, саморегуляция и адекватная профессиональная самооценка.

Эмоционально-волевой компонент психологической готовности обуславливается характерологическими особенностями личности пожарного. Его содержанием является: умение пожарного сосредоточиться, умение владеть собой, уверенность в своих силах и способностях, психологическая толерантность, эмоциональная устойчивость, самоконтроль и самомобилизованность на преодоление трудностей. Кроме того эмоционально-волевой компонент позволяет пожарному снижать отрицательные психические нагрузки, обусловленные напряженностью служебно-боевых задач, постоянным риском, опасностью, дефицитом времени на принятие решений.

Насколько соответствует теоретическая модель психологической готовности к профессиональной деятельности действительной психологической готовности, показала апробация на сотрудниках пожарной охраны. Апробация теоретической модели психологической готовности к профессиональной деятельности проводилась среди начальников караулов пожарных частей г. Иркутска и г. Шелехова. В исследовании приняло участие 48 начальников караулов.

Методы исследования

Используя метод экспертных оценок (в качестве экспертов выступали начальники пожарных частей и их заместители, штатный психолог и работник кадровой службы), все испытуемые были распределены на две группы: "условно успешные" и "условно неуспешные" независимо от стажа работы и профильности образования. Термин "условно" используется, чтобы подчеркнуть некатегоричность данного деления. Исследование построено на сопоставительной характеристике результатов, полученных в двух группах. Критерий успешности для сотрудников определялся согласно синтезу развитого профессионального мышления, профессиональных знаний, профессионально важных качеств, эмоциональной устойчивости, профессиональной направленности, а также результативности их деятельности. Средний балл экспертной оценки составил 5,94 по 10-балльной шкале. Поэтому в группу "успешных" были включены все сотрудники, которые получили экспертную оценку 6 баллов и выше. Следовательно, остальные сотрудники составили группу "неуспешных сотрудников".

Исходя из выраженности компонентов психологической готовности к профессиональной деятельности среди "успешных" и "неуспешных" сотрудников были определены наиболее значимые пока-

затели для структуры психологической готовности к профессиональной деятельности. Значимой характеристикой для структуры психологической готовности к профессиональной деятельности является плотность связи между экспертной оценкой и показателями психологической готовности. Для определения плотности связи между детерминантами психологической готовности к профессиональной деятельности рассчитывался коэффициент r линейной корреляции К. Пирсона. Существует три градации величин корреляции по силе связи: слабая связь — $r \leq 0,3$, умеренная связь — $0,3 < r \leq 0,7$, сильная связь — $r > 0,7$.

Мотивационный компонент психологической готовности к профессиональной деятельности сотрудников пожарной охраны диагностировался с помощью методики выявления личностной направленности: "на себя", "на взаимодействие", "на задание", разработанной американским психологом Б. Бассом [5]. Используя ключ к данной методике по каждой направленности, суммируются баллы (27 баллов и более свидетельствует о преобладании данной направленности).

Анализ представленных результатов позволяет сделать вывод, что в группе "успешных" сотрудников доминирует направленность "на задание", диапазон выраженности которой составляет 25...31,62 баллов. Наименее проявлена направленность "на себя" — 17,35 баллов (средний показатель по указанной группе), однако ни у одного из сотрудников данной группы она не преобладает над другими ориентациями. Средний показатель направленности "на взаимодействие" в данной группе определяется на уровне 21,83 балла.

В группе "неуспешных" сотрудников относительно равномерно распределены направленность "на взаимодействие" (25,68 баллов) и "на задание" (23,06 балла). У небольшой части сотрудников этой группы превалирует направленность "на себя" — 20,06 баллов.

Плотность корреляционной связи по факторам направленность "на себя" ($r = 0,18$) и направленность "на взаимодействие" ($r = 0,26$) незначимая. Максимальная плотность связи отмечена по критерию направленность "на задачу" ($r = 0,78$). Тем не менее, учитывая то обстоятельство, что деятельность сотрудников пожарной охраны носит коллективный характер, в дальнейшем будем рассматривать направленность "на взаимодействие", несмотря на незначительную корреляцию.

Таким образом, у "успешных" сотрудников мотивация направлена на решение задач профессиональной деятельности. У "неуспешных" сотрудников мотивация ориентирована на поиск компромиссов, что несколько противоречит требованиям, предъ-

являемым к сотруднику пожарной охраны. Поэтому содержанием мотивационного компонента психологической готовности к профессиональной деятельности сотрудника пожарной охраны будут являться такие критерии, как направленность "на задачу" и направленность "на взаимодействие".

Содержанием *ориентационного компонента* психологической готовности к профессиональной деятельности является профессиональная компетентность работника. Все сотрудники пожарной охраны каждый год проходят аттестацию. Она предусматривает сдачу нормативов по физической, пожарно-прикладной подготовке и пожарной тактике, где необходимо продемонстрировать знания требований оперативно-тактических документов, закономерностей развития пожаров, способы и приемы их тушения, а также тактические возможности и методы управления подразделениями. Аттестация проводится коллегиально, в состав комиссии по аттестации входят: начальник пожарной части, его заместитель по воспитательной работе с личным составом, а также сотрудники отдела кадрового обеспечения. Каждый сотрудник по окончании аттестации получает итоговую оценку, которая определяет его соответствие должностным требованиям. Для установления количественного показателя использовалась средняя арифметическая величина оценок, полученных сотрудником за последние три года работы. Кроме того, для сотрудников дополнительно вводились еще два критерия — стаж работы и профильность образования.

Согласно полученным результатам, уровень профессиональной компетентности в группе "успешных" сотрудников составляет 4,34, в группе "неуспешных" — 3,61, тем самым ниже на 17 %, чем в предыдущей группе. Стаж работы в группе "успешных" сотрудников колеблется от 1 года до 15 лет, у "неуспешных" 2 года...5 лет.

В группе "успешных" сотрудников преобладает высшее профильное образование, а в группе "неуспешных" — высшее профильное и среднее специальное (профильное) занимают равнозначные позиции. Корреляционная зависимость по критерию "стаж работы" средняя ($r = 0,72$), по фактору "образование" — высокая ($r = 0,84$).

Максимальная плотность корреляционной связи ($r = 0,96$) зафиксирована по критерию профессиональной компетентности и незначительно уступает плотности связи по критерию образование ($r = 0,84$) и стаж ($r = 0,72$).

Таким образом, содержанием ориентационного компонента психологической готовности к профессиональной деятельности сотрудника пожарной охраны являются все рассмотренные критерии: профессиональная компетентность, стаж профес-

сиональной деятельности и наличие базового профессионального образования.

Далее рассмотрим *операциональный компонент* психологической готовности к профессиональной деятельности, который исследовался с помощью методики "КОС". Методика "КОС", предложенная В. В. Синявским и В. А. Федорошиным [6], позволила выявить у сотрудников устойчивые показатели коммуникативных и организаторских склонностей.

Для количественной обработки данных использовался "дешифратор", благодаря которому подсчитывалось количество совпадающих с ним ответов по каждому разделу методики. Полученные показатели являются оценочным коэффициентом K и могут изменяться от 0 до 1. Показатели, близкие к 1, свидетельствуют о высоком уровне проявления коммуникативных и организаторских способностей, близкие к 0 — о их низком уровне. Оценочный коэффициент K — это первичная количественная характеристика материалов испытания. Для качественной стандартизации результатов испытания используются шкалы оценок, в которых тому или иному диапазону количественных показателей K соответствует определенная оценка от 1 до 5. Испытуемые, получившие оценку 1, характеризуются крайне низким уровнем проявления склонностей к коммуникативно-организаторской деятельности, следовательно, при оценке 5 — очень высоким.

Согласно данному критерию в "успешной" группе сотрудников уровень коммуникативных склонностей распределяется в следующем порядке: очень высокий — 65 %, высокий — 25 % и средний — 10 %. Уровень организаторских склонностей у большинства сотрудников 60 % — высокий, 30 % обладают очень высоким уровнем, оставшиеся 10 % — средним.

Уровень коммуникативных и организаторских склонностей в группе "неуспешных" сотрудников незначительно снижен ($\approx 0,05$) по сравнению с "успешной". Большинство сотрудников данной группы обладают очень высоким уровнем коммуникативных склонностей (35,7 %), другие — высоким и средним в равных долях по 21,4 %, оставшиеся имеют уровни ниже среднего — 14,3 % и низкий — 7,2 %. Уровень коммуникативных склонностей представлен следующим образом: очень высокий — 14,3 %, высокий — 25 % и средний — 14,3 %, ниже среднего — 17,8 % и низкий — 28,6 %.

Таким образом, в группе "успешных" большинство сотрудников обладают высокими показателями по уровню развития коммуникативных и организаторских способностей, которые позволяют им успешно преодолевать трудности профессиональной деятельности.

Исходя из представленного выше анализа уровня сформированности компонентов психологиче-



ской готовности к профессиональной деятельности у "успешных" сотрудников он более выражен, чем у "неуспешных".

Максимальная плотность корреляционной связи ($r = 0,82$), по данному компоненту, выявлена по критерию коммуникативных склонностей. Незначительно отличается ($r = 0,76$) плотность связи по критерию организаторские склонности. Поэтому содержанием операционального компонента психологической готовности к профессиональной деятельности сотрудников пожарной охраны будут являться коммуникативные и организаторские склонности.

Следующий компонент психологической готовности к профессиональной деятельности, подлежащий рассмотрению, — *эмоционально-волевой*. Данный компонент исследовался с помощью блока диагностических методик: опросника PEN, методики исследования уровня субъективного контроля, методики выявления склонности к риску, а также методики выявления состояния тревожности и депрессии ("Тид"). Опросник PEN, разработанный английским психологом Г. Айзенком [7], предназначен для измерения индивидуальных различий по составляющим темперамента и характера личности. Во-первых, опросник дает характеристику индивидуально-психологического склада человека, крайние полюса которой соответствуют ориентации личности либо на мир внешних объектов — экстраверсия (социальная активность, общительность, импульсивность), либо на внутренний субъективный мир — интроверсия (невысокая социальная активность, уединенный образ жизни, неспособность к спонтанному реагированию); во-вторых, измеряет нейропсихологическую лабильность (нейротизм), т. е. некоторое свойство-состояние, характеризующее человека со стороны эмоциональной устойчивости, уровня самоуважения и возможных вегетативных расстройств; в-третьих, выявляет уровень психотизма — склонности личности к асоциальному поведению, неадекватной реакции и конфликтности.

Обработка проводилась алгебраическим сложением совпавших характеристик по каждой шкале с "ключевыми". Полученные результаты отражали выраженность каждого психического свойства, измеряемого опросником. Так, высокие оценки по шкале экстраверсия-интроверсия соответствуют экстравертированному типу личности (12...24 балла), а низкие — интровертированному (1...11 баллов). Высокие показатели по шкале нейротизма говорят о высокой психической неустойчивости. Средний показатель по данной шкале составляет 8...14 баллов. Высокие оценки по шкале психотизма показывают на значительную конфликтность. Средние значения — 5...12 баллов.

Согласно анализу полученных результатов в группе "неуспешных" сотрудников уровень психотизма и нейротизма превышает показатели, выявленные в группе "успешных". Это выражается в предрасположенности к неуправляемым агрессивным реакциям, возбудимости, раздражительности, мнительности, фрустрации, которые могут быть вызваны элементами случайности, неизвестными условиями и т. п. Плотность корреляции по шкалам психотизма ($r = -0,62$) и нейротизма ($r = -0,42$) средняя.

Как "успешные", так и "неуспешные" сотрудники имеют относительно одинаковые показатели по шкале экстраверсия-интроверсия (диапазон составляет 15,87...15,56), это подтверждает то, что большинство сотрудников обладают экстравертированным типом личности. Корреляционная связь незначимая ($r = 0,23$)

Для изучения уровня тревожности как устойчивой характеристики эмоционально-волевой сферы личности использовалась методика "Тид", разработанная Ю. Л. Ханиным [6]. К данной методике прилагается "ключ", позволяющий подсчитать результат по каждому фактору (среднее значение определено на уровне 1,29 баллов, максимальное — 12 баллов, свидетельствует о депрессивном состоянии испытуемого).

Фактор эмоциональной устойчивости и депрессии ($r = 0,58$; $r = 0,63$) подтверждает отсутствие фактора нейротизма и доказывает то, что "успешные" сотрудники обладают уравновешенным психическим состоянием, "неуспешные" — нерешительным, тревожным состоянием. В группе "успешных" сотрудников по шкале тревожность диапазон составляет 2,7...5,7, по шкале депрессия — 0,86...6,68. В группе "неуспешных" сотрудников по аналогичным шкалам диапазон составляет 4,15...7,23 и 4,54...6,6 соответственно. Плотность корреляционной связи средняя ($r = 0,58$ и $r = 0,63$ соответственно).

Методика выявления склонности к риску, предложенная Г. Шубертом [8], позволяет определить склонность личности к рискованному поведению (к оправданному или неоправданному риску). Согласно результатам выявления склонности к риску у "неуспешных" сотрудников данный уровень незначительно превышает (на 2,06) уровень "успешных". В процессе деятельности "неуспешные" сотрудники иногда идут на неоправданный риск, подвергая опасности не только себя, но и своих подчиненных. Плотность корреляционной связи средняя ($r = 0,64$).

Методика исследования уровня субъективного контроля, наиболее известная как "шкала локуса контроля" Дж. Роттера, адаптированная Е. Ф. Бажиным, С. А. Голынкиной, А. М. Эткиндоном [9], позволила эффективно оценить сформированный у сотруд-

ников уровень субъективного контроля над разнообразными жизненными ситуациями. Возможны два полярных типа такой локализации: интернальный и экстернальный. Первый тип по своим личностным характеристикам является интерналом, т. е. более благожелательным, уверенным в себе, терпимым, реалистичным, все происходящие с ним события он интерпретирует как результат своей собственной деятельности, в отличие от второго типа — экстернала, отличающегося меньшей развитостью перечисленных качеств и значительной зависимостью от внешних и ситуативных влияний (например, случая, других людей).

Высокие показатели по шкале интернальности свидетельствуют, что в обеих группах отмечен высокий уровень субъективного контроля над любыми значимыми ситуациями ($r = 0,77$). Однако по шкале интернальности в области неудач в группе "успешных" сотрудников зафиксирован высокий показатель (9,56 баллов), а группе "неуспешных" — низкий (7,68 баллов), поскольку "успешные" сотрудники обладают чувством высокой ответственности за происходящие события, а "неуспешные" — склонны приписывать ответственность другим людям. Показатель шкалы интернальность в области достижений у двух групп находится в одном диапазоне и соответствует среднему уровню субъективного контроля над эмоционально положительными событиями и ситуациями. Плотность корреляционной связи высокая ($r = 0,79$ баллов).

В группе "успешных" сотрудников по фактору интернальности в области производственных отношений отмечен высокий показатель (7 баллов), т. е. сотрудники считают свои действия важным фактором организации собственной профессиональной деятельности. Теснота корреляционной связи высокая ($r = 0,73$).

Группа "неуспешных" сотрудников по этому же фактору имеют низкие значения (5,5 баллов), указывающие на то, что в деятельности большое значение они придают внешним обстоятельствам (руководству, удаче, случаю).

Максимальная плотность корреляционной связи ($r = 0,96$) зафиксирована по шкалам интернальности в области достижений, а также интернальности в области неудач ($r = 0,79$) и общая интернальность ($r = 0,77$). Минимальная плотность корреляционной связи ($r = 0,43$) зафиксирована по шкале нейротизма. По фактору экстраверсия-интроверсия плотность корреляционной связи незначительная, обратная ($r = -0,23$).

Учитывая данные статистического анализа, можно сделать вывод, что содержанием эмоционально-волевого компонента психологической готовности к профессиональной деятельности сотрудника по-

жарной охраны являются следующие критерии: психотизм, нейротизм, тревожность и депрессия, склонность к риску и интернальность.

Результаты исследования

Согласно результатам корреляционного анализа все показатели можно условно разделить на три группы в соответствии с установленной плотностью связи: максимально, средне и минимально значимые для успешного сотрудника.

В группу максимально значимых показателей входят те, где статистическая значимость соответствует $0,01 \leq p \leq 0,001$. К данной группе относятся шкалы: коммуникативных и организаторских склонностей, направленность "на задачу", интернальность (в области неудач, достижений и производственных отношений) и профессиональные знания, умения и навыки.

Для среднезначимой группы достоверность составляет $0,1 \leq p \leq 0,05$ — это следующие факторы: психотизм, нейротизм, эмоциональная устойчивость, депрессия, направленность "на взаимодействие" и склонность к риску.

Показатели, в которых плотность корреляционной связи незначительная, — это шкалы экстраверсии-интроверсии, а также направленность "на себя", не являются значимыми для успешного сотрудника и относятся к группе минимально значимых.

Следовательно, существенными показателями структуры психологической готовности к профессиональной деятельности для "успешного" сотрудника являются: профессиональная компетентность; стаж работы и базовое профессиональное образование; интернальность; коммуникативные и организаторские склонности; направленность "на задачу"; склонность к риску; эмоциональная устойчивость и депрессия; оптимальный уровень психотизма и нейротизма.

Апробированная модель психологической готовности к профессиональной деятельности сотрудника пожарной охраны

Содержание компонентов психологической готовности к профессиональной деятельности			
мотивационного	ориентационного	операционного	эмоционально-волевого
— избирательная направленность на профессиональную деятельность	— профессиональные знания и умения; — стаж работы; — образование	— владение профессиональными знаниями, умениями и навыками (умение принимать управленческие решения, коммуникативная компетентность)	— эмоциональная устойчивость и отсутствие депрессии; — склонность к оправданному риску; — оптимальный уровень психотизма и нейротизма; — интернальность



Таким образом, наиболее значимыми можно определить мотивационный и операциональный компоненты психологической готовности к профессиональной деятельности.

Полученная в ходе исследования модель психологической готовности представлена в таблице.

Необходимо отметить также, что профессиональное обучение в рамках учебного заведения не формирует "полной" профессиональной готовности и для завершения окончательной подготовки потребуются увеличение объема часов, отводимых на производственную практику обучающихся и максимальное приближение содержания практики к реальным условиям предстоящей профессиональной деятельности.

В рамках продолжения исследования предполагается провести сопоставительную характеристику содержания психологической готовности действующих сотрудников пожарной охраны и учащихся специализированного учебного заведения, выявить динамику психологической готовности и выделить детерминанты этого процесса.

Список литературы

1. Дьяченко М. И., Кандыбович Л. А., Пономаренко В. А. Готовность к деятельности в напряженных ситуациях: психологический аспект. — Минск: Изд-во Университетское, 1985. — 198 с.
2. Марьин М. И. Критерии оценки тяжести труда пожарных // Пожарное дело. — 1990. — № 3. — С. 32.
3. Профессиография основных видов деятельности сотрудников Государственной противопожарной службы МВД России. / М. И. Марьин, И. Н. Ефанова, М. Н. Поляков и др. — М.: ВНИИПО, 1999. — 114 с.
4. Самонов П. А. Психология пожарного дела: исследования. — Пермь: Звезда, 2001. — 600 с.
5. Никиреев Е. М. Направленность личности и методы ее исследования. — М.: Изд-во НПО Модек, 2004.
6. Психологические тесты / Под общ. ред. А. А. Карелина: в 2-х т. — М.: Владос, 2003. — Т. 1.
7. Дружинин В. Н. Экспериментальная психология. — СПб.: Питер. — С. 160.
8. Справочник практического психолога. Психодиагностика / Под ред. С. Т. Посоховой. — СПб.: Сова, 2005.
9. Бажин Р. Ф., Голынкина С. А., Эткинд А. М. Опросник уровня субъективного контроля (УСК). — М.: Смысл, 1993.

УДК 622.86

Л. А. Шевченко, д-р техн. наук, проф.,

Кузбасский государственный технический университет, г. Кемерово,

А. В. Карев, руководитель Государственной инспекции труда в Кемеровской области

Человеческий фактор как основной источник опасности при подземной добыче угля

Рассмотрены и проанализированы основные причины высокого травматизма и аварийности в угольной отрасли Кузбасса. Приводится краткое описание крупных аварий, происшедших на шахтах Кемеровской области в 2007 г., и исследуются их причины.

Кемеровская область, географически совпадающая с границами Кузнецкого угольного бассейна, занимает особое место среди субъектов Российской Федерации по запасам различных минеральных ресурсов, среди которых главным является каменный уголь. Именно это определило ее место в экономике страны как главного источника угледобычи (более 60 %), в том числе коксующихся углей более 80 %.

Вместе с тем подземная разработка угольных пластов характеризуется тяжелыми условиями труда и высоким уровнем травмоопасности и аварийности. Как показывает статистика многолетних наблюде-

ний, наиболее тяжелыми видами аварий в угольных шахтах, сопровождающимися групповыми несчастными случаями со смертельным исходом, являются взрывы метановоздушной смеси в горных выработках. За последние пять лет подобные аварии происходили на шахтах "Тайжина", "Листвяжная", "Есаульская", "Красногорская", "Ульяновская", "Юбилейная", шахтоуправление "Сибирское" и др., в которых погибло более 200 человек.

Статистика подобных аварий позволяет сделать заключение о формировании устойчивой негативной тенденции в области промышленной безопасности в горной отрасли Кузбасса, источники которой имеют довольно глубокие корни и не всегда могут быть однозначно идентифицированы.

На рис. 1 представлена диаграмма смертельного травматизма на шахтах Кузбасса за последние 9 лет в соответствии с общими цифрами по региону в целом. Из приведенных графиков видно, что доля угольной отрасли в общих показателях достаточно велика и составляет от 28,8 % (самый благополуч-



Рис. 1. Динамика смертельного травматизма в угольной отрасли в целом по Кемеровской области (* За 2007 г. данные приведены за 10 месяцев)

ный для Кузбасса 2002 г.) до 70 % (самый тяжелый 2007 г.). При этом надо иметь в виду, что в Кузбассе имеются и другие травмоопасные отрасли — строительство, транспорт, черная металлургия, химическая и др. Однако все они, вместе взятые, не перекрывают показателей угольной отрасли. Аналогичное соотношение складывается и по тяжелому травматизму.

В 2007 г. в Кузбассе произошли две крупные аварии на шахтах "Ульяновская" (март, 110 погибших) и "Юбилейная" (май, 39 погибших), подобных которым не было более 60 лет. Именно они дали резкий всплеск травматизма в текущем году, когда уже за полгода число погибших перекрыло общий показатель за весь 2006 год.

Анализ материалов расследования этих аварий, составленных Правительственной комиссией, позволяет сделать вывод, что большая часть нарушений, приведших к взрыву метановоздушной смеси в горных выработках с участием угольной пыли, может быть отнесена к организационным причинам, обусловленным так называемым человеческим фактором. Ежедневная работа в условиях повышенной опасности, характерных для угольных шахт, с одной стороны, и постоянное стремление к выполнению планового задания или наряда, с другой, притупляют у горнорабочих и инженерно-технического персонала ощущение опасности и толкают на нарушения Правил безопасности в надежде на безаварийный исход.

Так, в лаве № 50-11бис на шахте "Ульяновская", оборудованной комбайном фирмы "Джой" SL-300, взрывоопасная концентрация метана в очистном забое и примыкающих к нему выработках возникала неоднократно и до аварии, приводя к отдельным хлопкам и вспышкам, что не вызвало тревоги у руководства шахты. Кроме того, показания датчиков автоматической газовой защиты Davis-Derby (Англия) намеренно искажались в сторону уменьшения до

допустимых значений, что способствовало формированию загазирования выработок участка на большой протяженности. Подобная ситуация проходила без тяжелых последствий до тех пор, пока не появился источник высокой температуры достаточной мощности в виде дугового разряда, возникшего от повреждения комбайнового кабеля, хотя в этой роли могли выступить и многие другие источники теплового импульса.

Необходимо также отметить, что даже без искажения показателей аппаратуры автоматической газовой защиты датчики контроля содержания метана не могут полностью контролировать весь объем рабочего пространства лавы, так как находятся на достаточном удалении от зоны наиболее интенсивного газовыделения — движущегося уступа очистного забоя при разрушении угля шнеком комбайна и в связи с этим не могут заблаговременно сигнализировать о предаварийной ситуации и местоположении потенциально опасной зоны. В случае же их блокировки они не будут давать сигналов опасности, даже находясь в самой зоне, как это имело место на шахте "Ульяновская". Свидетельством того, что взрывоопасная концентрация метана распространилась на значительное расстояние от лавы № 50-11бис является то, что тела погибших были обнаружены на всех прилегающих к очистному забою выработках и даже путевом и конвейерном уклонах пласта 50 (юг) и фланговом уклоне того же пласта (север) на расстоянии более 3 км. Вместе с тем ударная волна, прошедшая по горным выработкам выемочного участка, повредила и разрушила технические устройства, оборудование и вентиляционные сооружения.

Вторая крупная авария — взрыв метановоздушной смеси, происшедшая через два месяца на шахте "Юбилейная" того же ОАО ОУК "Южкузбассуголь" и унесшая жизни 39 человек, по своим причинам полностью повторила аварию на шахте "Ульяновская".

Анализируя обстоятельства обеих аварий, приходим к выводу, что в их основе лежит комплекс технических и организационных причин, из которых одна группа причин могла спровоцировать появление другой. Так, все действия, связанные с несанкционированным вмешательством в работу средств автоматического газового контроля, были в известной мере спровоцированы высокой газообильностью очистного забоя в период работы комбайна, когда разрушение угольного массива его исполнительным органом приводит к резкому увеличению газоотдачи пласта. Последнее, в свою очередь, является следствием отсутствия предварительной дегазации угольных блоков на стадии их подготовки к выемке по интенсивной технологии. А над всем



этим стоит желание рабочих дать максимальную добычу с высоким риском для жизни и нежелание собственников снижать этот риск путем предварительной дегазации угольных пластов. Именно в этом заключается основное противоречие между двумя субъектами с взаимно противоположными интересами, которое разрешается, как видим, путем грубых нарушений требований безопасности. Условия для сохранения данного противоречия будут сохраняться до тех пор, пока высокотехнологичное оборудование зарубежных фирм будет применяться при разработке угольных пластов без их соответствующей подготовки к скоростной выемке, заключающейся в детальной проектной проработке, прогнозе аварийных ситуаций и обязательной дегазации.

На рис. 2 представлено распределение несчастных случаев со смертельным исходом на предприятиях угольной отрасли Кузбасса за 2006 г. по причинам происшествий, откуда можно видеть, что практически все группы причин можно отнести к организационным, из которых лидируют нарушение технологического процесса и неудовлетворительная организация производства работ — по 26,5 % каждая.

Из этого можно сделать вывод, что уровень безопасности в угольной отрасли особенно при его подземной добыче при всех объективных предпосылках роста опасности с глубиной разработки, тем не менее, в большей степени зависит от организационных причин, полное устранение которых могло бы снизить травматизм со смертельным исходом на 90 %.

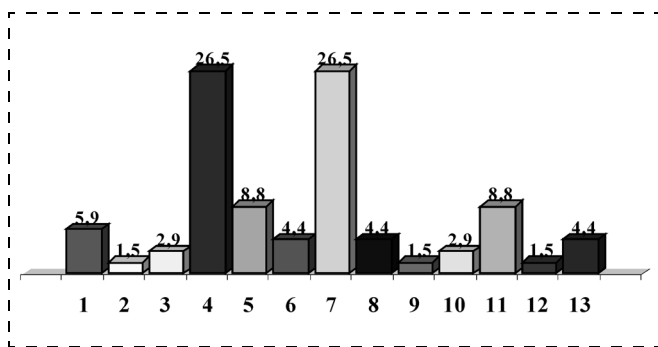


Рис. 2. Распределение несчастных случаев со смертельным исходом по причинам происшествий в угольной промышленности (%):

1 — конструктивные недостатки, несовершенство, недостаточная надежность машин, механизмов, оборудования (5,9); 2 — эксплуатация неисправных машин, механизмов, оборудования (1,5); 3 — неудовлетворительное техническое состояние зданий, сооружений, территорий (2,9); 4 — нарушение технологического процесса (26,5); 5 — нарушение требований безопасности при эксплуатации транспортных средств (8,8); 6 — нарушение правил дорожного движения (4,4); 7 — неудовлетворительная организация производства работ (26,5); 8 — неудовлетворительное содержание и недостатки в организации рабочих мест (4,4); 9 — недостатки в организации и проведении подготовки работников по охране труда (1,5); 10 — неприменение средств индивидуальной защиты (2,9); 11 — нарушение работником трудового распорядка и дисциплины труда (8,8); 12 — использование работающих не по специальности (1,5); 13 — прочие (4,4)

Одним из путей для достижения этой цели является повышение качества подготовки инженерных кадров и дальнейшее поддержание их профессионального уровня через систему повышения квалификации в вузах горного профиля, а также их периодическая аттестация в области промышленной безопасности и охраны труда в территориальной и центральной комиссиях Ростехнадзора. К сожалению, аттестация ИТР, проведенная в июне—июле 2007 г. независимой аттестационной комиссией, созданной Ростехнадзором, показала низкий уровень профессиональной подготовки и знаний в области промышленной безопасности руководящих кадров ОАО ОУК "ЮжКузбассуголь", в результате чего было не аттестовано 60 % директоров шахт, 25 % главных инженеров и около 70 % всех ИТР в целом.

Для исправления сложившегося положения в Кемеровской области были приняты меры по разработке целого ряда региональных правовых и нормативных актов, направленных на усиление ответственности за нарушение требований промышленной безопасности на горных предприятиях, так как существующие федеральные отраслевые нормативы уже не соответствуют требованиям сегодняшнего дня. Инициативными группами ученых, работников вузов и производства были разработаны проекты законов Кемеровской области "О промышленной безопасности угольных шахт", "О мерах по выявлению на территориях угледобывающих и горнорудных предприятий лиц, находящихся в состоянии алкогольного, наркотического и токсикологического опьянения", "Об усилении ответственности за нарушение условий безопасности и охраны труда в организациях угольной промышленности", а также ряда нормативов и инструкций. В 2005 г. в Кузбассе создан Координационный совет по развитию угольной промышленности, охране труда, промышленной и экологической безопасности, задачами которого явилась разработка мероприятий по предупреждению производственного травматизма и аварийности в угольной отрасли, а также совершенствование законодательной базы, регламентирующей вопросы охраны труда, промышленной и экологической безопасности. Управлением Ростехнадзора по Кемеровской области разработана программа повышения квалификации работников угольных шахт по промышленной безопасности и охране труда при Кузбасском государственном техническом университете, что должно обеспечить постоянную поддержку уровня знаний ИТР на должном уровне и объективно способствовать снижению аварийности и травматизма в главной отрасли экономики Кузбасса.

УДК 502.15:338.246.025

Л. Х. Бадалян, канд. техн. наук, доц.,
В. Л. Гапонов, д-р техн. наук, проф., **В. Н. Курдюков**, асп.,
Ростовская-на-Дону государственная академия
сельскохозяйственного машиностроения

Инструменты экологической политики и оценка природоохранной деятельности

Проанализированы различные инструменты экологической политики и возможность их применения для снижения негативного антропогенного воздействия автотранспорта на окружающую среду. Рассмотрен метод экономической оценки результатов экологической политики и природоохранных мероприятий с точки зрения содействия устойчивому развитию.

Инструменты экологической политики

В современной теории охраны окружающей среды (ОС) и экономики природопользования (ПП) основной целью природоохранных инвестиций является достижение оптимального уровня загрязнения природной среды. Считается, что оптимальный уровень загрязнения природной среды обеспечивается равенством предельных природоохранных затрат и предельного предотвращенного ущерба [5]. Исходя из этого качество ОС определяется не объективными "экологическими" ограничениями, например, предельно допустимыми нагрузками (ПДН) на экосистемы, а правовой и экономической ситуацией в регионе, возможностями научно-технического прогресса, доступностью на внутреннем рынке современных технологий и т. п. Экологические проблемы особенно усугубляются вследствие недостатков механизмов возмещения ущерба ОС и экономики ПП.

Тем не менее, в рамках современной экономической теории для России существует возможность улучшения экологической ситуации: при обосновании природоохранных мероприятий и объема денежных средств, направляемых на экологические цели, необходимо оценивать антропогенное влияние на природную среду адекватно возникающему ущербу, а в качестве возмещения нанесенного вреда взимать плату.

Политика в области охраны ОС представляет собой набор принципов и мероприятий, реализуемых на уровне мирового сообщества, государства и отдельных компаний с целью рационального исполь-

зования потенциала структурных элементов природной среды [4]. Для снижения нежелательных последствий "неразумной" хозяйственной деятельности экологическая политика должна включать:

- содействие восстановлению ресурсов или, по крайней мере, предельно экономное их использование (за счет применения безотходных технологий или перехода на другие, в основном возобновимые ресурсы);

- жесткие нормы предельного уровня загрязнения ОС, что должно способствовать разработке и внедрению экологически эффективных технологий или же переходу на производство альтернативных продуктов;

- охрану экосистем, для чего необходимо установить адекватную меру ответственности за нарушение сохранности природной среды.

Дальновидная экологическая политика основывается на детальной и достаточно полной информации об имеющемся естественном потенциале, ПДН на экосистемы, антропогенном воздействии на ОС и человека.

Для ограничения негативного влияния на природную среду загрязняющих веществ (ЗВ) в современном механизме экологического регулирования применяются различные инструменты экологической политики (ИЭП) [5]. В той или иной степени ИЭП могут способствовать снижению "давления" загрязняющих веществ на ОС в выбросах автомобилей (их доля в общей массе техногенного воздействия на атмосферу составляет более 80 %), учреждений производственного и непроизводственного профиля, коммунальных хозяйств, жилой застройки и т. д.

Административно-контрольные инструменты экологической политики можно использовать для прямого воздействия на экологические результаты деятельности как юридических, так и физических лиц в сфере производства и эксплуатации автотранспортных средств (АТС). К основополагающим инструментам этой группы следует отнести экологическое и природно-ресурсное законодательство,



систему стандартов и нормативов, применяемых для охраны ОС и рационального ПП, а также экологические и ресурсные целевые программы. Посредством этих ИЭП предполагается определить стратегию развития экологической политики: наметить цели (приемлемый уровень воздействия ЗВ на ОС, желаемое качество, например, атмосферного воздуха), обеспечить условия их достижения через регулируемое правовое поле (законодательное закрепление функционирования конкретных ИЭП, проведение определенных природоохранных и контрольных процедур и т. д.).

Решение конкретных задач (снижение выбросов АТС, улучшение качества атмосферного воздуха в городе и т. п.) системно позволяет осуществить комплексная целевая экологическая программа, в которую могут входить ИЭП разных групп. В итоге, преодоление сложностей снижения негативного воздействия автотранспорта на ОС предполагает прохождение представленных ключевых этапов формирования экологической стратегии и выбор оптимальной системы ИЭП для ее реализации.

Цель использования *экономических инструментов* охраны ОС и ПП заключается в изменении поведения субъектов, оказывающих прямое или косвенное негативное влияние на ОС. Посредством применения экономических ИЭП требуемый результат в области охраны природы достигается за счет перевода внешних издержек разрушения или истощения природных ресурсов в категорию внутренних, а также за счет изменения набора и структуры стимулов, которые имеются в распоряжении этих субъектов. Применение инструментов этой группы для снижения негативного воздействия автотранспорта позволит, во-первых, стимулировать экологически безопасное поведение владельцев и производителей АТС и, во-вторых, получить ресурсы для финансирования мероприятий по улучшению экологических показателей (например, проведение работ по восстановлению природной среды, создание образовательных программ природоохранного назначения или внедрение технологий снижения выбросов и т. д.).

При ограниченности финансовых, административных и других ресурсов, вмешательстве государства в экологическую сферу, сопровождающемся многочисленными ошибками и провалами политики в области охраны природы [2, 5], важную роль в снижении негативного воздействия автотранспорта на экологические системы могут играть *инструменты морально-этического воздействия и убеждения*. Посредством этих инструментов перевод экологической ответственности в индивидуальный процесс принятия управленческих решений осуществляется

посредством применения различных форм убеждения либо непосредственно, либо косвенно. Инструменты этой группы позволяют сформировать четкое представление у населения о "культуре" передвижения на АТС с экологической точки зрения (например, отключение двигателя на остановках, поддержание оптимальной скорости движения автомобиля и т. п.) и тем самым помочь достигнуть ощутимых результатов в охране ОС без особых затрат на реализацию крупномасштабных природоохранных мероприятий.

Применение морально-этических инструментов, в конечном счете, может привести к трехстороннему добровольному соглашению о создании "особых условий" для улучшения качества ОС между правительством (в лице администраций различного уровня), производителями "неэкологических" передвижных источников и владельцами АТС. Со стороны правительства выполнение условий подразумевает достижение надлежащего качества дорожного покрытия, улучшение экологических характеристик топлива, создание и поддержку организаций, занимающихся установкой природоохранного оборудования и т. п. Со стороны производителей — улучшение экологических характеристик продукции за счет внедрения инноваций без значительного удорожания для конечного потребителя. В свою очередь, владельцы АТС должны обеспечить установку приборов и средозащитных устройств для регистрации и снижения выбросов ЗВ при эксплуатации АТС, соблюдать в условиях городских территорий принципы экологичного использования АТС, а в крайних экологически неблагоприятных ситуациях в регионе ограничивать эксплуатацию личных АТС. При соблюдении своих обязательств региональные администрации вправе ожидать от граждан снижения негативного влияния на ОС.

Экономический анализ полезности и затрат проектов систем ИЭП

С целью снижения негативного влияния на ОС выбросов загрязняющих веществ автотранспортом и стационарными источниками следует применять ИЭП в совокупности с другими природоохранными мероприятиями (например, в составе экологической программы [6], в рамках единого пакета разнообразных инструментов регулирования политики в области охраны природы). Реализация проектов систем ИЭП должна сопровождаться известными затратами и вполне прогнозируемым ожидаемым эффектом в улучшении качества ОС. В этом аспекте для сравнения экономической эф-

фективности различных проектов систем ИЭП важна количественная оценка совокупных затрат и предполагаемой их полезности в направлении устойчивого развития. При этом необходимо учитывать не только расходы исполнителей проекта системы ИЭП, но и расходы природопользователей и населения, связанные с этой деятельностью.

Полезность природоохранных мероприятий определяет совокупность изменений, содействующих достижению цели устойчивого развития региона (улучшение неблагоприятной ситуации в экологической и социально-экономической сферах жизнедеятельности). Исходя из этого экономическая полезность системы ИЭП представляет собой оценку результативности природоохранной деятельности по основным жизнеобразующим параметрам (ресурсные, экологические, социальные) развития экономики в каждом конкретном регионе. Экономическая полезность природоохранных мероприятий характеризует совокупность положительных изменений при удовлетворении потребностей развития экономики с учетом социальных интересов.

Общую годовую экономическую полезность исполнения проектов систем ИЭП или природоохранных мероприятий можно определить из следующего выражения:

$$П = П_{ОС} + П_{\Sigma} + П_{п} + П_{\phi} + П_{др}, \quad (1)$$

где $П_{ОС}$ — экономическая полезность снижения ущерба от загрязнения ОС, руб./год; $П_{\Sigma}$ — экономическая полезность снижения энерго- и природоемкости экономики региона, руб./год; $П_{п}$ — экономическая полезность повышения производительности (увеличения ассимиляционного потенциала экосистемы, под которым понимается ресурс природной среды без изменения своих основных свойств обезвреживать и перерабатывать вредные вещества) природных ресурсов территории, руб./год; $П_{\phi}$ — сбор дополнительных средств на экологические или иные цели (материальный доход от действия ИЭП, например, проявляющийся от переноса центра тяжести налоговой нагрузки с фонда оплаты труда на экологически вредную деятельность и продукцию [5]; при учете совокупных затрат полезность экологизации налоговой системы представляет собой увеличение налоговой нагрузки на экологически вредную деятельность и продукцию в размере, равном снижению налоговой нагрузки с фонда оплаты труда), руб./год; $П_{др}$ — другая экономическая полезность функционирования ИЭП (например, ценность появления или увеличения

возможностей удовлетворения рекреационных, эстетических потребностей и т. д.), руб./год.

Экономическая полезность снижения ущерба от загрязнения ОС представляет собой уменьшение экономического ущерба от эмиссии ЗВ передвижных и стационарных источников

$$П_{ОС} = Y_1 - Y_2,$$

где Y_1 и Y_2 — экономический ущерб, наносимый ОС от эмиссии ЗВ техногенных источников соответственно до и после использования ИЭП, руб./год.

Экономическая полезность снижения энерго- и природоемкости экономики региона от внедрения проекта системы ИЭП определяется экономией энергетических и природных ресурсов

$$П_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \Delta P_{ij} \Phi_{ij} C_i,$$

где ΔP_{ij} — экономия i -го типа ресурса при j -м виде его использования, кг/ч ($\text{м}^3/\text{ч}$); Φ_{ij} — годовой фонд часов работы при j -м виде использования i -го типа ресурсов, ч/год; C_i — цена i -го типа ресурсов, руб./кг (руб./ м^3); n — общее число сэкономленных ресурсов; m — общее число видов использования ресурсов, при которых произошла их экономия.

Отметим, что замена одного типа ресурсов другим при j -м виде использования для учета экономии денежных средств предполагает внесение в формулу наряду с общей стоимостью сэкономленных ресурсов отрицательного значения общей стоимости ресурса-заменителя.

При расчете экономической полезности увеличения производительности природных ресурсов территории $П_{п}$ возможны две ситуации, связанные с возмещением ущерба ОС от загрязнения передвижными и стационарными источниками:

1. При использовании эмиссионных платежей стоимость выбросов ЗВ техногенных источников C_1 , ограничивающихся ПДН для конкретной экологической системы, определяется, руб./год

$$C_1 = M_1 \gamma (1 + E), \quad (2)$$

где M_1 — выбросы ЗВ техногенных источников в размере ПДН, усл. кг/год; γ — удельный экономический ущерб конкретной экосистеме, руб./усл. кг; E — норма прибыли владельца ассимиляционного потенциала (показывает отношение прибыли владельца ассимиляционного потенциала к экономическому ущербу экосистеме от антропогенных выбросов ЗВ, в пределах ПДН на экосистемы).



В случае сверхлимитных выбросов будут действовать штрафные санкции и стоимость C_2 таких выбросов (руб./год) составит

$$C_2 = M_2 \gamma k_R, \quad (3)$$

где M_2 — выбросы ЗВ техногенных источников в раз-
мере, превышающем ПДН, усл. кг/год; k_R — по-
вышающий коэффициент, учитывающий неблаго-
приятные последствия от сверхлимитных выбросов
для населения региона; данный показатель может
быть найден из отношения экономического ущер-
ба от вреда здоровью населения к экономическому
ущербу экосистеме.

При увеличении ПДН на экосистему происходит
снижение стоимости общих сверхлимитных выбро-
сов и увеличение стоимости выбросов в пределах
ПДН. Воспользовавшись этим обстоятельством,
можно выразить экономическую полезность уве-
личения производительности природных ресурсов
территории следующим образом:

$$\Pi_{\Pi} = \Delta \text{ПДН} \gamma (k_R - 1 - E),$$

где $\Delta \text{ПДН}$ — изменение ПДН, усл. кг/год.

Для того чтобы Π_{Π} имело положительное зна-
чение, норма прибыли владельца ассимиляционного
потенциала E должна удовлетворять неравенству
 $E < k_R - 1$. При этом прибыль владельца асси-
мляционного потенциала образуется из фактических
платежей за эмиссию ЗВ в пределах ПДН на эко-
систему за вычетом затрат на создание и поддер-
жание ассимиляционного потенциала. Если плате-
жи за эмиссию ЗВ АТС и стационарных источни-
ков ниже экономического ущерба экосистеме, то
расходы на увеличение производительности при-
родных ресурсов региона невыгодны для владельца
ассимиляционного потенциала. Поэтому с целью
стимулирования инвестиционной деятельности, на-
правленной на увеличение производительности при-
родных ресурсов региона (например, площадей ле-
сопосадок в регионе), необходимо плату за эмис-
сию ЗВ техногенных источников рассчитывать по
формулам (2) и (3), а норму прибыли владельца ас-
симиляционного потенциала приблизить к пре-
дельному значению.

2. В ситуации, когда вместо эмиссионных плате-
жей применяется механизм купли-продажи прав на
загрязнение ОС, выбросы ЗВ передвижных и ста-
ционарных источников должны ограничиваться
ПДН на экосистему. В этом случае экономическую
полезность увеличения производительности при-
родных ресурсов территории представим в виде

$$\Pi_{\Pi} = \Delta \text{ПДН} \Pi_{\Pi},$$

где Π_{Π} — рыночная цена прав на загрязнение ОС,
руб./усл. кг.

Эффективность комплексной работы системы
ИЭП следует представлять с учетом оценки сово-
купных затрат. В общем виде сумма годовых сово-
купных затрат (руб./год) на систему ИЭП расчи-
тывается по формуле:

$$З = З_p + З_{\Pi} + З_{\text{в}} + З_{\text{ф}} + З_{\text{к}} + З_{\text{др}}, \quad (4)$$

где $З_p$ — затраты на разработку проекта системы
ИЭП (заработная плата персонала, статистические
исследования с целью определения отношения об-
щества к нововведениям и др.), руб./год; $З_{\Pi}$ — зат-
раты на проверку реализуемости разработанного про-
екта системы ИЭП (экологическая экспертиза про-
екта, заработная плата персонала, статистические
исследования, определение соответствия ИЭП су-
ществующим экономической и правовой системам),
руб./год; $З_{\text{в}}$ — затраты на внедрение системы ИЭП
(расходы на дополнение или изменение законода-
тельной базы, затраты на приобретение помещений,
заработная плата, технические средства, программ-
ное обеспечение и т. п.), руб./год; $З_{\text{ф}}$ — затраты,
связанные с функционированием внедренной систе-
мы ИЭП (заработная плата, оборудование, зат-
раты на содержание помещений административного
аппарата и т. п.), руб./год; $З_{\text{к}}$ — затраты, связанные
с контролем над функционированием внедренной
системы ИЭП (экологический мониторинг, аудит
деятельности структуры, отвечающей за функцио-
нирование внедренного ИЭП, контроль над соблюде-
нием установленных правил и процедур, заработная
плата, оборудование), руб./год; $З_{\text{др}}$ — другие за-
траты (например, страховые взносы, позволяющие
обеспечить учет риска снижения планируемой ре-
зультативности системы ИЭП, издержки населения
и природопользователей — экологические сборы,
расходы на оборудование и т. п.), руб./год.

Представленная оценка реализации проектов
систем ИЭП позволяет определить результаты при-
родоохранной деятельности и в целом экологиче-
ской политики. При этом в современных условиях
экологической нестабильности следует искать и оп-
тимальные пути к устойчивому развитию. Новые
возможности открываются в направлении ограниче-
ния негативного влияния выбросов передвижных
и стационарных источников на ОС в пределах ПДН
на экосистемы [1, 3]. В этом аспекте шаги экологи-
ческой политики должны обеспечить максималь-
ное снижение ущерба ОС, включая устранение уг-
розы для жизни и здоровья населения, и мини-
мальное время на реализацию намеченных планов.

Для сравнения проектов систем ИЭП с временными полезностью и затратами возникает необходимость их приведения к сопоставимому виду. Проведем анализ полезности и затрат проектов систем ИЭП.

В выражении (1) полезность результатов природоохранной деятельности на данный момент представляет собой труднооцениваемые в полной мере блага. Такие блага можно рассматривать как сложно реинвестируемый в другие проекты капитал. Как и капитал, полезность природоохранных мероприятий со временем увеличивает свою стоимость, и очевидно, что накопление сегодняшних природоохранных результатов в последующих периодах происходит иначе, чем в обычных инвестиционных проектах. Из формулы (1) следует, что неодинаковую ценность полезности природоохранных мероприятий во времени формируют перечисленные ниже основные факторы.

1. Снижение ущерба ОС и здоровью населения на более ранних этапах позволяет не учитывать (а попросту избежать) негативное влияние, например, выбросов АТС [1], на более поздних этапах. Другими словами, со временем нарастается "экономленная" часть общего ущерба до расчетного периода. В итоге, снижение ущерба от загрязнения ОС сокращает ущерб в будущем.

2. Снижение энерго- и природоемкости экономики региона позволяет в будущем как минимум в этом же размере "экономить" подобные ресурсы.

3. Увеличение производительности природных ресурсов территории (по сути, увеличение ПДН на экосистему) оказывает безусловное положительное влияние ПДН в последующих периодах в объеме полученного запаса.

4. Сборы денежных средств от эмиссии ЗВ передвижных и стационарных источников позволяют возмещать затраты на проект системы ИЭП, а также инвестировать (или распределять среди бюджетов различного уровня) полученный доход в другие проекты.

Специфичность "природоохранного" капитала, представляющего значительную часть полезности системы ИЭП, характеризуется быстрым темпом роста. В связи с этим целесообразно приводить расходы и результаты проектов систем ИЭП к будущему (конечному) периоду, в том числе и для более корректного сравнения природоохранных и других инвестиционных проектов.

По формуле (4) затраты представляют собой финансовые средства, необходимые на разных этапах "жизненного цикла" конкретного проекта системы ИЭП, что четко соответствует предназначению дисконтирования.

Так как результаты природоохранных мероприятий часто проявляются в отдаленном периоде после произведенных затрат (например, лесовосстановительные работы), то принятие решения об эффективности проектов систем ИЭП зависит от выбора периода приведения. При отсутствии ограничивающих условий приводить результаты и затраты рекомендуется к периоду, соответствующему достижению основных целей сравниваемых проектов систем ИЭП, например, максимального снижения ущерба от эмиссии ЗВ. Иначе говоря, при сравнении альтернативных проектов систем ИЭП наиболее объективно принимать период приведения к сопоставимому виду после достижения наиболее отдаленной максимальной годовой полезности рассматриваемых проектов систем ИЭП.

Критерии эффективности ИЭП

Для оценки эффективности инвестиционных проектов в рыночной экономике, как известно, используются следующие основные показатели: чистый дисконтированный доход, рентабельность инвестиций, внутренняя норма доходности. В зависимости от поставленной задачи эти показатели могут выступать в качестве критерия эффективности инвестиционного проекта как самостоятельно, так и на основе комплексного применения.

В мировой практике для расчета показателей поток доходов и расходов от инвестиционного проекта корректируется с учетом фактора времени и используется уже в приведенном виде. Однако применяемая для этого процедура дисконтирования с использованием сложных процентов содержит существенный недостаток: большое влияние на оценку эффективности проектов систем ИЭП оказывает норма дисконта. По существу использование этого директивного показателя на уровне нормы прибыли альтернативных инвестиционных проектов занижает отдаленный результат природоохранных мероприятий и перекладывает экологические проблемы на плечи будущих поколений. Принятие же рекомендуемой (заниженной) нормы дисконта может дискредитировать эффективные кратко- и среднесрочные проекты систем ИЭП.

Принимая во внимание вышесказанное, существующие критерии экономической эффективности можно использовать лишь как средство поиска мероприятий для обеспечения комфортного экологического уровня загрязнения наиболее рациональным, сберегающим затраты путем. Наряду с экономической целесообразностью важно учитывать возможность достижения необходимого уровня



качества ОС за минимальный промежуток времени (например, ограничение негативного воздействия на ОС выбросов ЗВ до размеров ПДН на экосистему региона).

Решение комплексной проблемы снижения загрязнения ОС передвижными и стационарными источниками эмиссии требует значительных капиталовложений. Существующие критерии эффективности природоохранных мероприятий не обеспечивают оптимального распределения финансовых средств с точки зрения концепции устойчивого развития. В связи с этим определим критерии эффективности ИЭП, способные устранить некоторые недостатки современной экономики охраны ОС.

Рассмотренные выше рассуждения позволяют отказаться от использования коэффициента приведения, основанного на формуле сложных процентов, применительно к дисконтированию полезности систем ИЭП (за исключением некоторых финансовых доходов). Процедуру дисконтирования с помощью такой формулы целесообразно оставить в силе применительно к совокупным затратам и сопутствующей финансовой части P_{Φ} общей годовой экономической полезности. Взамен коэффициента дисконтирования, основанного на формуле сложных процентов, более рациональным следует считать увеличение полезности систем ИЭП (вплоть до отчетного периода T) на условиях простого процента с нормой прибыли, равной единице. С учетом рассмотренных замечаний приведенный экономический эффект (руб./год) проекта системы ИЭП к периоду T приведения затрат и результатов инвестиционного проекта можно представить в следующем виде:

$$\mathcal{E}_T = \sum_{t=1}^T [P_t + (P_t - P_{\Phi})S_t] - \sum_{t=1}^T [(Z_t - P_{\Phi})V_t], \quad (5)$$

где P_t — экономическая полезность системы ИЭП за период t , руб./год; Z_t — инвестиционные расходы на систему ИЭП за период t , руб./год; S_t — безразмерный коэффициент приведения полезности систем ИЭП к периоду T , показывающий число временных интервалов, оставшихся до момента приведения $S_t = T - t$; t — текущий период реализации проекта системы ИЭП; V_t — коэффициент дисконтирования, определяемый по формуле $V_t = (1 + r)^{T-t}$; r — норма дисконта.

В качестве нормы дисконта можно принимать нормы прибыли малорисковых инвестиционных проектов, например, норму прибыли по депозитам Центробанка РФ, а также рекомендуемую норму

прибыли для природоохранных мероприятий или аналогичных планируемому проектам.

Очевидно, что с экономической точки зрения наиболее эффективные системы ИЭП должны обеспечивать максимальное значение приведенного экономического эффекта. Для сравнения привлекательности альтернативных проектов систем ИЭП с учетом рассмотренных рекомендаций по приведению к сопоставимому виду результатов природоохранной деятельности дополнительно можно использовать и такие показатели эффективности, как рентабельность инвестиций и внутренняя норма доходности.

Рентабельность инвестиций будет характеризовать отношение полезности системы ИЭП к инвестиционным расходам. Этот показатель демонстрирует экономическую полезность системы ИЭП на 1 руб. затрат, приведенных к расчетному периоду T

$$P_T = \frac{\sum_{t=1}^T [P_t + (P_t - P_{\Phi})S_t]}{\sum_{t=1}^T [(Z_t - P_{\Phi})V_t]}. \quad (6)$$

Из формулы (6) вытекает следующее правило: инвестиционное решение должно приниматься лишь в случае, когда $P_T > 1$.

Внутренняя норма доходности (ВНД) природоохранных мероприятий будет представлять собой расчетную норму прибыли по инвестициям. При использовании такого расчетного показателя в качестве нормы дисконта приведенный экономический эффект становится равным нулю (т. е. капиталовложения окупаются). ВНД рассчитывается на основе решения уравнения:

$$\sum_{t=1}^T [P_t + (P_t - P_{\Phi})S_t] - \sum_{t=1}^T [(Z_t - P_{\Phi})(1 + \text{ВНД})^{T-t}] = 0. \quad (7)$$

Полученный итерационным путем показатель ВНД необходимо сравнивать с другими процентными ставками и ставкой дисконта. Подобный анализ помогает определить, имеет ли проект смысл с экономической и финансовой точек зрения. При этом для принятия окончательных решений рекомендуется опираться на приведенный экономический эффект как базовый показатель.

Важным моментом является возможность снижения региональных бюджетных затрат на ИЭП с по-

мощью передачи полномочий в осуществлении некоторых шагов реализации проекта системы ИЭП частным организациям. В этом случае возможно уменьшение совокупных затрат за счет более рационального использования средств и снижение роли государственных структур до контрольной функции.

В конечном счете, при выборе системы ИЭП определяющим моментом является минимизация экологического ущерба и совокупных затрат, а также адекватная научно обоснованная экономическая оценка уменьшения ущерба (в связи с функционированием рассматриваемой системы ИЭП) от загрязнения ОС. Представленные же показатели экономической эффективности природоохранных мероприятий с точки зрения обеспечения устойчивого развития можно использовать в качестве дополнительных критериев эффективности для формирования экологической политики в целом и решения экологических проблем.

Выводы

1. С целью снижения негативного воздействия автотранспорта на ОС необходимо формирование экологической стратегии в направлении устойчивого развития. Последовательное определение научно обоснованных экологических целей и обеспечение условий их достижения позволит перейти к решению конкретных задач целевой экологической программы, в состав которой должны входить ИЭП разных групп.

2. Оценка результатов природоохранной деятельности должна опираться на совокупность изменений качества ОС, которые содействуют цели устойчивого развития и обеспечивают соблюдение социальных интересов рассматриваемого региона.

3. С целью оптимального выбора альтернативных проектов систем ИЭП рекомендуется проводить оценку результатов их реализации по формуле (1). Использование подобной процедуры позволяет определить итоги природоохранной деятельности в ракурсе ресурсных, экологических и социальных параметров развития современной региональной экономики.

4. Привязанность норм выбросов передвижных и стационарных источников к ПДН на экосистемы, а платы за эмиссию ЗВ к удельному экономическому ущербу экосистеме, что отражено в формулах (2) и (3), позволит выделить новый вид инвестиционной деятельности, представляющий собой использование ассимиляционного потенциала в качестве объекта капитальных вложений. Для привлечения зна-

чительных инвестиций в эту сферу природоохранной деятельности на территориях с неблагоприятной экологической обстановкой (например, крупных городов) следует норму прибыли владельца ассимиляционного потенциала обеспечить на уровне, близком к предельному значению $E < k_R - 1$.

5. Приоритетность экологических целей как основных жизнеобразующих факторов обуславливает необходимость снижения совокупных затрат для достижения максимальной полезности системы ИЭП.

6. Для корректной оценки эффективности природоохранной деятельности необходимо использовать формулу (5) приведенного экономического эффекта, с помощью которой можно устранить недостатки приведения к сопоставимому виду затрат и результатов подобной деятельности с применением сложных процентов. Рассмотренный подход приведения полезности и совокупных затрат систем ИЭП к сопоставимому виду можно применить и для таких известных показателей, как рентабельность и внутренняя норма доходности.

7. Построение экологической политики, основанной на представленном подходе оценки результатов природоохранной деятельности, позволит решить наиболее актуальные экологические проблемы.

8. Рассмотренные модифицированные показатели эффективности инвестиционных проектов, определяемые по формулам (5–7), могут выступать в качестве дополнительных критериев отбора природоохранных мероприятий и направлений развития экологической политики.

Список литературы

1. Бадалян Л. Х. Предельно допустимые нагрузки составляющих отработавших газов автомобиля на экосистему города // Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда и окружающей среды: межвуз. сб. науч. тр. Вып. 10 / РГАСХМ ГОУ. — Ростов н/Д, 2006. — С. 75–78.
2. Бадалян Л. Х., Гапонов В. Л., Курдюков В. Н. Правовые аспекты охраны атмосферного воздуха от выбросов АТС // Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда и окружающей среды: межвуз. сб. науч. тр. Вып. 10 / РГАСХМ ГОУ. — Ростов н/Д, 2006. — С. 3–6.
3. Бадалян Л. Х., Курдюков В. Н. Расчет экономического ущерба экосистеме города // Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда и окружающей среды: межвуз. сб. науч. тр. Вып. 10 / РГАСХМ ГОУ. — Ростов н/Д, 2006. — С. 72–74.
4. Марфенин Н. Н., Фомин С. А. Ресурсы экополитики в современной России // Россия в окружающем мире. — М.: Изд-во МНЭПУ, 2003. — С. 32–62.
5. Пахомова Н. В., Эндрес А., Рихтер К. Экологический менеджмент. — СПб.: Питер, 2003. — 544 с.
6. Перспективы оздоровления воздушной среды г. Ростова-на-Дону / В. М. Беспалов, В. Л. Гапонов, В. М. Гарин, В. В. Приваленко // Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда и окружающей среды: межвуз. сб. науч. тр. — Вып. 4 (международный) / РГАСХМ. — Ростов н/Д, 2000. — С. 8–13.



УДК 666.94 : 620.9

В. И. Беляева, канд. техн. наук, доц., **В. К. Классен**, д-р техн. наук, проф.,
Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

Энергосбережение и снижение выбросов загрязняющих веществ при обжиге цементного клинкера

Рассмотрена разработанная авторами программа для определения удельного расхода топлива и оперативного управления цементной печью на основе анализа состава уходящих печных газов.

Производство цемента относится к числу отраслей с высоким энергопотреблением. Наибольшее количество теплоты расходуется на обжиг клинкера, при этом суммарные потери теплоты с уходящими газами, через корпус и при охлаждении клинкера составляют 60...70 % и более. Высокие затраты энергетических, а также материальных ресурсов сопровождаются поступлением в производственную и окружающую воздушную среду больших объемов загрязняющих веществ. Согласно данным работы [1], при получении 1 т клинкера по наиболее распространенному в нашей стране мокрому способу производства в окружающую среду поступает до 6800 м³ газов, включая CO₂ (основной парниковый газ) и другие вредные газообразные компоненты: CO, NO_x, SO_x. Кроме того, с газами выбрасываются такие загрязнители, как пыль и теплота, включая скрытую теплоту парообразования.

Следующей важной особенностью работы цементных печей является то, что горение топлива происходит не в отдельной камере, а непосредственно внутри печного агрегата, где одновременно протекают процессы клинкерообразования. В связи с этим наблюдается их взаимное влияние, которое отражается на основных технико-экономических показателях работы печи, включая объемы выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду [2–4].

Поэтому оптимизация процессов горения топлива и обжига клинкера, обеспечивающая повышение качества продукта и снижение удельного расхода топлива, приводит одновременно к значительному уменьшению объемов выбросов.

В настоящее время управление процессами горения топлива и обжига клинкера осуществляется оператором с использованием ряда параметров, которые вынесены на пульт управления, а также в значительной степени на основе визуальных наблюдений за состоянием факела и обжигаемого материала в печи. В связи с этим стабильность обжига и основные его характеристики нередко находятся в прямой зависимости от квалификации оператора,

т. е. большую роль играет субъективный фактор, а это приводит нередко к повышенному расходу топлива, увеличению объема и скорости газового потока в печи, а следовательно, к повышенному образованию и поступлению в окружающую среду пыли и вредных газов.

Для получения оперативной информации о состоянии материала и теплотехнической обстановке в печи, предотвращения перерасхода и недожога топлива, снижения объемов образования и выбросов загрязняющих веществ предлагается использовать разработанный авторами метод оперативного управления процессом обжига по параметру CO₂⁰, который представляет собой содержание диоксида углерода в сухих уходящих из печи газах, приведенное к условиям, когда горение топлива осуществляется в теоретически необходимом количестве воздуха, т. е. при коэффициенте избытка воздуха α , равном 1.

Диоксид углерода поступает в уходящие из цементной печи газы с продуктами горения топлива и из сырья в процессе декарбонизации. Если рассматривать сухие газы, то из сырья выделяется только диоксид углерода CO₂^c — 100 %, а в продуктах горения топлива содержится CO₂^{max}, характерное для данного вида топлива. Объем диоксида углерода, выделяющийся из сырья, определяется по титру [5]. Содержание CO₂^{max} и теплота сгорания топлива p , приходящаяся на 1 нм³* сухих продуктов горения в теоретически необходимом количестве воздуха, при горении различных видов топлива могут быть определены по справочной литературе [6] или экспериментально. Результирующее содержание углекислоты в уходящих из цементной печи газах будет зависеть от соотношения двух указанных составляющих — CO₂^c и CO₂^{max}, и чем выше результирующая величина CO₂⁰, тем ниже удельный расход топлива, и наоборот.

Наиболее рациональное соотношение между количеством обжигаемого материала и расходом топлива может быть установлено по данному параметру исходя из принципа расчета удельного расхода

* нм³ — в данном случае авторы используют единицу "нормальный кубометр", т. е. кубометр при нормальных условиях (760 мм рт. ст. и 0 °C).

топлива X_T (кг/кг клинкеров) по составу уходящих газов [2]:

$$X_T = [0,2225pT_c(100 - CO_2^0)] / [(100 - ППП_c) \times (CO_2^0 - CO_2^{\max})], \quad (1)$$

где 0,2225 — определяется из соотношения $M_{CO_2} / (M_{CaCO_3} \rho_{CO_2})$; M_{CO_2} и M_{CaCO_3} — молекулярные массы CO_2 и $CaCO_3$ соответственно; ρ_{CO_2} — плотность диоксида углерода, кг/м³, т. е. $44 / (100 \cdot 1,977) = 0,2225$ м³/кг; p — теплота сгорания топлива, приходящаяся на 1 нм³ сухих продуктов горения в теоретически необходимом количестве воздуха, выраженная в кг условного топлива, кг/нм³; T_c — титр сырьевой смеси, т. е. содержание $CaCO_3$, %; $ППП_c$ — потери при прокаливании сырья, %.

$$CO_2^0 = CO_2 \cdot K_w \cdot 100 / (100 - 4,76 \cdot O_2 \cdot K_w), \quad (2)$$

где O_2 — содержание кислорода в уходящих из печи газах по данным газового анализа, %; 4,76 — коэффициент, обратный доле кислорода в атмосферном воздухе ($100/21 = 4,76$); K_w — коэффициент, учитывающий влажность газов при температуре проведения анализа [2] и рассчитываемый по формуле:

$$K_w = 1,006 + 4 \cdot 10^{-4}t + 5,5 \cdot 10^{-6}t^{2,5}, \quad (3)$$

где t — температура, °С, при которой выполнялся анализ состава уходящих газов.

Этот принцип заложен в основу оперативного управления процессом обжига. По величине CO_2^0 можно оценить степень подготовки материала в наиболее теплоемкой зоне декарбонизации. Повышение CO_2^0 свидетельствует об увеличении количества CO_2^c , выделяющегося из сырья в зоне декарбонизации, и, таким образом, дает возможность значительно раньше, чем это можно определить визуально, установить подход неподготовленного материала к зоне спекания и принять адекватные меры.

Содержание диоксида углерода CO_2 в сухих уходящих из печи газах определяется с помощью газоанализатора. Для определения параметра CO_2^0 , удельного расхода топлива, а также для оперативного управления вращающейся печью предлагается номограмма (см. рисунок), которая состоит из шести частей.

Часть 1 номограммы отражает содержание кислорода в сухих уходящих газах в зависимости от температуры анализа O_2 . По оси абсцисс указано содержание O_2 в газах, а по оси ординат — темпера-

тура анализируемого газа перед газоанализатором. Кривые линии на диаграмме позволяют уточнить содержание O_2 в зависимости от влагосодержания газов при температуре анализа. Диаграмма построена согласно формуле:

$$O_2^t = O_2 \cdot K_w, \quad (4)$$

где O_2^t — содержание кислорода в сухих уходящих газах в зависимости от температуры анализа с учетом поправки на влажность.

Кривые в части 2 номограммы построены по формуле:

$$CO_2^p = CO_2 \cdot 100 / (100 - 4,76 \cdot O_2 \cdot K_w), \quad (5)$$

где CO_2^p — промежуточное значение CO_2 , при определении которого учитываются избыточный кислород и поправка на влажность K_w применительно к содержанию кислорода.

В части 3 номограммы получаем окончательное значение CO_2^0 по формуле (2), т. е. учитывается также поправка на влажность применительно к CO_2 . Таким образом, в части 3 номограммы по правой вертикальной оси имеем значения CO_2^p , а по левой вертикальной оси — CO_2^0 .

Часть 4 номограммы предназначена для определения промежуточного коэффициента K в зависимости от CO_2^0 , $CO_2^{\max}$ и p :

$$K = (100 - CO_2^0)p / (CO_2^0 - CO_2^{\max}) \cdot 0,1429, \quad (6)$$

где 0,1429 — теплота сгорания газообразного топлива, приходящаяся на 1 нм³ сухих продуктов горения в пересчете на условное топливо.

По оси абсцисс отложены значения коэффициента K , по оси ординат — величина CO_2^0 .

По части 5 номограммы определяется промежуточный коэффициент r в зависимости от коэффициента K и потерь при прокаливании сырья $ППП_c$:

$$r = 31,79K / (100 - ППП_c), \quad (7)$$

где 31,79 — промежуточный коэффициент, полученный в результате перемножения чисел $0,2225 \cdot 0,1429 \cdot 1000$ — для определения удельного расхода топлива в кг на 1 т клинкера.

По части 6 номограммы определяется удельный расход топлива X_T с учетом промежуточного коэффициента r и титра T_c сырьевой смеси:

$$X_T = rT_c.$$

Кривая для газа, построенная в части 4 номограммы, практически пригодна для всех заводов. Кривые для мазута и угля построены с учетом характеристик указанных видов топлива, отобранных на двух различных заводах, и соответственно должны корректироваться применительно к используемому топливу на каждом конкретном заводе.



В тех случаях, когда состав твердого или жидкого топлива не установлен и, следовательно, отсутствует соответствующая зависимость в части 4 номограммы, полуколичественную характеристику об удельном расходе топлива по отдельным печам завода при использовании одного сырья можно получить по параметру CO_2^0 , пользуясь первыми тремя частями номограммы.

Пример использования номограммы при сжигании газообразного топлива применительно к сырьевой смеси с титром $T_c = 76,34\%$ и потерями при прокаливании $\text{ППП}_c = 34,52\%$ и составу уходящих газов $\text{O}_2 = 1,6\%$; $\text{CO}_2 = 22,3\%$; $\text{CO} = 0$ при температуре анализа $t = 21^\circ\text{C}$ приведен на рисунке. Ломаная линия AB представляет последовательность определения параметра CO_2^0 и удельного расхода топлива.

Исходя из содержания кислорода O_2 в уходящих газах $1,6\%$ (точка A) опускаемся по соответствующей кривой линии части 1 номограммы до пересечения ее с горизонтальной линией, соответствующей температуре анализа 21°C . Таким образом, определяем содержание кислорода в уходящих газах с уче-

том поправки на влажность согласно формуле (4):

$$\text{O}_2^t = \text{O}_2 \cdot K_w = 1,6 \cdot (1,006 + 4 \cdot 10^{-4} \cdot 21 + 5,5 \cdot 10^{-6} \times 21^{2,5}) = 1,64\%.$$
 От этой точки опускаемся по вертикальной линии вниз в часть 2 номограммы до пересечения ее с кривой, соответствующей содержанию $\text{CO}_2 = 22,3\%$, проводим от нее горизонтальную линию до пересечения с осью ординат части 3 номограммы. Находим точку пересечения соответствующей кривой с вертикальной линией от температуры 21°C . От указанной точки проводим горизонтальную линию до пересечения с кривой, соответствующей газообразному топливу, и по оси ординат находим величину CO_2^0 согласно

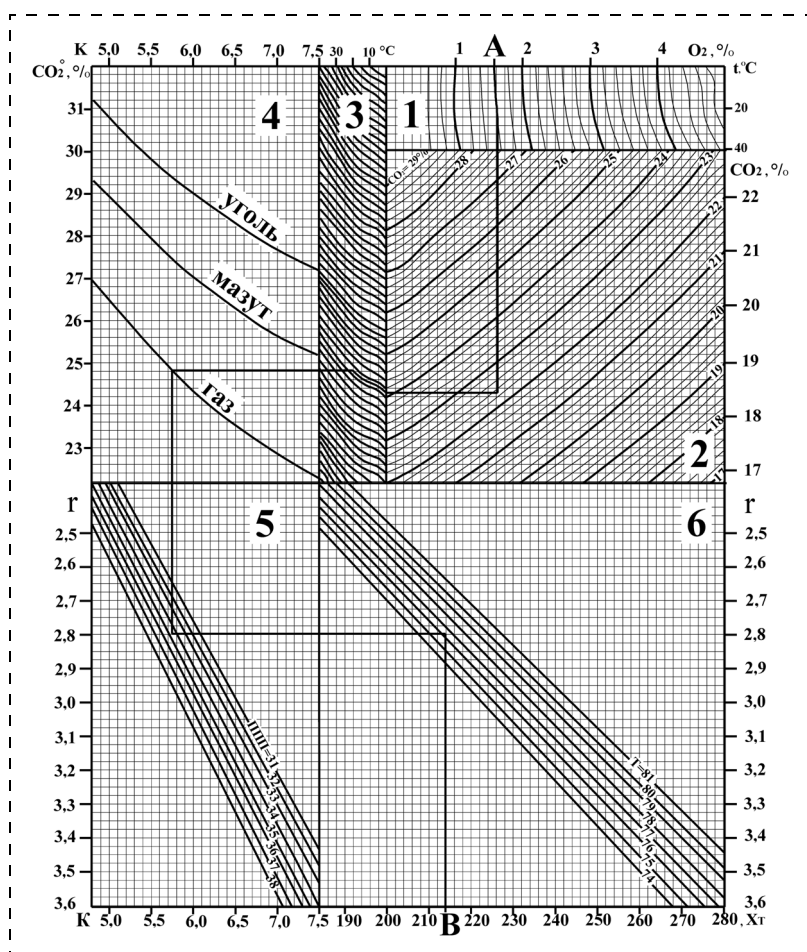
формуле (5): $\text{CO}_2^0 = 24,8\%$. При этом промежуточный коэффициент K , который определяется по формуле (6), равен $5,78$. Для определения удельного расхода топлива опускаемся далее по вертикальной линии в часть 5 номограммы до пересечения с линией, соответствующей $\text{ППП}_c = 34,52\%$, на-

ходя, таким образом, промежуточный коэффициент $r = 2,8$ согласно формуле (7). От найденной точки проводим горизонтальную линию до пересечения с линией, соответствующей титру сырьевой смеси $T_c = 76,34\%$. Опускаясь вниз, находим удельный расход топлива — $214\text{ кг усл. т. на } 1\text{ т клинкера}$.

Данный метод может быть также заложен в основу автоматического управления вращающейся печью. Это обеспечит наряду с оптимизацией процесса обжига снижение объемов образования и выделения загрязняющих веществ и возможность дистанционного управления обжиговым агрегатом.

Список литературы

1. Банит Ф. Г., Мальгин А. Д. Пылеулавливание и очистка газов в промышленности строительных материалов. — М.: Стройиздат, 1979. — С. 243.
2. Классен В. К. Обжиг цементного клинкера. — Красноярск: Стройиздат, 1994. — С. 275.
3. Ткач Л. И. Влияние технологических факторов на содержание вредных оксидов в отходящих газах // Цемент. — 1999. — № 7—8. — С. 58—68.
4. Пономарева Т. А., Краснощекова Л. В. Выбросы газообразных веществ на цементных заводах // Цемент. — 1999. — № 5—6. — С. 72.
5. Бутт Ю. М., Тимашев В. В. Практикум по химической технологии вяжущих материалов. — М.: Высшая школа, 1973. — С. 70.
6. Лисиенко В. Г., Щелоков Я. М., Ладьгичев М. Г. Топливо. Рациональное сжигание, управление и технологическое использование: Справочное издание. В 3-х книгах. Книга 1 / Под ред. В. Г. Лисиенко. — М.: Теплотехник, 2003. — С. 147.



Номограмма для определения удельного расхода топлива и оперативного управления цементной вращающейся печью

УДК 656.6.08

Р. П. Бернгардт, д-р геогр. наук, проф.,
Сахалинский государственный университет,
В. Н. Храмушин, канд. техн. наук,
СКБ средств автоматизации морских исследований ДВО РАН,
Сахалинское отделение Русского географического общества

Система государственного мониторинга и общественная экологическая экспертиза проектов освоения нефтегазовых месторождений в Сахалинской области

Представлена концепция государственного мониторинга дальневосточных морских акваторий, разработанная университетами и институтами Дальневосточного отделения Российской академии наук при деятельном участии научных обществ: Русского географического общества (РГО) и международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ). Показаны особенности мониторинга окружающей среды в островной Сахалинской области, раскрыта структура государственного мониторинга и обоснована эффективность его применения при проведении общественной экологической экспертизы проектов освоения морских нефтегазовых месторождений на морском шельфе Сахалина и Курил.

Введение

Необходимость комплексного государственного мониторинга сахалинского шельфа стала очевидной с образованием в 1999 г. в Сахалинском отделении Русского географического общества комиссии "Геополитическое развитие и экологическая безопасность выполнения нефтепромысловых работ на шельфе Сахалинской области". Эта комиссия, в состав которой вошли видные ученые и члены общественных научных организаций, включая Сахалинское отделение Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (СахО МАНЭБ), провела практически все общественные экспертизы нефтегазовых проектов: Сахалин-1 ("Эксон"); Сахалин-2 ("Сахалинская Энергия") и Сахалин-5 ("Бритиш Петролеум").

В первом же экспертном заключении о разведочных буровых работах 1999 г. на скважине № 6 месторождения Чайво (проект "Сахалин-1") комиссия акцентировала внимание на проблемах обеспечения экологической безопасности, безопасности мореплавания и организации спасения человеческой жизни в морских нефтепромысловых аквато-

риях сахалинского шельфа. Указывалось на практически полное отстранение от указанных работ уполномоченных государственных морских служб и профильных научных учреждений, дислоцированных в Сахалинской области.

С момента написания первого экспертного заключения прошло 8 лет. За это время, по сути, ничего не изменилось. Состояние государственных служб мореплавания, флотинспекций, также как и реальная активность на акваториях сахалинского шельфа кораблей пограничной или гидрографической службы, до сих пор оставляют желать много лучшего. При Администрации Сахалинской области даже нет, сколь ни будь активного органа, скажем, "Морского совета", способного профессионально координировать деятельность на море.

Справедливости ради следует сказать, что ответственные отделы в Администрации области не были равнодушны к означенным проблемам. По их заданию в Специальном конструкторском бюро средств автоматизации морских исследований дальневосточного отделения Российской академии наук (СКБ САМИ ДВО РАН) выполнены научные работы, составившие основу концепции единой системы государственного мониторинга и контроля морских акваторий шельфа Сахалинской области, учитывающей интересы как нефтяных компаний, так и других морских предприятий и морских служб Сахалина и Дальнего Востока России в целом. Это позволило при участии научной общественности Сахалина, Москвы и Санкт-Петербурга под грифом СКБ САМИ ДВО РАН и Русского географического общества издать монографии и научные труды [1–3], посвященные построению единой системы мониторинга и контроля морских акваторий сахалинского шельфа.

Суть технических предложений, опубликованных в этих работах, сводится к необходимости построения единой системы мониторинга и контроля морских акваторий сахалинского шельфа, которая должна обслуживаться российским флотом и



сахалинскими морскими службами. Это соответствует общемировой практике, так как на вопросы о безопасности ведения морских работ и комплексного контроля морских вод должны отвечать профессиональные морские организации, т. е. нефтепромысловые компании не должны чувствовать себя на Сахалине (да и у других наших берегов) так же, как у неосвоенной кромки Антарктиды. Это важно и экономически, и геополитически, как только государственные морские организации обязаны и могут единообразно обеспечить весь комплекс инфраструктурных задач по обеспечению морских работ.

Развитие государственной системы мониторинга морских акваторий

Работы по созданию единой государственной системы мониторинга морских акваторий сахалинского шельфа продолжаются и ныне в СКБ САМИ ДВО РАН в рамках текущих научно-исследовательских работ (НИР). Кроме того, в соответствии с Морской доктриной Российской Федерации в Сахалинской области активно ведутся исследования, разработки и экспедиционные испытания приборно-измерительных комплексов и элементов Единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО) и ее военного контура (рис. 1) сопряженного с Единой государственной системой освещения надводной и подводной обстановки (ЕГСОНПО).

Элементы военного контура (ВК) ЕСИМО "Гидроакустика", "Оперативное гидрометеобеспечение (ГМО)" и "Климат океана" всецело отвечают задачам оперативного контроля и прогноза опасных морских явлений, и в том числе при активизации сейсмических процессов на морском дне и прибрежных территориях, регистрируемых с помощью сейсмогидроакустических датчиков, установленных на глубоководных донных акустических станциях (ГДАС).

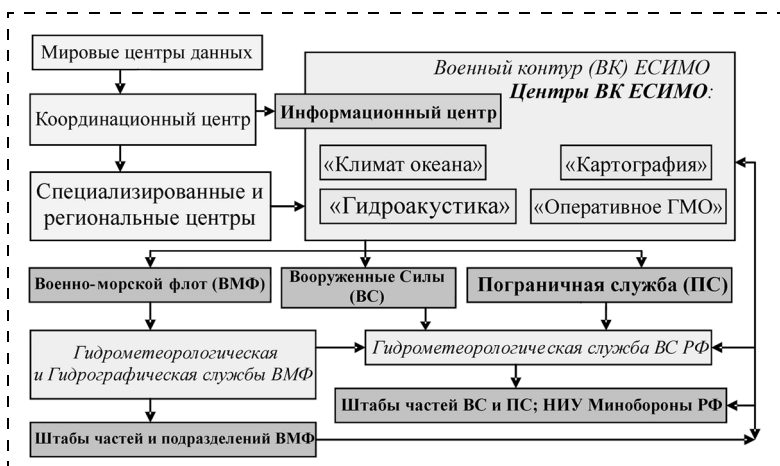


Рис. 1. Организационно-функциональная схема сопряжения военного контура ЕСИМО с ЕГСОНПО

Наблюдение за опасными морскими явлениями, в число которых входят прибрежные и подводные землетрясения, несущие опасность катастрофических морских наводнений на побережье, входит звеном в указанные программы оперативного контроля морских акваторий в виде "Автоматизированной информационно-управляющей системы единой государственной системы предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и системой связи МЧС России".

Необходимо особо отметить, что важнейшим звеном морских наблюдений на Сахалине является оперативная служба контроля обстановки на море, отвечающая за своевременные прогнозы опасных морских явлений и предупреждение о штормовой опасности на море и вблизи побережья. К сожалению, в настоящее время такая служба на Дальнем Востоке России фактически отсутствует. Это приводит к чрезвычайно частым катастрофам судов, находящихся в море, огромному материальному ущербу от регулярного разрушения прибрежной инфраструктуры и систем жизнеобеспечения населенных пунктов; к недопустимо большим человеческим жертвам и физическому уничтожению прибрежных поселков и морской промышленности; к социально-экономической деградации.

Иллюстрацией сказанному служат фотографии, изображенные на рис. 2 и 3 (см. 2-ю стр. обложки), сделанные жителем г. Александровска-Сахалинского Э. В. Мельниковым.

Современная концепция состояния мониторинга нефтепромысловых работ на шельфе Сахалина и Курил

В настоящее время на шельфе Сахалина реальные нефтепромысловые работы ведутся без какого-либо мониторинга окружающей среды. По-прежнему не проводится предварительное обустройство побережья по безопасности мореплавания. Нет надежной системы штормовых предупреждений. Морские работы надежными прогнозами о потенциально опасных природных явлениях на море не обеспечены. Учитывая стратегическое значение для экономики региона морских нефтегазовых проектов, в Сахалинской области в рамках текущих НИР при активном участии научно-технической общественности прорабатываются и согласуются конкретные организационно-технические мероприятия и технические задания, исполнение которых ускорит развертывание системы экологического мониторинга и обеспечения безопасности работ на море. Актуальность и важность такой общественной активности в отношении обустройства сахалинских морских акваторий

объясняется серьезной обеспокоенностью о фактической деградации существующих на Сахалине морских служб, что выводит морскую инфраструктуру, порты и морскую деятельность на Сахалине и Курильских островах в целом за пределы Международного морского права и тем самым значительно осложняет социально-экономическое развитие островного региона России.

Например, в настоящее время в инициативном порядке ведутся исследования в области специализированных информационно-картографических систем и баз данных, которые в будущем составят техническую основу экспертно-аналитического центра для повседневного наблюдения и анализа обстановки на морских акваториях сахалинского шельфа. Такой Центр наблюдения за состоянием моря сможет включиться в оперативную работу с участием академической и университетской науки, специалистов, уполномоченных российскими контролирующими органами, иностранными экспертами по безопасности на море и представителями общественности по необходимости. В мировой практике такие центры мониторинга образуются на базе университетов или специализированных морских научных центров. В Сахалинской области такой морской экспертный центр должен быть организован на базе Сахалинского государственного университета (СахГУ). Для его полноценной работы достаточно небольших мероприятий по техническому переоснащению и совершенствованию регламента работы действующих морских служб и контролирующих организаций в Сахалинской области, схема взаимодействия которых представлена на рис. 4* (см. 3-ю стр. обложки).

В повседневной деятельности такая система мониторинга станет центром морских научных исследований, центром построения морских научных школ и подготовки кадров высшей квалификации для работы на море. В данном центре сможет концентрироваться информация для изучения антропогенного воздействия нефтепромысловых производств при их повседневной деятельности; для непрерывного анализа текущей обстановки на море с целью обнаружения необратимых экологических процессов; для практической отработки методов прогноза различных опасных морских явлений, ведущих к аварийным ситуациям на нефтепромыслах и морским катастрофам. Для глубокого и комплексного изучения поставленных проблем такой

информационный центр по определению должен носить академический статус, что позволит ему интегрироваться в международные проекты и программы изучения природы Мирового океана.

Для практической реализации этой концепции в полном объеме лучше всего подходит Академический центр "Наука" на базе морской научно-исследовательской лаборатории СахГУ или научного учреждения академии наук и других организаций, схема взаимодействия которых показана на рис. 5** (см. 3-ю стр. обложки). Он имеет необходимые полномочия и технические условия для объединения информационных ресурсов областных ведомственных служб, действующих в г. Южно-Сахалинске, научных учреждений и органов государственного управления. Действительно все службы, задействованные в системе морского мониторинга, находящиеся в г. Южно-Сахалинске, такие как Дальсвязь, Комитет по экологии, Сахалинское управление гидрометеослужбы, Сейсмическая служба, службы безопасности мореплавания и др., имеют между собой надежную оперативную связь и без особых затрат могут обмениваться полной, исчерпывающей информацией для принятия управленческих решений на уровне Администрации Сахалинской области.

Отметим также чрезвычайную актуальность сотрудничества с ведущими военно-морскими исследовательскими центрами, которые обладают современными знаниями и технологиями по обеспечению безопасности мореплавания, ведения работ на море, организации аварийно-спасательных работ. Военно-морские исследовательские центры имеют также реальные возможности согласования всех вопросов с Регистром России, Гидрографической службой, Военно-морским флотом, морскими частями погранвойск и другими государственными морскими службами и управлениями.

Экономическая эффективность и социальная значимость комплексной системы мониторинга морских акваторий в Сахалинской области определяется ее ключевой ролью в построении морской инфраструктуры региона, а также применимостью в жизнеобеспечении прибрежных и островных населенных пунктов; ее чрезвычайной важностью для обеспечения безопасности флота, береговых производств и населения островного края.

Эти же условия о комплексности единой государственной системы мониторинга необходимы для минимизации затрат на контроль экологически необратимых процессов и обеспечения безопасности работ на море. В этом случае система исключит дублирование работ различными, в том числе иностран-

* На рис. 4 приняты следующие сокращения: СфГС РАН — Сахалинский филиал Геофизической службы РАН и Сейсмостанция Южно-Сахалинск; СахУГМС — Сахалинское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды; СахГУ — Сахалинский государственный университет; СахНИРО — Сахалинский научно-исследовательский институт рыболовства и океанографии).

** На рис. 5 сокращения ТТС и ГТС обозначают телеграфно-телефонные станции и городские телефонные станции соответственно.



ными компаниями, существенно повысит эффективность работ за счет привлечения сил, средств и опыта работы уполномоченных к ведению указанных работ государственных служб и организаций.

Несмотря на имеющиеся объективные трудности создания, основные контуры комплексной системы мониторинга и контроля морских акваторий северо-восточного шельфа острова Сахалин начинают определяться.

Результаты общественной экологической экспертизы в рамках действующей системы государственного мониторинга

Рассмотрим в качестве примера отдельные результаты общественной экологической экспертизы проектной документации на строительство и эксплуатацию скважин с платформы ЛУН-А на Лунском нефтегазоконденсатном месторождении (проект Сахалин-2, этап 2). В процессе такой экспертизы общественная комиссия, состоящая из ученых, представителей общественных научных организаций, включая РГО, МАНЭБ взаимодействует со всеми государственными структурами, входящими в систему комплексного мониторинга и контроля морских акваторий. Это обстоятельство и служит в качестве средства проверки эффективности системы мониторинга.

По письму Сахалинского отделения Русского географического общества № 19-Э от 26 июня 2006 г., составленному в соответствии со ст. 22 Федерального закона "Об экологической экспертизе", Сахалин Энерджи Инвестмент Компани представила на рассмотрение материалы проектной документации на строительство и эксплуатацию скважин с платформы ЛУН-А на Лунском нефтегазоконденсатном месторождении. Всего в комиссию поступили документы в количестве 17 наименований отдельных томов, разделов и приложений проекта.

Общее мнение экспертов свелось к положительной оценке содержания материалов тома — *"Охрана окружающей среды"*, в котором найдено детальное освещение многих вопросов, ранее определяемых как недоработки проектной документации этапа 2 проекта Сахалин-2. Тем не менее, ответственным исполнителем тома допущены небрежности в оформлении документов, заключающиеся в противоречиях между разделами, неполном представлении описаний для графических иллюстраций и отдельными некорректными ссылками на разделы и дополнения внутри тома.

Так, например, в разделе "Обзор требований российского и международного законодательства в области охраны морской среды и использования природных ресурсов" достаточно подробно и полно представлены материалы о разработанных компа-

нией "Сахалинская энергия" мероприятиях по охране окружающей среды, составляющих законодательно обусловленные обязанности любой нефтепромышленной компании, работающей в территориальных водах и экономической зоне России. Однако существующий государственный мониторинг морских акваторий России не рассматривается и никак не обсуждается, поэтому реализация политики компании "Сахалинская Энергия" в области охраны природы без комплексного и непрерывного государственного экологического мониторинга и производственного экологического контроля по заключению комиссии оказывается принципиально невозможной.

В разделе *"Охрана атмосферного воздуха"* приведены осредненные по многолетним данным характеристики гидрометеорологических явлений, в основном определенные по очень удаленной метеостанции в г. Александровске-Сахалинском. Эта станция находится в зоне западного побережья острова Сахалин и по географическому положению отражает более умеренные метеорологические процессы. В данном разделе показаны синоптические ситуации, при которых возможна повышенная загрязнение атмосферного воздуха, однако предложения по контролю, прогнозу и предотвращению негативных последствий загрязнения атмосферы, которые в первую очередь будут негативно сказываться на условиях эксплуатации буровой платформы ЛУН-А прописаны не совсем четко. В частности, необходимо рассмотреть вопрос о возможности и необходимости проведения дополнительных мероприятий по уменьшению загазованности рабочей зоны платформы и окружающего надводного пространства от работы факельной установки в период интенсивных туманов и приземной инверсии.

В рассмотренных материалах экспертами не найдены высотные габаритные размеры верхних строений платформы ЛУН-А, что затруднило возможность оценки ветровой и результирующей гололедно-ветровой нагрузки на сооружение в целом и на его открытые технологические объекты на верхних палубах. Не найдено также оценок устойчивости платформы под воздействием боковых ветров и описания мер по недопущению срыва высотного инженерного сооружения с гравитационного основания под воздействием ураганных ветров.

В разделе отсутствует анализ опасности набрызгового обледенения объектов палубы, которое на северо-восточном шельфе о. Сахалин может представлять серьезную угрозу для инженерных сооружений и судов, находящихся в открытом море [4–5].

В разделе *"Охрана морских вод"* подробно отражены такие факторы, как высокая гидродинамическая активность вод на шельфе Сахалина, естест-

венная суточная и сезонная изменчивость, пространственная неоднородность, большая скорость и изменчивость направления течений. Воды района от поверхности до дна хорошо аэрированы, в них отсутствуют признаки природной или антропогенной эвтрофикации. Высокая степень изменчивости естественных гидрохимических характеристик свидетельствует о динамичности океанологических условий.

Результаты исследований позволяют сделать вывод, что по уровню содержания загрязняющих веществ в морской воде район Лунского нефтегазоконденсатного месторождения по всем показателям относится к незагрязненным.

Режим волнения на северо-восточном шельфе о. Сахалин имеет сезонную изменчивость, обусловленную муссонным характером климата. В летние месяцы штормовое волнение составляет не менее 30 %, в сентябре оно увеличивается до 50 %, а к ноябрю — до 80 %. Район не защищен от волн зыби Охотского моря, имеющих большой разгон.

Средняя годовая скорость ветра колеблется в пределах 3,1...4,1 м/с. На данном участке побережья в среднем за год наблюдалось 35 дней с сильным ветром скоростью 15 м/с и более. При прохождении глубоких циклонов отмечались ветры ураганной силы до 34 м/с.

Ледовый период в районе Лунского нефтегазоконденсатного месторождения в среднем продолжается с конца ноября до начала июня и составляет 189 дней, при этом максимальная зарегистрированная продолжительность составляет 213 дней. Средняя толщина ровного льда возрастает от января к маю с 0,4 до 1,2 м. Следует отметить недостаточную иллюстративность выводов разработчиков проектной документации о малом влиянии на дрейф льда приливо-отливных течений по сравнению с ветровым дрейфом.

В проекте принята отметка среднего уровня — 0,25 относительно нуля Балтийской системы (БС-77). Эта величина выше среднего уровня Охотского моря на 20...30 см: возможно, она получена из разовых наблюдений в летний сезон. Но даже, если такое поднятие уровня моря возникает эпизодически и на короткое время, оно может способствовать резкому дрейфу льдов из района их скопления в район чистой воды или другим опасным морским явлениям, наблюдаемым в районе северо-восточного шельфа о. Сахалин. Это обстоятельство требует тщательного анализа и учета морских явлений в процессе эксплуатации платформы ЛУН-А.

В документах констатируется, что такие факторы, как высокая гидродинамическая активность вод на шельфе Сахалина, естественная суточная и сезонная изменчивость, пространственная неоднородность,

большая скорость и изменчивость направления течений, не позволяют рассматривать характеристики воды в районе платформы ЛУН-А в качестве индикаторов воздействия. По мнению комиссии, это заключение может быть отнесено к оценкам долгосрочного воздействия. Поэтому производственный контроль сбросов буровых стоков целесообразно проводить не 1 раз в год, а систематически в период бурения скважины с целью подтверждения расчета предельно допустимых сбросов о не превышении норм ПДК в воде при сбросах буровых растворов и шлама далее 250 м.

При реализации проектных решений, содержащихся в материалах объекта экологической экспертизы, комиссия общественной экологической экспертизы рекомендует организовать круглогодичные наблюдения за уровнем моря и течениями с целью установления величины среднего уровня моря и пределов его изменения под воздействием природных факторов, использовать наблюдения с малой дискретностью для прогноза опасных морских явлений.

В разделе *"Охрана морской биоты"* содержатся оценки современного состояния морской биоты, сведения о видах и источниках воздействия на морскую биоту в период бурения скважин на Лунском лицензионном участке в 2007—2016 гг. и при эксплуатации стационарной морской платформы ЛУН-А в 2017—2045 гг., а также мероприятия по охране морской биоты.

В целом, раздел содержит исчерпывающий объем данных для определения состояний данной части экосистемы района планируемых работ. Наличие развернутого описания примененных гидробиологических методик сбора и обработки проб позволяет предположить возможность получения результатов сходного качества.

Экспертная комиссия отметила, что трактовка понятия "рыбные запасы" как "запасы всех промысловых объектов — рыб, беспозвоночных, водорослей и др., определяющих рыбохозяйственную ценность водоема или его части" представляется не вполне точной. В данном случае более приемлемым является использование термина "морские биоресурсы".

Принимая во внимание биологические показатели отдельных групп гидробионтов, экосистемные показатели, используемые в расчетах ущерба, и параметры факторов негативного воздействия, представленный расчет потерь кормовой базы и последующий расчет компенсационных затрат верен.

Признавая достаточность и обоснованность повседневных мероприятий по охране окружающей среды, нельзя не указать на полное отсутствие проработки вопросов по контролю и прогнозу потен-



циально опасных морских, геофизических и сейсмических явлений, на отсутствие наставлений и рекомендаций для экипажа платформы ЛУН-А в случае аварийной угрозы при прохождении штормов или возникновении подводных землетрясений. В материалах, представленных на экспертизу, отсутствует также информация о российских государственных морских службах или автоматизированных системах наблюдения, которые должны задействоваться для заблаговременного предупреждения о потенциально опасных для платформы ЛУН-А природных явлениях.

Экспертная комиссия считает проектную документацию на строительство скважин с платформы ЛУН-А на Лунском нефтегазоконденсатном месторождении достаточно подробной. Она включает в себя общие сведения о проекте, предполагаемой программе бурения, типовых конструкциях скважин и программе размещения отходов бурения при эксплуатации скважин.

Комиссия считает, что проработка исходных материалов в части вопросов обеспечения экологической безопасности, изученности инженерно-геологических, климатических и океанографических характеристик, а также сведений об исходном состоянии окружающей среды и обоснованность мер по предупреждению загрязнения природной

среды и устранению возможного загрязнения побережья и морских вод в проектной документации на строительство скважин с платформы ЛУН-А на Лунском нефтегазоконденсатном месторождении (проект Сахалин-2. Этап 2) достаточна, что позволяет считать возможным реализацию работ Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд по строительству и эксплуатации скважин на платформе ЛУН-А в 2007—2016 годах.

Список литературы

1. Красный М. Л., Храмушин В. Н. и др. Пути создания системы мониторинга шельфа Сахалинской области. — Южно-Сахалинск: Сахалинское книжное изд-во, 1998. — 208 с.
2. Охрана природы, мониторинг и обустройство Сахалинского шельфа / Южно-Сахалинск: Сахалинское книжное изд-во, 2001. / Под ред. Р. П. Бернгардта, М. Л. Красного, В. Н. Храмушина. — 180 с.
3. История штормовой мореходности / Под ред. В. Н. Храмушина. — Южно-Сахалинск: Сахалинское книжное изд-во, 2004. — 281 с.
4. Бернгардт Р. П. Актуальные аспекты интерпретации ветровых и гололедных нагрузок в Сахалинской области / Охрана природы, мониторинг и обустройство сахалинского шельфа. — Южно-Сахалинск: Сахалинское книжное изд-во, 2001. — С. 151—159.
5. Бернгардт Р. П. Климатологические обобщения и применение информации о скорости ветра и гололеде (на примере Сахалинской области): Монография. — Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 2003. — 96 с.

УДК 628.543

С. Б. Зуева¹, канд. техн. наук,

В. И. Щербаков², д-р техн. наук, проф., А. И. Кветкин¹

¹ Воронежская государственная технологическая академия

² Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

Применение метода оценки качества экозащитных технологий для выбора рациональной технологической схемы очистки сточной воды

Рассмотрена методика расчета индекса качества для сравнительной оценки различных технологических схем очистки сточных вод предприятий мясомолочной промышленности, что позволит рекомендовать к внедрению конкретные схемы очистки сточных вод в зависимости от специфики предприятия, состава сточных вод и т. д.

Предприятия пищевой промышленности ежегодно используют около 55 млн м³ воды. Основными путями снижения количества сточных вод и уменьшения степени их загрязнения являются раз-

работка и внедрение безводных технологических процессов, совершенствование существующих технологических процессов, разработка и внедрение нового оборудования, применение очищенных сточных вод в оборотных системах охлаждающей воды, в оборотном водоснабжении.

Методы и степень очистки сточных вод должны быть определены в зависимости от местных условий с учетом возможного использования очищенных сточных вод для промышленных или сельскохозяйственных нужд. Перед отводом производственных сточных вод от мест их образования в оборот-

ную систему, в наружную канализационную сеть или в окружающую среду их необходимо очистить от взвешенных механических частиц и растворенных загрязняющих примесей с помощью механических, силовых, адсорбционных, абсорбционных, физико-химических, биологических, биохимических и других методов очистки [1]. При выборе той или иной технологии очистки сточных вод на предприятии решаются такие вопросы, как: экономическая эффективность внедряемой технологии; возможность использования очищенной воды в оборотном водоснабжении; утилизация образующихся в процессе очистки твердых отходов.

Выбор того или иного способа очистки сточных вод и применение очистительного устройства зависит от требований к степени очистки жидкости, от физико-химических свойств содержащихся в сточных водах загрязнений, от места установки и условий эксплуатации применяемых фильтров и очистителей растворенных загрязнений.

Петербуржским государственным университетом путей сообщения предложена методика оценки качества новых экозащитных технологий путем расчета индекса PQ (property quality) [2]. Этот индекс позволяет с помощью математических операций получить значения, описывающие экологические, качественные технологические и экономические аспекты различных методов очистки сточных вод.

Авторами предлагается способ глубокой очистки сточных вод пищевых предприятий от загрязнений методом реагентной обработки неорганическим коагулянтом $Al_2(SO_4)_3$ с добавлением в качестве замутнителя мелкодисперсного порошка, получаемого из побочного продукта травления сплавов алюминия в производстве алюминиевых конструкций. Данный отход представляет собой пастообразный материал, который образуется в результате нейтрализации травильного раствора реагентом, способствующим образованию в смеси нерастворимых соединений

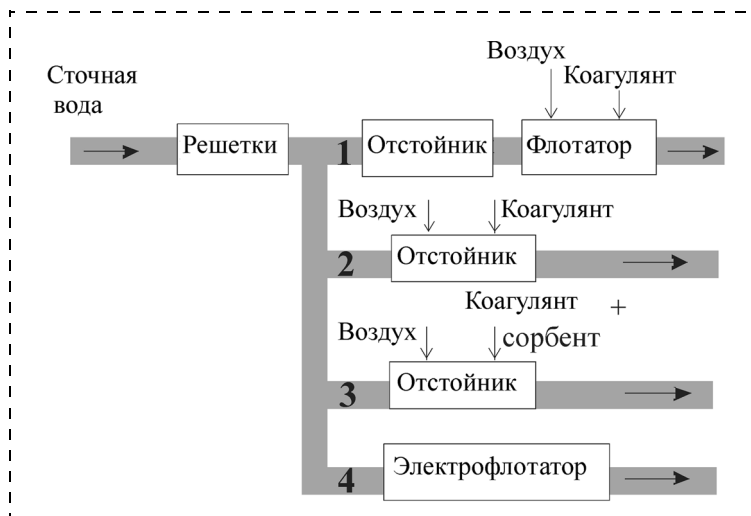


Рис. 1. Рассматриваемые схемы очистки сточных вод

стравленного металла, и последующем отделением осадка. Рентгеноструктурный анализ высушенного при температуре 100 °С отхода показал наличие в основном составе следующих модификаций оксида алюминия: $\alpha-Al_2O_3 \cdot 3H_2O$; $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ (96...98 %) и примесей гидроксидов металлов, входящих в состав сплавов (2...4 %). В настоящее время данный продукт никак не используется и накапливается на полигоне твердых бытовых отходов.

Задачей методики по расчету индекса PQ является оценка рассматриваемых методов очистки по качественной и количественной оценке объекта.

В качестве объектов сравнения были выбраны следующие схемы очистки сточных вод (рис. 1):

1 — Флотационная очистка сточных вод с добавлением коагулянта ($Al_2(SO_4)_3$).

2 — Очистка сточных вод методом отстаивания с добавлением коагулянта и дополнительной аэрации.

3 — Предлагаемая авторами очистка сточных вод методом отстаивания с добавлением коагулянта и сорбента и дополнительной аэрацией.

4 — Очистка сточных вод электрокоагуляцией.

Таблица 1

Значения свойств, описывающих исследуемые методы очистки сточных вод пищевых предприятий

Схема очистки	Экологический аспект			Технологический аспект	Экономический аспект
	Эффект удаления солей железа, %	Эффект удаления взвешенных веществ, %	Эффект снижения ХПК, %	Продолжительность процесса, мин	Стоимость очистки, руб./м ³
1	91,76	84,83	39,92	30	15
2	78,62	67,47	27,77	32	12
3	92,2	85,3	70,25	10	17
4	36,7	84,94	66,15	2,07	50

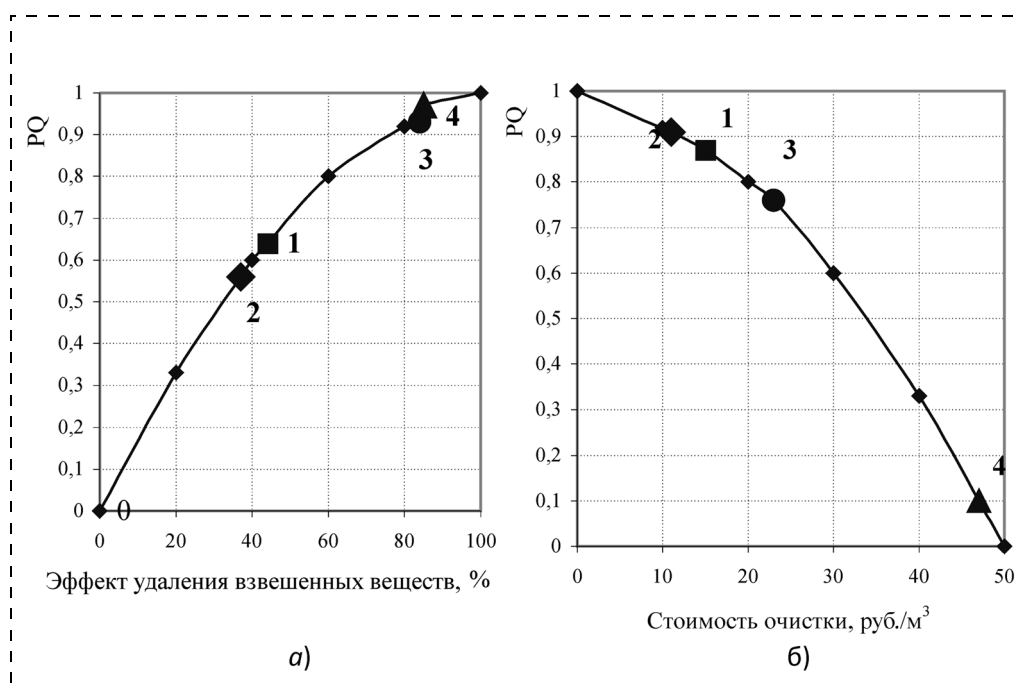


Рис. 2. Графики падения качества по показателям:

а — содержание взвешенных веществ; б — стоимость очистки; 1, 2, 3, 4 — схемы очистки сточных вод

Параметрами, влияющими на качественную оценку методов очистки сточных вод, были выбраны: экономические затраты на реализацию метода (экономический аспект); характеристика сточных вод до и после очистки (экологический аспект) и объем образующегося в процессе очистки воды осадка (технологический аспект). Количественные значения свойств, описывающих исследуемые объекты, полученные экспериментальным путем, представлены в табл. 1.

Расчет индекса качества выполняли в следующем порядке.

1. Показатели исходной сточной воды (например, концентрацию примесей) — худшее значение с точки зрения качества воды — принимали за $PQ = 0$; показатели чистой воды — лучшее значение — за $PQ = 1$.

Таблица 2

Итоговые данные по определению индексов качества схем очистки сточной воды

Схема очистки	Обозначение	Значение индекса PQ
1	PQ^1	0,73
2	PQ^2	0,59
3	PQ^3	0,96
4	PQ^4	0,51

2. Рассчитывали PQ для каждого показателя (концентрации загрязняющих веществ, продолжительности и стоимости процесса и т. д.)

На рис. 2 в графической форме представлены результаты расчета индекса PQ для показателей: содержание взвешенных веществ и стоимость очистки.

Из рисунка видно, что наиболее качественными с точки зрения экологии являются очистка сточной воды методом электрокоагуляции и предлагаемым авторами способом, так как индекс качества PQ наивысший и соответственно равен 0,96 и 0,94. С точки зрения стоимости процесса целесообразны очистка

сточных вод отстаиванием с добавлением коагулянта ($PQ = 0,91$) и флотационная очистка с добавлением коагулянта ($PQ = 0,87$). Аналогично проводились расчеты индексов PQ для остальных параметров всех исследуемых объектов.

Результаты расчетов PQ для всех исследуемых схем с учетом всех аспектов (экологического, технологического, экономического) представлены в табл. 2.

Данные таблицы показывают, что наиболее качественной является очистка разработанным авторами способом: путем отстаивания с добавлением коагулянта и сорбента и дополнительной аэрацией сточной воды, так как индекс качества наивысший — 0,96.

Таким образом, метод оценки качества новых экозащитных технологий можно применить для оценки эффективности различных схем очистки сточных вод на основании сравнения полученных экспериментальных данных и результатов их математической обработки.

Список литературы

1. Пааль Л. Л., Мелдер Х. А., Репин Б. Н. Очистка природных и сточных вод. — М.: Высш. шк., 1994.
2. Сватовская Л. Б., Тигова Т. С., Хитрова А. В. и др. Новые экозащитные технологии и их оценка. Индекс PQ. — СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2005. — 75 с.

УДК 614.841

В. В. Воробьев, инж., **С. А. Горячев**, канд. техн. наук, проф.,
С. А. Швырков, канд. техн. наук, доц., Академия ГПС МЧС России

Теоретическое определение степени перелива жидкости через вертикальную стену при квазигнновенном разрушении РВС

Приведены результаты численного решения задачи о взаимодействии волны прорыва, возникающей при разрушении резервуара вертикального стального (РВС), с ограждающей стеной нормативной высоты.

Нормативные вертикальные стены, предназначенные для ограничения площади разлива нефтепродуктов при авариях на РВС, рассчитываются на гидростатическое давление относительно медленно вытекающего нефтепродукта [1, 2], поэтому они не могут удержать мощный поток жидкости, возникающий при квазигнновенном разрушении РВС [3–6]. Отличительными признаками такого разрушения являются полная потеря целостности корпуса РВС и выход в течение короткого промежутка времени на прилегающую территорию всей хранящейся в резервуаре жидкости в виде волны прорыва. Она характеризуется нестационарностью потока, наличием резкого фронта в виде бора (вала), достигающего значительной высоты и движущегося с большой скоростью, а также обладающего большой разрушительной силой [5].

В публикациях, посвященных вопросу взаимодействия волны прорыва с защитными преградами [3, 7, 8], приводятся постановка задачи, начальные и граничные условия, предлагается метод численного решения, а также интерпретируются результаты единичных расчетов, что не позволяет использовать

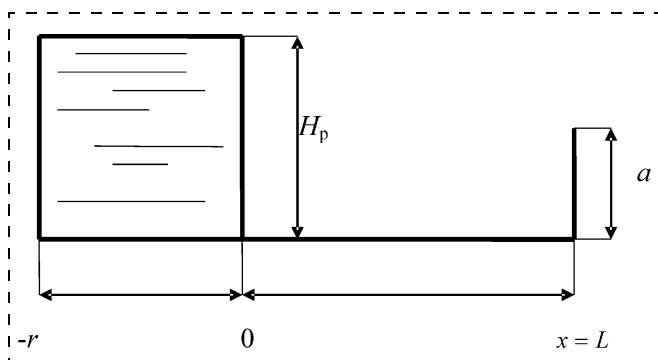


Рис. 1. Схема резервуара и вертикальной стены нормативной высоты

эти материалы для оценки взаимодействия волны прорыва с нормативными защитными сооружениями в достаточно широком диапазоне a/H_p , D_p/H_p и L/H_p (здесь a — высота защитной преграды; H_p — уровень взлива жидкости в резервуаре; D_p — диаметр резервуара; L — расстояние от стенки резервуара до защитной преграды). В связи с этим возникла необходимость разработки алгоритма решения задачи о взаимодействии волны прорыва с защитной преградой. Расчетная схема представлена на рис. 1.

Система дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих движение жидкости, имеет вид [7]:

$$\begin{cases} 2\left(\frac{\partial c}{\partial t} + u\frac{\partial c}{\partial x}\right) + c\frac{\partial u}{\partial x} = 0; \\ \frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + 2c\frac{\partial c}{\partial x} = 0, \end{cases}$$

где u — осредненная скорость потока по глубине; $c = \sqrt{gh}$ — местная скорость звука; g — ускорение свободного падения; h — глубина потока; x — координата; t — время.

Местная скорость звука c характеризует скорость распространения в среде малых (звуковых) возмущений, т. е. местная скорость звука определяет скорость передачи в среде информации об изменении параметров движения и состояния в одних частицах среды по отношению к другим.

Начальные условия:

$$\begin{aligned} -r/H_p \leq x/H_p \leq 0: & \begin{cases} u(x, 0) = 1; \\ c(x, 0) = 1; \end{cases} \\ 0 \leq x/H_p \leq L/H_p: & \begin{cases} u(x, 0) = 0; \\ c(x, 0) = 0; \end{cases} \end{aligned}$$

где r — приведенный диаметр, определяемый по формуле:

$$r = \sqrt{\pi} \frac{D_p}{2}.$$



Граничное условие на вертикальной стене ($x = L$):

$$u = \frac{(c^2 - c_0^2)^{3/2}}{c^2} H(c - c_0),$$

где $c_0 = \sqrt{ga}$; $H(c - c_0)$ — функция Хэвисайда, которая использовалась для включения различных граничных условий в одну формулу:

$$H(c - c_0) = \begin{cases} 1, & (c - c_0) > 0; \\ 0, & (c - c_0) \leq 0. \end{cases}$$

Граничное условие в точке $x = -r$:

$$u = 0.$$

Для решения данной задачи разработан алгоритм расчета, в основу которого был положен метод характеристик с фиксированным шагом сетки по времени (схема Хартри). Сущность метода сводится к решению уравнений:

$$\frac{dx}{dt} = u + c;$$

$$u + 2c = \text{const};$$

$$\frac{dx}{dt} = u - c;$$

$$u - 2c = \text{const}.$$

Программа, написанная на языке *Turbo Pascal* (версия 7.0), позволяет определять значения максимального подъема жидкости на стену, объема перелившейся жидкости, а также выводить графики местной скорости звука, осредненной скорости потока и его глубины в режиме реального времени. Аналитическое уточнение параметров потока на вертикальной стене для малого промежутка времени после взаимодействия жидкости с преградой проводилось с помощью программы *MathCAD* (версия 13).

Правильность получаемых результатов оценивалась по графикам изменения параметров процесса в зависимости от координаты и времени. На рис. 2 представлены графики расчета параметров потока для РВС-2000 с нормативным обвалованием. Здесь 1 — график осредненной скорости потока u ; 2 — график местной скорости звука c ; 3 — график глубины потока h .

Необходимо отметить, что теория не может описать траекторию жидкости за пределами вертикальной стены, так как не работают предположки, заложенные в математической модели. Проведенные эксперименты показали, что за пределами преграды поток дробится на отдельные фрагменты и капли.

Степень перелива жидкости через вертикальную стену для рассмотренного случая равна 0,6654, т. е. почти 1380 м³ при данной высоте преграды выйдет за пределы нормативного обвалования (расчетной области).

При расчете гидродинамической нагрузки на вертикальные стены необходимо знать распределение осредненных скоростей в потоке. К сожалению,

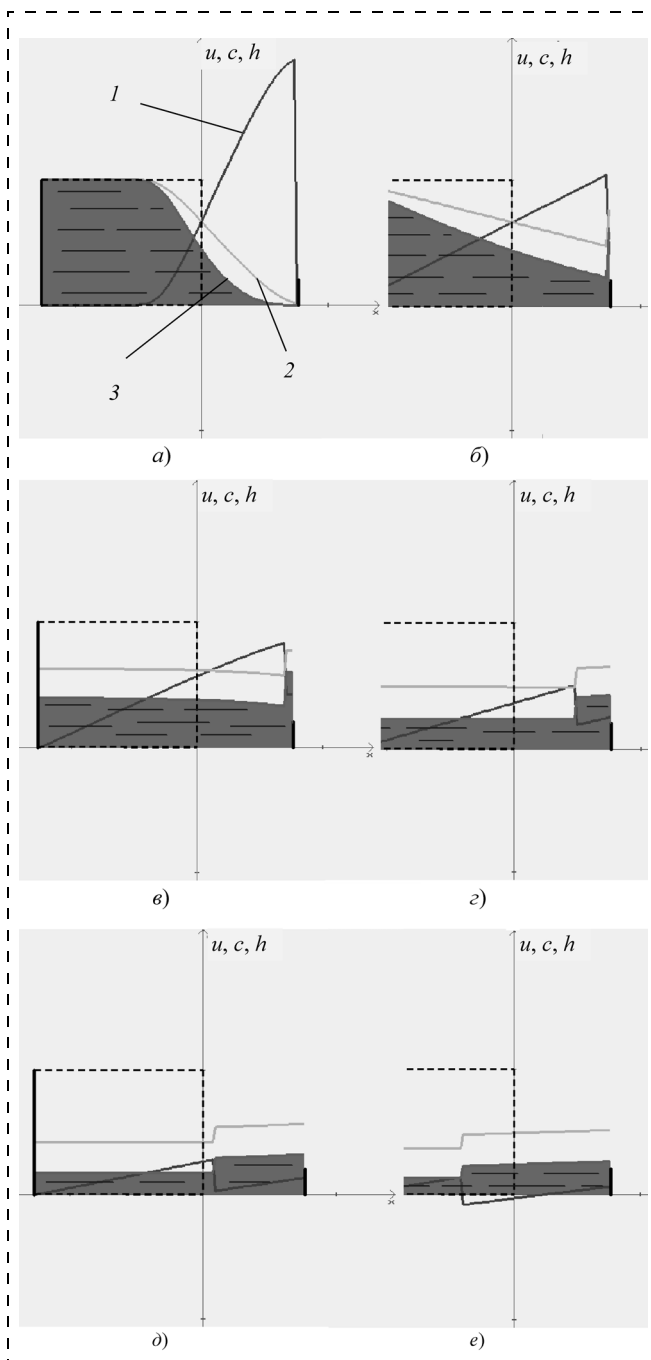


Рис. 2. Графики изменения параметров процесса в зависимости от времени с момента разрушения резервуара, с:

$a - 0,375$; $b - 1,2$; $в - 2,4$; $г - 3,6$; $д - 4,8$; $e - 6,0$

в известных авторам литературных источниках эти данные отсутствуют в явном виде, хотя и используются при расчете доли жидкости, перелившейся через защитную вертикальную преграду [7], и определении высоты стены, необходимой для полного удержания жидкости при разрушении РВС [3]. Разрабатывая программу взаимодействия волны прорыва с защитной преградой, авторы учли это обстоятельство: графики и значения осредненной скорости потока могут быть выведены на монитор и печать.

Для приведения выполненных вычислений к инженерному уровню с помощью программы *STATGRAPHICS* (версия 5.1) были аппроксимированы результаты расчетов степени перелива жидкости через вертикальную стену [9, 10]. Рассмотрено 72 варианта, учитывающих весь модельный ряд РВС и всю область применения защитных преград. Среднее время расчета одного варианта составило 40 мин, общее время — 48 ч.

Безразмерными параметрами в теоретической модели процесса взаимодействия волны прорыва с защитной преградой являются отношения a/H_p , r/H_p и L/H_p . При обработке данных учитывалось, что при отсутствии стены степень перелива жидкости равняется единице. Исследуемый диапазон изменения параметров составил:

$$0 \leq a/H_p \leq 0,8; 0,8085 \leq r/H_p \leq 3,1458;$$

$$1 \leq L/H_p \leq 2,8.$$

Результаты обработки данных показали, что параметры r/H_p и L/H_p в разработанной математической модели являются незначимыми.

Полученная зависимость для определения степени перелива жидкости через вертикальную стену имеет вид:

$$z = 1 - 1,2038a/H_p.$$

Статистические характеристики:

$$R^2 = 97,7 \%; F_{кр} = 3,96; F_M = 3792,27; \Delta = 0,085,$$

где R^2 — величина достоверности аппроксимации; $F_{кр}$ — критическое значение F -критерия Фишера; F_M — значения F -критерия Фишера в модели; Δ — доверительный интервал при уровне значимости $\alpha = 5 \%$.

Графическая интерпретация результатов исследования представлена на рис. 3.

Таким образом, в результате проведения теоретических исследований получена аппроксимационная зависимость для определения степени перелива жидкости через вертикальную стену, которая может быть использована для прогнозирования обста-

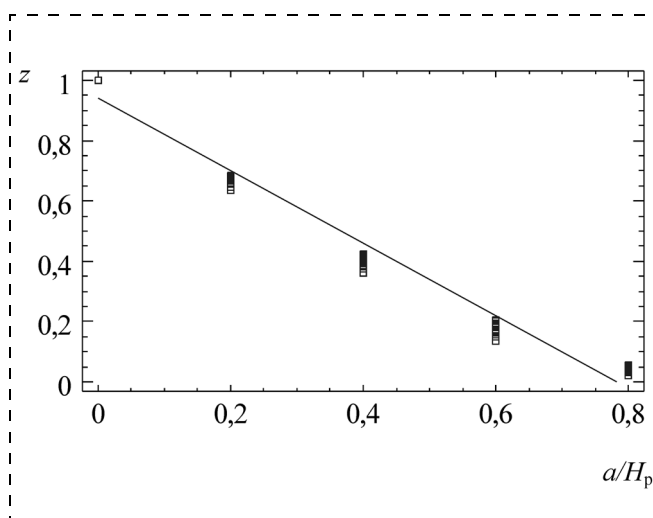


Рис. 3. Зависимость степени перелива жидкости от высоты вертикальной стены

новки в резервуарном парке при квазимоментном разрушении РВС.

Список литературы

1. СНиП 2.11.03—93. Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы / Госстрой России. — М.: ЦПП, 1993. — 24 с.
2. Исследование резервуаров для хранения нефтепродуктов при атмосферном давлении для Комитета по техническим вопросам и безопасности в нефтяной и нефтехимической промышленности Сингапура: Пер. с англ. / Р. Питблэдо, Д. Уотерс, Х. Крун. — Лондон: Техника Лимитед, 1990. — С. 10—20.
3. Швырков С. А. Обеспечение пожарной безопасности нефтебаз ограничением разлива нефтепродуктов при разрушениях вертикальных стальных резервуаров: Дисс. ... канд. техн. наук / Академия ГПС МВД России. — М., 2001 — 180 с.
4. Анализ аварийных разрушений резервуаров на складах нефти и нефтепродуктов и разработка рекомендаций по ограничению площади разлива: Отчет о НИР 1.419/96 / А. Н. Швырков, С. А. Горячев, С. А. Швырков. — М.: МИПБ МВД РФ, 1997. — 100 с.
5. Лебедева Л. Н., Лурье М. В., Швырков А. Н. Лавинные выбросы при разрушении резервуаров с жидкостями // Инженерно-физический журнал. — 1991. — Т. 61. — № 5. — С. 726—731.
6. Швырков А. Н., Швырков С. А., Горячев С. А. Волна прорыва на нефтебазе плюс эффект "домино". Техногенные катастрофы при разрушении резервуаров и защита от них // Охрана труда и социальное страхование. — 1997. — Вып. 11. — С. 42—45.
7. Greenspan H. P., Young R. E. Flow over a containment dyke // J. Fluid Mechanics. — 1978. Vol. 87. Part. 1. — P. 179—192.
8. Шебеко Ю. Н., Шевчук А. П., Смолин И. М. Расчет влияния обвалования на растекание горючей жидкости при разрушении резервуара // Химическая промышленность. — 1994. — № 4. — С. 22—25.
9. Драйпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. — М.: Финансы и статистика, 1986.
10. Доугерти К. Введение в эконометрику / Пер. с англ. — М.: Инфра-М, 2004.



УДК 654.9:312.001.33

Р. А. Дурнев, канд. техн. наук, доц.,
Центр стратегических исследований гражданской защиты МЧС России

О создании Общероссийской комплексной системы информирования и оповещения населения

Обоснована актуальность создания новой системы информирования и оповещения населения, основанной на современных информационно-телекоммуникационных технологиях. Установлены ее функции и структура, приведены результаты технико-экономической оценки системы.

Ежегодно в Российской Федерации в чрезвычайных ситуациях (ЧС), дорожно-транспортных происшествиях (ДТП), при пожарах и авариях на водных объектах (далее — опасных и чрезвычайных ситуациях) погибают свыше 65 тыс. человек, получают травмы около 300 тыс. человек, прямой материальный ущерб составляет более 100 млрд руб. [1, 2].

Практика показывает, что большую роль в уменьшении риска ЧС, снижении людских потерь и материального ущерба в указанных ситуациях играют информирование и оповещение населения. От регулярности предоставления сведений о возможных источниках и масштабах опасных и чрезвычайных ситуаций, мерах по уменьшению их последствий, оперативности доведения сигнала оповещения до сил предупреждения и ликвидации ЧС и населения зависит в конечном итоге результативность укрытия людей в защитных сооружениях, их эвакуации из зоны ЧС и других способов защиты.

Для информирования и оповещения населения используются ресурсы средств массовой информации, созданы и функционируют системы централизованного и локального оповещения. Однако анализ показывает [3], что имеющиеся технические средства информирования и оповещения (ТСИО) морально и физически устарели, имеют низкие тактико-технические характеристики. Для них характерны небольшие площади звукопокрытия, зависимость от состояния централизованного электроснабжения и исправности телефонных линий (электросирены С-40, уличные громкоговорители), низкая надежность и живучесть при воздействии поражающих факторов ЧС (аппаратура включения громкоговорителей АВУД-4И, АВУГ-И и т. п.), значительное время, требуемое для развертывания дополнительного количества таких средств, невозможность и

экономическая нецелесообразность использования цифровых каналов связи (аппаратура управления оповещением П-160, П-164 и др.) и т. п.

Более половины региональных систем централизованного оповещения превысили установленные сроки эксплуатации. Ежегодная стоимость их содержания и обслуживания превышает остаточную (балансовую) стоимость таких систем. Количество локальных систем оповещения, создаваемых в районах размещения потенциально опасных объектов, составляет менее 35 % от потребности.

В целом существующие системы информирования и оповещения обеспечивают охват менее 45 % населения страны. Принимая во внимание прогнозную оценку количества неработоспособных ТСИО к 2010 г., охват населения мероприятиями оповещения и информирования может составить менее 15 %.

Все это свидетельствует об острой потребности в реконструкции и модернизации существующих систем информирования и оповещения. Однако в настоящее время отсутствуют соответствующие концептуальные и программные документы. В ряде нормативных правовых актов, регламентирующих функционирование этих систем [4—7], приводится перечень лишь отдельных мер, направленных на решение частных вопросов поддержания в готовности ТСИО, другие [8] практически не реализуются. В связи с этим особенно злободневной является проблема дальнейшего применения рассматриваемых способов защиты населения.

Для решения этой проблемы представляется целесообразным создание новой системы, которая бы обеспечивала [3]:

- осуществление функций оповещения, информирования и подготовки, формирования культуры безопасности жизнедеятельности населения;
- максимально полный и оперативный охват населения независимо от его местонахождения;
- обратную связь с местами пребывания оповещаемых и информируемых людей;
- комплексное использование цифровых технологий связи и вещания, средств сотовой связи, электронно-вычислительной техники, Интернет-ресурсов;

- высокую надежность и живучесть в условиях воздействия поражающих факторов источников ЧС в мирное и военное время;
- полное сопряжение с аппаратно-программными комплексами органов управления гражданской обороны (ГО) и Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС);
- самоокупаемость за счет использования части информационного ресурса в коммерческих целях и др.

Очевидно, что реализация этих положений невозможна без использования современных информационно-телекоммуникационных технологий, под которыми понимаются методы и средства сбора, обработки, хранения, передачи, приема и отображения аудиовизуальной информации [3]. В наше время именно эти технологии определяют облик не только экономически развитых стран, но и всего мирового сообщества. Поэтому современную степень развития цивилизации принято характеризовать как информационное общество [9, 10]. Основными его чертами являются увеличение роли информации и знаний, доли информационных коммуникаций, продуктов и услуг в валовом внутреннем продукте, создание глобального информационного пространства, обеспечивающего эффективное взаимодействие людей, их доступ к мировым информационным ресурсам и удовлетворение их социальных и личных потребностей [11–13].

Для применения информационно-телекоммуникационных технологий в интересах защиты населения в настоящее время создается Общероссийская комплексная система информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей (ОКСИОН). Она представляет собой информационно-техническую систему, объединяющую информационные центры (ИЦ) различных уровней, терминальные комплексы (ТК) для отображения аудиовизуальной информации, автоматизированные территориально распределенные подсистемы связи и передачи данных, сбора информации, радиационного и химического контроля и др.

Основными функциями ОКСИОН являются (рис. 1):

- оповещение населения, реализуемое при угрозе опасных и чрезвычайных ситуаций, в рамках которого доводятся звуковые сигналы оповещения, а также краткая звуковая или текстовая информация по порядку действий;
- информирование населения, в ходе которого при угрозе и развитии опасных и чрезвычайных ситуаций транслируется аудиовизуальная информация по правилам поведения в зоне этих ситуаций,



Рис. 1. Основные функции системы информирования и оповещения населения и периоды их реализации

местам нахождения медпунктов, пунктов жизнеобеспечения, телефонам горячих линий;

- подготовка населения, в рамках которой в повседневном режиме населению транслируются видео- и анимационные ролики, направленные на формирование норм и ценностей безопасного поведения, культуры безопасности жизнедеятельности;
- мониторинг обстановки в местах массового пребывания людей, осуществляемый во всех рассматриваемых периодах.

Первые три функции отличаются периодом их реализации, содержанием выводимой информации и регламентами ее трансляции. Для последней характерно использование специального оборудования видеонаблюдения, радиационного и химического контроля.

Для выполнения перечисленных функций в состав системы входят (рис. 2):

- информационные центры федерального, межрегионального, регионального и местного уровней;
- стационарные терминальные комплексы (СТК), включающие технические средства сбора информации (обзорные видеокамеры, вызывные панели), отображения информации (уличные светодиодные панели, плазменные экраны внутри зданий, экраны "бегущая строка"), радиационного и химического контроля, звукового вещания и др.;
- мобильные терминальные комплексы (МТК), состоящие из транспортных средств со светодиодными экранами, оборудованием, необходимым для видеонаблюдения, обеспечения связи, радиационного и химического контроля;

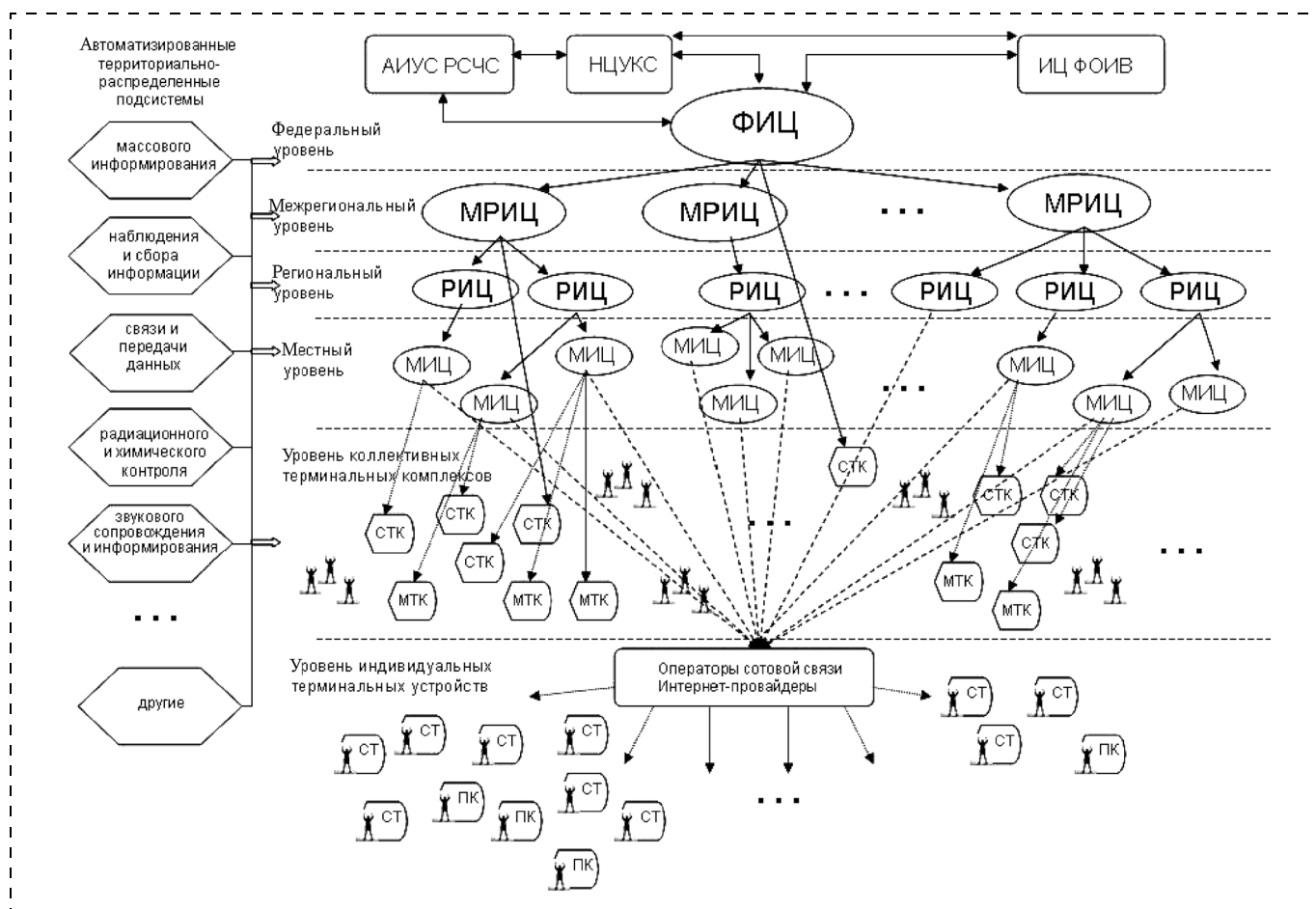


Рис. 2. Структура систем информирования и оповещения населения в повседневном периоде:

АИУС РСЧС — автоматизированная информационно-управляющая система РСЧС; НЦУКС — национальный центр управления в кризисных ситуациях; ИЦФОИВ — информационные центры федеральных органов исполнительной власти; ФИЦ — федеральный ИЦ; МРИЦ — межрегиональный ИЦ; РИЦ — региональный ИЦ; МИЦ — местный (муниципальный) ИЦ; СТ — средства сотовой связи (сотовые телефоны); ПК — портативные ПЭВМ с беспроводным выходом в Интернет

- индивидуальные терминальные устройства на базе средств сотовой связи, коммуникаторов, "наладонных" ПЭВМ, ноутбуков и других средств для выхода в Интернет;
- автоматизированные территориально распределенные подсистемы массового информирования, наблюдения и сбора информации, связи и передачи данных, радиационного и химического контроля, звукового сопровождения и информирования и др.

Практика свидетельствует о том, что содержание и развитие систем информирования и оповещения населения сопряжены со значительными затратами финансовых, материальных и иных ресурсов. Поэтому в целях получения средств на обслуживание системы, расширение парка терминальных комплексов, развитие банка информационных материалов в качестве дополнительной функции опре-

делена трансляция рекламных информационных материалов в местах регулярного массового пребывания людей. Исследования показали [14], что для обеспечения самоокупаемости систем их терминальные комплексы должны использоваться в коммерческих целях в повседневном периоде в размере 50 % от объема эфирного времени, выделяемого на все информационные материалы. В этом случае доходы, полученные от трансляции рекламных информационных материалов, превысят затраты на содержание систем во всех рассматриваемых периодах.

К настоящему моменту выполнены следующие мероприятия по созданию и развитию ОКСИОН [3]:

- разработаны концепция, программа создания и системотехнический проект системы;
- созданы опытные и пилотные зоны в гг. Москве, Санкт-Петербурге, Ростове-на-Дону, Пятигорске и др., включающие информационные центры и

СТК, такие как пункты уличного информирования и оповещения, пункты информирования и оповещения в зданиях с массовым пребыванием людей и др.;

— разработаны типовые технические проекты информационных центров и терминальных комплексов, осуществляется их развертывание в ряде административных центров субъектов Российской Федерации;

— разработана система информационных материалов для трансляции в местах массового пребывания людей (видеоролики, электронные плакаты, электронные текстовые сообщения, видеофильмы и др.);

— организована межведомственная кооперация (МЧС России, МВД России, ФСБ России и др.) по развитию ОКСИОН, разработаны соглашения о сотрудничестве при информировании и оповещении населения и др.

Развертывание первой очереди ОКСИОН на территории субъектов Российской Федерации и муниципальных образований планируется к 2010 г.

Технико-экономическая оценка показывает [15]:

- создание системы позволит снизить в среднем количество безвозвратных потерь населения в ЧС, ДТП, при пожарах и авариях на водных объектах на 13 %, санитарных потерь населения на 23 % и материальный ущерб на 13 %;
- затраты на ликвидацию чрезвычайных ситуаций при функционировании системы уменьшаться в 2,3 раза;
- к окончанию развертывания системы на один вложенный рубль затрат будет приходиться около трех рублей выигрыша; при интенсивном развитии системы адресного оповещения и информирования с использованием терминальных устройств индивидуального пользования, а также МТК данный показатель будет значительно выше;
- доход от коммерческого использования ТК как средств наружной рекламы превышает затраты на их содержание в 1,3—9,8 раза (для различных типов ТК);
- эффективность ОКСИОН в 1,6 раза превышает эффективность существующих систем информирования и оповещения населения; с учетом прогнозной оценки количества неработоспособных технических средств данных систем к 2010 г. указанный показатель возрастет до 4,7 раз.

В социальной сфере эффективность ОКСИОН будет обуславливаться повышением имиджа государственных служб, отвечающих за безопасность, обеспечением равных условий защищенности для

различных социальных групп, повышением доверия к государственным структурам.

В сфере ГО, защиты от ЧС, пожарной безопасности и безопасности на водных объектах за счет создания и развития рассмотренной системы будет наблюдаться повышение эффективности управления ГО в особый период, действенности функционирования НЦУКС, дежурные диспетчерские службы (ДДС) организаций и ведомств, Единые ДДС (ЕДДС), сокращение сроков ликвидации ЧС, последствий ДТП, пожаров, аварий на водных объектах.

В правоохранительной области эффект от создания и функционирования ОКСИОН будет достигаться за счет повышения действенности мониторинга за общественным порядком в местах массового пребывания людей, увеличения результативности процессов обнаружения и идентификации социально опасных лиц.

Кроме того, развертывание ОКСИОН будет способствовать развитию науки, передовых наукоемких информационных технологий, промышленности, систем связи и телекоммуникации, созданию новых рабочих мест.

Таким образом, создание Общероссийской комплексной системы информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей будет значимо способствовать формированию культуры безопасности жизнедеятельности, повысит эффективность мероприятий оповещения и информирования населения и явится одним из факторов снижения рисков чрезвычайных ситуаций, обеспечения стабильного социально-экономического развития регионов страны и России в целом.

Список литературы

1. **Государственный доклад** о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2006 год. — М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2007. — 204 с.
2. **Дорожно-транспортные происшествия** в России (2005 г.) / Информационно-аналитический сборник. — М.: ДОБДД МВД России, 2006. — 106 с.
3. **Дурнев Р. А.** Информирование и оповещение населения: роль и место в системе обеспечения безопасности жизнедеятельности / Сборник трудов ЦСИ ГЗ МЧС России. Вып. 33. — М.: ЦСИ ГЗ МЧС России, 2007.
4. **Об утверждении** Положения о системах оповещения населения: Приказ МЧС России, Министерства информационных технологий и связи Российской Федерации и Министерства культуры и массовых коммуникаций Российской Федерации от 25 июля 2006 г. № 422/90/376.
5. **Об утверждении** Положения по организации эксплуатационно-технического обслуживания систем оповещения населения: Приказ МЧС России, Мининформсвязи России, Минкультуры России от 7 декабря 2005 г. № 877/138/597.
6. **Об утверждении** Положения о приоритетном использовании, а также приостановлении или ограничении использования любых сетей связи и средств связи во время чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера



- ра: Постановление Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2004 г. № 895.
7. **Об утверждении** Концепции информационной безопасности МЧС России: Приказ МЧС России от 07.03.2007 г. № 121.
 8. **Программа** реконструкции систем оповещения гражданской обороны Российской Федерации до 2010 года. Утверждена Приказом МЧС России от 10.10.2000 г. № 508.
 9. **Тоффлер Э.** Третья волна. — М.: АСТ, 1999. — 286 с.
 10. **Безопасность** жизнедеятельности: учебно-методическое пособие для учреждений профессионального образования по разделу "Современный комплекс проблем безопасности" / Л. И. Шершнева и др. — М.: Издательство "Русский журнал", 2004. — 79 с.
 11. **Доктрина** информационной безопасности Российской Федерации. Утверждена Президентом Российской Федерации 9 сентября 2000 г. № Пр-1895.

12. **Основные** направления фундаментальных исследований Российской Федерации: Распоряжение Президиума РАН от 22 января 2007 года № 10103-30.
13. **Фалеев М. И.** О базовых и приоритетных направлениях научно-технической политики МЧС России на 2008—2010 гг. // Доклад на коллегии МЧС России, 2007 г.
14. **Заключительный** отчет о НИР "Создание научно-методических основ информирования и оповещения населения с использованием современных технических средств массовой информации в местах массового пребывания людей" // ЕТП НИОКР МЧС России на 2007 год. П. 4.3.1. — М.: ЦСИ ГЗ МЧС России, 2007. — 362 с.
15. **Воробьев Ю. Л., Пучков В. А., Дурнев Р. А.** Основы формирования культуры безопасности жизнедеятельности населения: монография. — М.: Деловой экспресс, 2006. — 316 с.

УДК 614.841.48 + 504.3.054

С. С. Тимофеева, д-р техн. наук, проф., **Д. В. Седов**, асп.,
Иркутский государственный технический университет,
В. Л. Макухин, канд. техн. наук,
Лимнологический институт СО РАН

Прогнозная оценка экологических последствий аварий на железнодорожном транспорте (на примере Южно-Байкальского региона)

Приведен анализ прогностических математических моделей распространения газовых примесей и аэрозолей в атмосфере. Дана характеристика усовершенствованной модели переноса, распространения, химической трансформации загрязняющих веществ, учитывающая особенности рельефа местности, нестационарность и неоднородность ветрового поля. Оценены экологические последствия залпового выброса при горении нефтяного разлива в результате реальной железнодорожной аварии в Южно-Байкальском регионе. Разработана методика оценки экологической опасности аварийных залповых выбросов при пожарах на железной дороге, с помощью которой выявлены экологически уязвимые участки Южно-Байкальской железнодорожной трассы, и предложены превентивные природоохранные мероприятия.

Введение

Проблема загрязнения озера Байкал относится к числу приоритетных, постоянно обсуждаемых в научной литературе и средствах массовой информации. Озеро Байкал, находясь в центре Восточно-Сибирского региона с его мощной индустриальной базой,

постоянно испытывает все нарастающее антропогенное воздействие. Близость Иркутско-Черемховского промузла, химической и нефтехимической, машиностроительной, металлургической промышленности, топливно-энергетического и транспортного комплексов создает значительную экологическую напряженность в этом регионе.

Особенно интенсивное загрязнение происходит в Южно-Байкальском регионе, где сосредоточены предприятия лесохимии, теплоэнергетики, автомобильного транспорта. Здесь непосредственно вдоль побережья проходит 200-километровый участок железной дороги, по которому ежегодно перевозится свыше 75 млн т нефти и нефтепродуктов, и в дополнение к воздействию промышленных предприятий происходят залповые выбросы продуктов горения при авариях нефтеналивных составов.

При горении нефти и нефтепродуктов выбрасывается широкий спектр химически агрессивных веществ, среди которых по экологической опасности выделяются оксиды углерода, азота, серы, сажа, бенз(а)пирен, пятиокись ванадия, цианистый водород и др. В атмосфере эти вещества подвергаются химической трансформации с образованием еще более опасных соединений, переносятся на значи-

тельные расстояния, абсорбируются водной поверхностью, создавая серьезные экологические проблемы в Южно-Байкальском регионе.

В отличие от промышленных источников воздушного загрязнения аварийные залповые выбросы являются неконтролируемыми и непредсказуемыми по масштабам и времени возникновения, и их вклад в общее загрязнение озера Байкал сегодня неизвестен. Поэтому, а также в связи с постоянно растущими объемами перевозки нефти и нефтепродуктов оценка их экологической опасности является важной задачей.

1. Обоснование метода исследования

Исследование аварийных залповых выбросов инструментальными методами сопряжено с рядом трудностей: из-за внезапности аварий практически невозможно организовать проведение измерений; необходимы современные дорогостоящие приборы; получаемые эмпирические значения дискретны в пространстве и времени, что не позволяет отследить атмосферные химические процессы, в которых участвуют загрязнители; с помощью прямых измерений практически невозможно определить индивидуальный вклад конкретного источника выбросов и т. д.

Поэтому весьма актуальным для оценки экологических последствий аварийных залповых выбросов является использование прогностических математических моделей распространения и трансформации газовых примесей и аэрозолей в воздушной среде. С их помощью можно получать информацию о концентрации токсикантов в узлах пространственной сетки в тот или иной момент времени, оценивать массу выпадений на подстилающую поверхность. При этом учитывается скорость ветра, температура воздуха, рельеф местности, атмосферные химические превращения. Математические модели позволяют исследовать процесс распространения продуктов горения от конкретного пожара отдельно от других источников, что позволяет оценить его индивидуальный вклад в суммарное загрязнение. Расчеты по данным моделям производятся на ЭВМ, не требуют экономических и временных затрат, позволяют дать достаточно полное описание процессов распространения токсикантов, ретроспектировать произошедшие в прошлом и прогнозировать возможные в будущем экологические последствия аварийных залповых выбросов, существенно помогая ответить на вопросы о снижении их неблагоприятного воздействия на экосистему региона.

В настоящее время как у нас в стране, так и за рубежом ведутся интенсивные разработки трехмерных моделей переноса, диффузии и трансформа-

ции загрязняющих веществ, поступающих в воздух при залповых выбросах. На основе численного решения системы уравнений гидротермодинамики А. С. Едигаровым исследовано распространение взрывоопасных паров при истечении сжиженного газа [1], Ю. А. Гостинцевым исследовано загрязнение в результате пожаров [2]. В работе [3] предложена методика расчета выбросов химических веществ в воздух при лесных пожарах, основанная на нульмерной математической модели, полученной из общей математической модели лесных пожаров А. М. Гришина. С помощью аналитических и численных моделей, основанных на решениях уравнений Навье-Стокса, исследованы параметры конвективных движений и распространения продуктов горения в воздухе в результате крупных пожаров [4]. Для исследования распространения дыма в результате нефтяных пожаров в Кувейте R. Imasu и др. [5] применили Лос-Аламосскую модель общей циркуляции атмосферы.

Ряд работ посвящен моделированию загрязнения воздуха непосредственно над озером Байкал. На основе простых балансовых соотношений и аналитических решений, полученных Н. А. Rodhe в работе [6], Ю. А. Анохиным и др. [7] проводилась оценка антропогенных потоков микроэлементов на зеркало озера. Простая траекторная модель [8, 9] использовалась для оценки вклада основных промышленных источников загрязнения Байкальского региона в экспериментально измеренные концентрации взвешенных частиц [10]. С использованием модели Эйлера типа оценивалось антропогенное загрязнение пылью, окислами серы и азота при различных метеорологических ситуациях [11]. А. Е. Алоян с соавторами, кроме переноса и диффузии, учтена эволюция атмосферного аэрозоля над озером Байкал за счет коагуляции, которая изменяет его дисперсный состав и концентрацию [12]. С помощью аналитических решений полуэмпирического уравнения турбулентной диффузии оценена частота превышения предельно допустимых концентраций газовых примесей, выбрасываемых в воздух Байкальским целлюлозно-бумажным комбинатом [13]. Трансформация соединений серы и азота над озером исследовалась с помощью аналитических моделей Л. В. Кудрявцевой и С. И. Устиновой [14].

С нашей точки зрения, наиболее адекватной для оценки экологических последствий аварийных залповых выбросов является прогностическая модель, разработанная В. К. Аргучинцевым и В. Л. Макухиным и многократно проверенная при изучении распространения экотоксикантов от стационарных источников Прибайкалья [15–18]. Она достаточно



просто учитывает особенности рельефа местности, что важно при моделировании процессов в регионах с существенными неоднородностями подстилающей поверхности; позволяет исследовать изменение изучаемых процессов с течением времени, в трехмерном пространстве; учитывает химическую трансформацию 82 веществ в 156 атмосферных реакциях; способна описывать суточные и сезонные изменения полей концентраций. Кроме того, модель имеет сравнительно высокую скорость убывания погрешности решения; не требует интегрирования вдоль пространственной траектории; позволяет обойти проблему физической реализуемости, которая имеет место в моделях с замыканием второго порядка, и трудности осцилляций в решениях, которые возникают при построении моделей с замыканием третьего порядка.

Основу математической модели [15–18] составляет полуэмпирическое уравнение турбулентной диффузии примеси в следующем виде:

$$\frac{\partial S}{\partial t} + V \text{grad} S - W_g \frac{\partial S}{\partial z} = \Delta_1 S + LS + F,$$

$$\Delta_1 = \frac{\partial}{\partial x} K_x \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} K_y \frac{\partial}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} K_z \frac{\partial}{\partial z},$$

где $S = S_j$ — вектор массовых концентраций исследуемых примесей ($j = 1, \dots, n$); n — количество субстанций в многокомпонентной среде; V — вектор скорости движения воздуха; K_x, K_y, K_z — коэффициенты турбулентной диффузии субстанций соответственно по осям x, y, z ; $L = \{L_{jk}\}$ — матричный оператор, описывающий взаимодействие различных субстанций между собой и их локальные изменения ($k = 1, \dots, N$); N — количество слагаемых в операторе L (слагаемые учитывают реакции первого порядка, т. е. содержащие концентрации примесей; реакции второго порядка, т. е. содержащие произведения двух концентраций веществ; и реакции третьего порядка, т. е. содержащие произведения концентраций трех веществ), равное $N = n(1 + n + n^2)$; $F = F(x, y, z)$ — вектор-функция, описывающая источники примесей; $W_g = W_{gj}$ — вектор скоростей гравитационного оседания субстанций.

Система уравнений интегрируется конечно-разностным методом в декартовой системе координат с применением метода фиктивных областей, введение которых позволяет вести расчеты для произвольной подстилающей поверхности. Конечно-разностные аппроксимации производных по пространственным переменным построены на основе интегроинтерполяционного метода [19]. Дифференциальные операторы первого порядка по пространственным переменным аппроксимируются центральными разностями, а операторы второго порядка —

трехточечными разностными операторами. При решении задачи используется метод расщепления по физическим процессам [14]. На каждом малом интервале времени рассматривается схема, состоящая из двух этапов: на первом учитываются процессы переноса примесей по траекториям и турбулентной диффузии, на втором — локальные преобразования и влияние источников. Конечно-разностные уравнения реализуются немонойтонной прогонкой.

Адекватность модели В. К. Аргучинцева и В. Л. Макухина [15–18] подтверждена экспериментами и проверочными расчетами [17, 18]. Относительная ошибка результатов, получаемых с помощью модели, не превышает 50 %. Данная математическая модель адаптирована для оценки поступления, распространения и трансформации загрязняющих веществ, образующихся при аварийных залповых выбросах во время пожаров на нефтеперерабатывающих и других предприятиях Прибайкалья, Приангарья, Хакасии, а также при разливах нефти и нефтепродуктов на железной дороге [20–23]. Химический блок данной модели был дополнен возможными атмосферными реакциями химической трансформации углеводородов и цианистых соединений. Таким образом, усовершенствованная прогностическая модель позволяет учитывать 185 химических реакций, которые происходят в атмосфере в районе залповых выбросов, и более точно прогнозировать зоны наибольшей экологической нагрузки.

2. Результаты моделирования экологических последствий реального залпового выброса при аварии нефтеналивного состава

С использованием усовершенствованной модели [15–18] были оценены экологические последствия залпового выброса при горении разлива сырой нефти в результате реальной железнодорожной аварии, произошедшей близ станции Ангасолка в 14 км от озера Байкал (рис. 1).

В результате схода с рельсов двух железнодорожных цистерн произошел пробой котла одной из них и разлив 35 т сырой нефти. При этом была сбита опора линии электропередач, и в результате короткого замыкания контактной сети нефтяной разлив воспламенился. Максимальная площадь пожара составила 350 м². В течение времени свободного горения до его ликвидации (2 ч 35 мин) огнем было уничтожено более 32 т нефти. В результате данного залпового выброса в воздушный бассейн Южно-Байкальского региона поступило по официальным данным 899 кг диоксида серы, 223 кг диоксида азота, 32 кг цианистого водорода, 485 кг



Рис. 1. Расчетная область, в которой проводилось численное моделирование:

① — место залпового выброса

уксусной кислоты, 32 кг формальдегида, 32 кг сероводорода, 2,72 т оксида углерода, 5,5 т сажи, 15 кг пятиоксида ванадия, 2 г бенз(а)пирена.

Численные эксперименты, в результате которых рассчитывалась концентрация загрязняющих веществ, выполнялись в области площадью $68 \times 72 \text{ км}^2$ и высотой 3 км над поверхностью озера Байкал. Шаг расчетной сетки, в узлах которой рассчитывалась концентрация, по горизонтали составлял 500 м, по вертикали до высоты 300 м равнялся 50 м, до высоты 500 м — 100 м, до высоты 2000 м — 500 м, далее — 1000 м. Шаг по времени составлял 30 с. Фоновая концентрация молекулярного азота принималась равной $0,93 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$, молекулярного кислорода — $0,297 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$, водяного пара — $2,23 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$, молекулярного водорода — $10^{-7} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$. Фоновые концентрации загрязняющих веществ принимались равными нулю. Направление и скорость ветра, действующего в районе во время залпового выброса, приняты по данным метеостанций Южно-Байкальского региона (северо-западный ветер со скоростью $5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$). Рельеф региона был снят с шагом 500 м с топографических карт масштаба 1:100 000.

По результатам математического моделирования разработаны карты рассеивания выброшенных загрязняющих веществ над акваторией озера Байкал

для различных моментов времени после прекращения пожара. Распределение концентраций загрязняющих веществ в момент прекращения залпового выброса представлено на рис. 2.

Установлено, что продукты горения, подхваченные воздушными массами, распространились над озером Байкал, преодолев более 40 км достигли южного берега, где их дальнейшему распространению помешали горные массивы хребта Хамар-Дабан. Наибольшие концентрации оксида серы и азота, цианистого водорода, органических кислот, формальдегида, сероводорода, угарного газа, сажи, пятиоксида ванадия и бенз(а)пирена наблюдались около места пожара (см. рис. 2). Максимальные концентрации серной и азотной кислот, высших форм окисления соединений серы и азота наблюдались в районе между пос. Утулик и г. Байкальск, у склонов хребта Хамар-Дабан на расстоянии 25 км от места залпового выброса, что объясняется значительными временными затратами на их химический синтез.

Отмечены превышения предельно допустимых концентраций сажи ($8 \text{ ПДК}_{\text{м.р.}}$), сероводорода ($1,1 \text{ ПДК}_{\text{м.р.}}$), формальдегида ($2,4 \text{ ПДК}_{\text{с.с.}}$), уксусной кислоты ($1,8 \text{ ПДК}_{\text{с.с.}}$), пятиоксида ванадия ($1,5 \text{ ПДК}_{\text{с.с.}}$). Установлено, что в течение 4 ч с момента аварии в обширной области над водой, а также над южным побережьем озера Байкал вдоль линии остановочный пункт Мангутай—пос. Утулик—г. Байкальск—пос. Мурино существовала зона чрезвычайной экологической ситуации: существовала опасность отравления животных и людей цианистым водородом (известно, что в присутствии угарного газа — более $2,3 \text{ мкг} \cdot \text{м}^{-3}$ — даже малые концентрации цианидов — более $0,022 \text{ мкг} \cdot \text{м}^{-3}$ — могут быть смертельными).

В связи с тем, что залповый выброс произошел в период, когда поверхность Байкала была покрыта льдом (декабрь—май), основным путем поступления токсикантов в озеро являлось сухое осаждение. По нашим оценкам, на ледовый покров южной части озера площадью 1300 км^2 осело 860 кг сажи, 2,4 кг пятиоксида ванадия и 0,32 г бенз(а)пирена. В единицах приведенной массы¹ это составило соответственно 28 810, 792 и 4 усл. кг. После таяния льда эти массы загрязняющих веществ оказались в водоеме.

Сравнительная оценка загрязнения воздуха Южно-Байкальского региона в результате аварийного

¹ Приведенная масса — условная величина, позволяющая в сопоставимом виде отразить вредность или эколого-экономическую опасность всей суммы разнообразных загрязнений, поступающих в атмосферный воздух [24]. Рассчитывается по формуле, аналогичной приведенному ниже выражению (4).

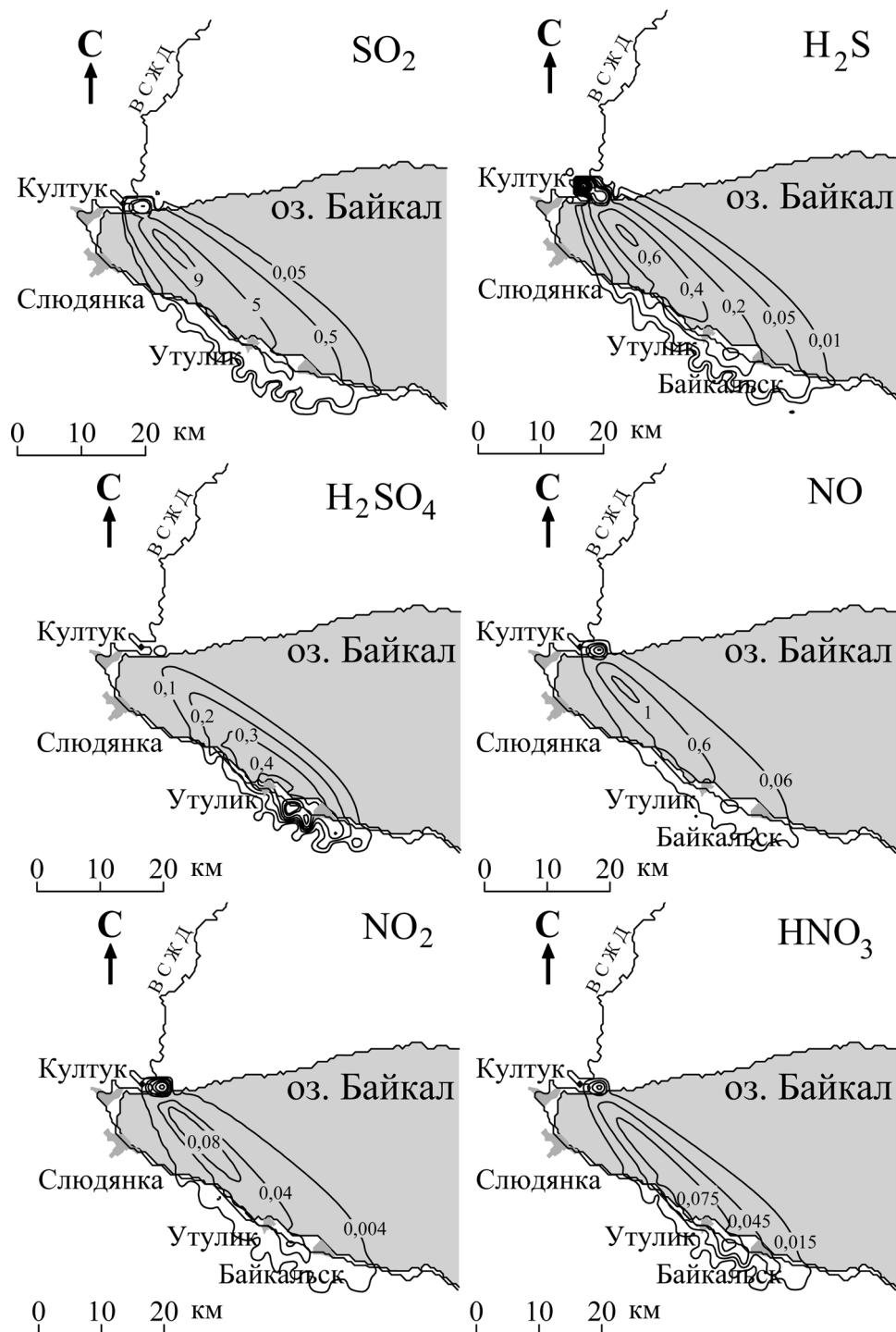
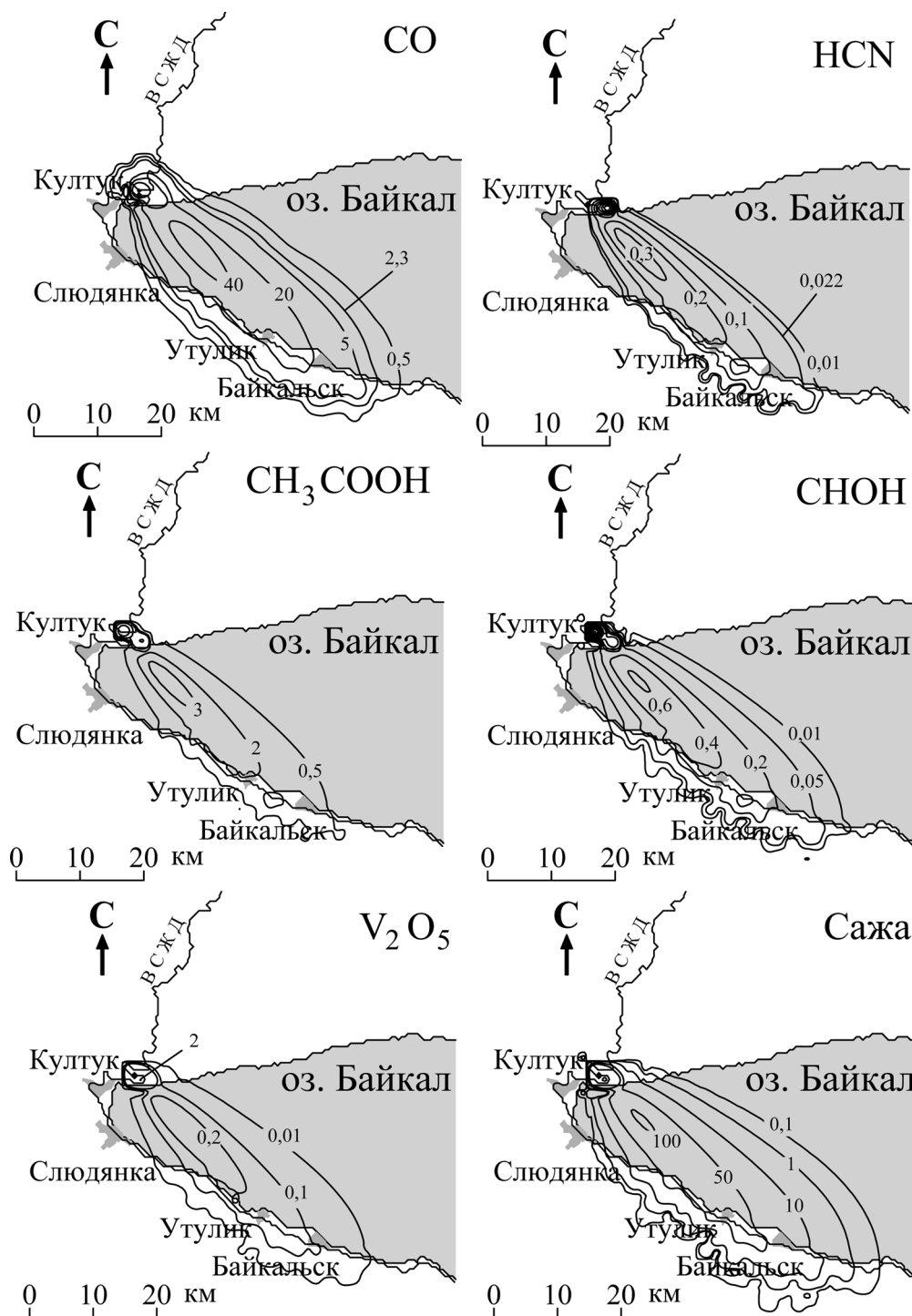


Рис. 2. Рассчитанные концентрации (в мкг/м^3) загрязняющих веществ в приземном слое воздуха



в момент прекращения залпового выброса



залпового выброса с загрязнением от выбросов промышленных объектов региона показала, что концентрации многих загрязняющих веществ в факеле аварийного залпового выброса многократно превышали концентрации в факеле промышленных выбросов: диоксида серы — в 10–20 раз, оксида азота — в 10–13 раз, диоксида азота — в 4–7 раз, серной кислоты — в 1,5–2 раза. Это свидетельствует о том, что аварийные залповые выбросы на железной дороге могут нанести больший вред экосистеме озера Байкал, чем промышленные источники.

3. Прогнозная оценка экологической опасности аварийных залповых выбросов

На основе модели [15–18] разработана методика оценки экологической опасности аварийных залповых выбросов в Южно-Байкальском регионе на железной дороге. В ее основе лежит оценка предлагаемого показателя экологической опасности (ПЭО) залповых выбросов, представляющего собой долю от общего количества выброшенных загрязняющих веществ, которая оказывается над поверхностью водоема, а значит, может попасть в него за счет процессов осаждения, газообмена, водной абсорбции, вымывания осадками и пр.

Для каждого y -го периода года и каждой r -й точки железной дороги ПЭО залпового выброса определяется по формуле:

$$\text{ПЭО}_{y,r} = \frac{x_{y,r}}{x_{\text{выбр}}}, \quad (1)$$

где $x_{y,r}$ — приведенная масса загрязняющих веществ, выброшенных в y -й период года от r -й точки и оказавшихся в приводном слое воздуха*, усл. кг; $x_{\text{выбр}}$ — общая приведенная масса выброшенных загрязняющих веществ, усл. кг. Значение $x_{y,r}$ рассчитывается по формуле [24]:

$$x_{y,r} = \sum_{i=1}^n m_{y,r,i} H_i, \quad (2)$$

где $m_{y,r,i}$ — масса выброшенного в y -й период года от r -й точки i -го оказавшегося в приводном слое воздуха загрязняющего вещества, кг; H_i — коэффициент эколого-экономической опасности i -го загрязняющего вещества [24].

Величина $m_{y,r,i}$ определяется на основе результатов численного моделирования согласно выражению:

$$m_{y,r,i} = \sum_{j=1}^k V_j C_{y,r,i,j} \varepsilon_j, \quad (3)$$

где V_j — объем j -го приводного столба воздуха**, м³; $C_{y,r,i,j}$ — концентрация выброшенного в y -й период года от r -й точки i -го загрязняющего вещества в j -ом приводном столбе воздуха, кг/м³; ε_j — доля V_j , находящаяся непосредственно над водой (0...1).

* Приводный слой воздуха — слой воздуха над водой высотой 50 м.

** Приводный столб воздуха — столб воздуха над водой высотой 50 м с основанием в виде квадрата, сторона которого равна горизонтальному шагу расчетной сетки.

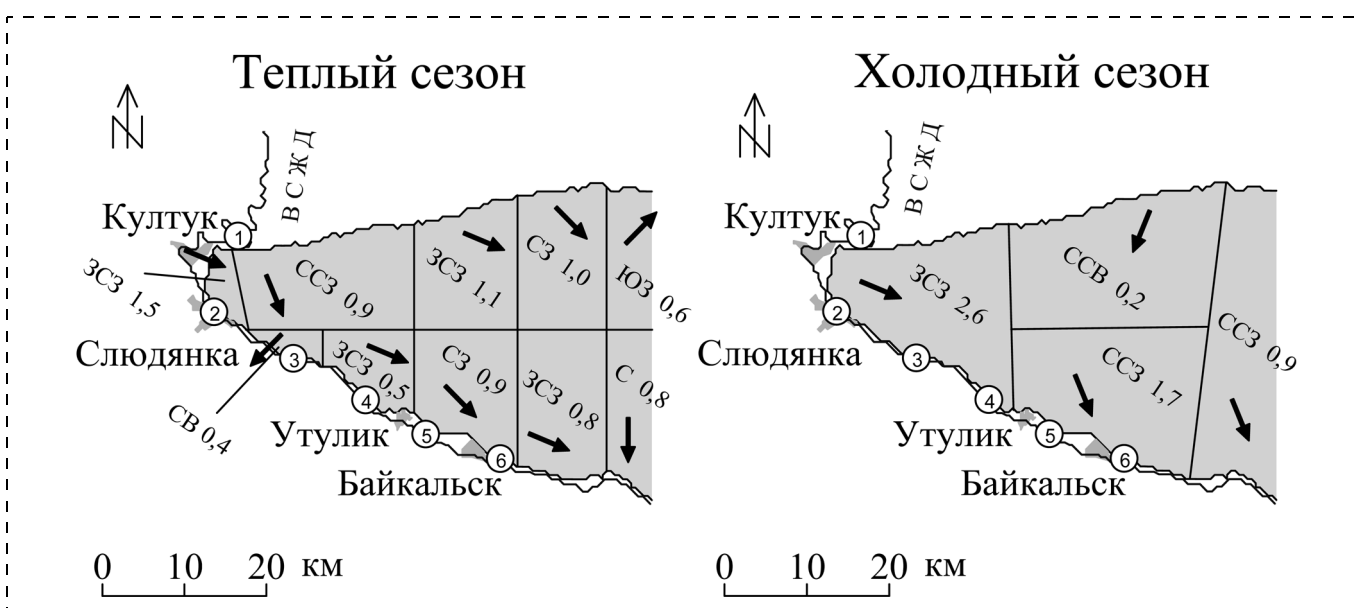


Рис. 3. Точки гипотетических аварий на Байкальском участке железной дороги:

①...⑥ — точки залпового выброса; цифры — скорость ветра (в м/с) по основным румбам

Значение $x_{\text{выбр}}$ вычисляется по следующей зависимости [24]:

$$x_{\text{выбр}} = \sum_{i=1}^n m_{\text{выбр}, i} H_i, \quad (4)$$

где $m_{\text{выбр}, i}$ — масса i -го выброшенного загрязняющего вещества.

Величина $m_{\text{выбр}, i}$ определяется по соотношению [25]:

$$m_{\text{выбр}, i} = m_{\text{выг}} K_i, \quad (5)$$

где $m_{\text{выг}}$ — масса выгоревших нефти и нефтепродуктов, кг; K_i — коэффициент эмиссии загрязняющих веществ при горении нефти и нефтепродуктов, $\text{кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ [25].

Чем больше загрязняющих веществ перейдет в приводный слой воздуха озера Байкал, тем больше будет опасность попадания экотоксикантов в водоем, и ПЭО примет большее значение.

При реализации предложенной методики распространение токсикантов в воздухе поочередно моделировалось для шести точек гипотетических аварий вдоль Южно-Байкальского участка железной дороги (рис. 3). При этом для всех точек масса выброшенных загрязняющих веществ $x_{\text{выбр}}$ была при-

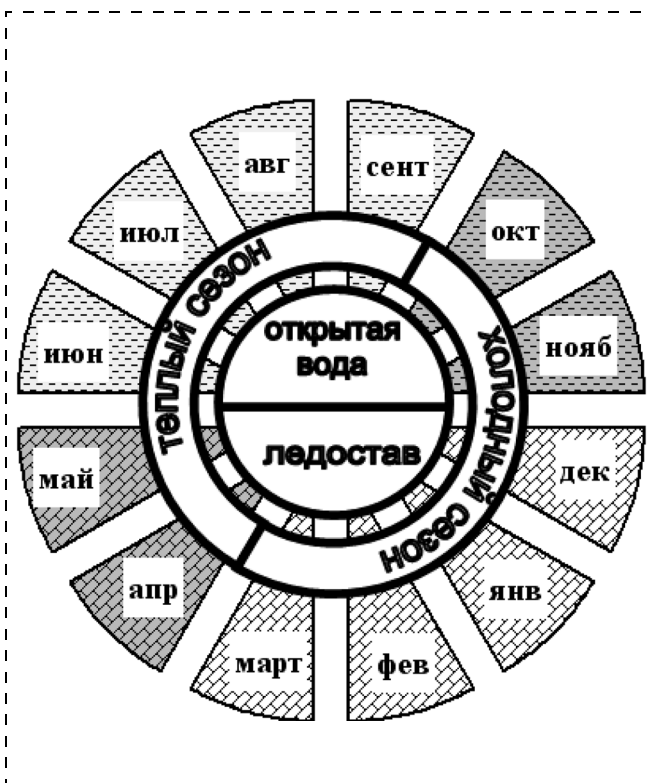


Рис. 4. Климатические периоды Южно-Байкальского региона

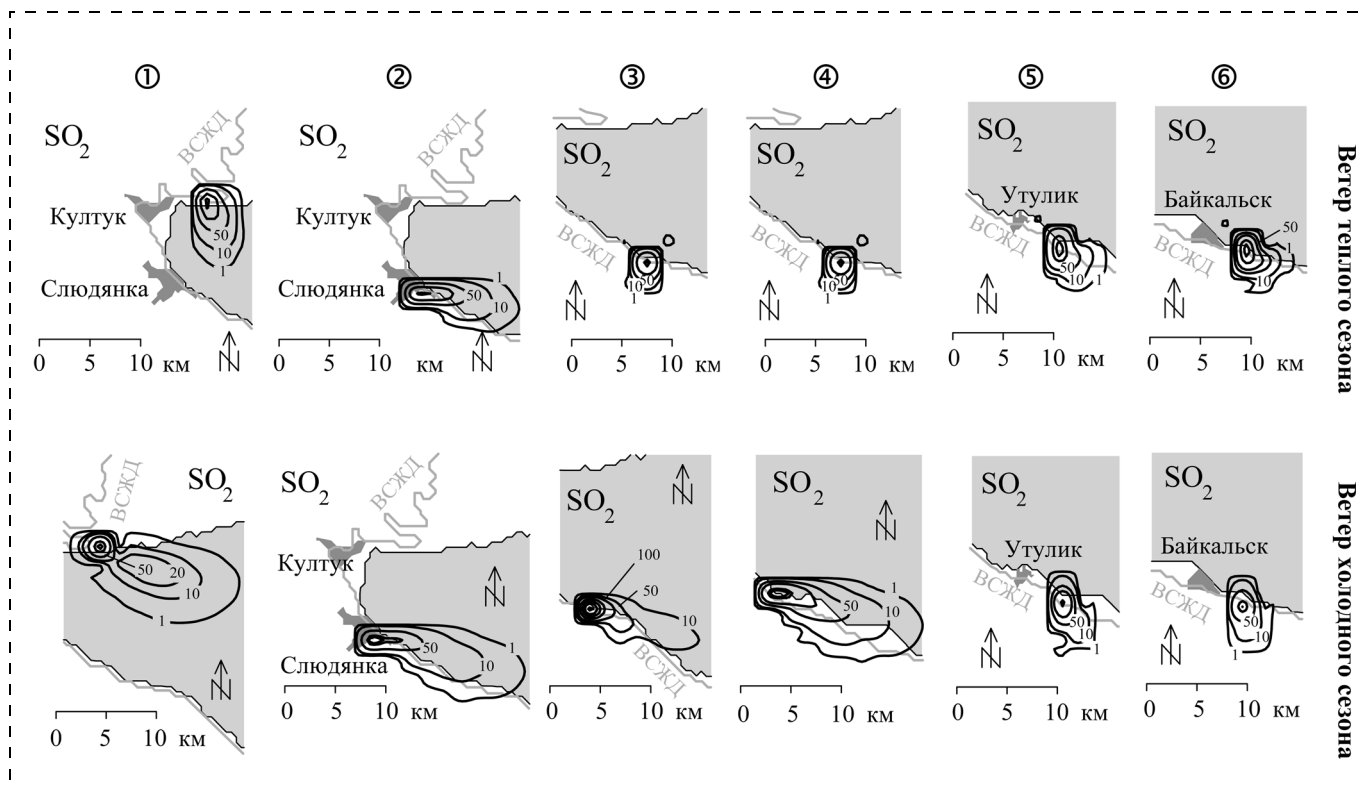


Рис. 5. Рассчитанные концентрации SO_2 (в $\text{мкг}/\text{м}^3$) в приводном слое воздуха Южно-Байкальского региона при залповом выбросе из различных точек вдоль железной дороги:

①...⑥ — точки залпового выброса



нята одинаковой (рассмотрен 1,5-часовой гипотетический пожар нефтяного разлива из одной четырехосной цистерны, при котором в воздух было выброшено 1,1 т диоксидов серы, 271 кг диоксидов азота, 39,3 кг цианистого водорода, 590 кг уксусной кислоты, 39,3 кг формальдегида, 39,3 кг сероводорода, 6,7 т сажи, 3 г бенз(а)пирена, 18,2 кг пятиоксида ванадия и 3,3 т оксида углерода).

Моделирование проводилось для теплого (апрель—сентябрь) и холодного (октябрь—март) ветровых сезонов (см. рис. 3), а также периодов ледостава (декабрь—май) и открытой воды (июнь—ноябрь). Таким образом, прогнозная оценка экологической опасности залповых выбросов была выполнена для шести точек железной дороги и четырех климатических периодов (рис. 4).

Таблица 1

Масса (кг) загрязняющих веществ, оказавшихся в приводном слое воздуха озера Байкал в период открытой воды

Ветровой сезон	Номер точки залпового выброса	SO ₂	NO ₂	HCN	CH ₃ COOH	CHON	H ₂ S	CO	Сажа	V ₂ O ₅	БП	NO	H ₂ SO ₄	HNO ₃	ПЭО, масс. доли
Теплый (VI—IX)	1	32,8	1,2	1,1	12,3	0,8	0,8	69,1	139,8	0,4	1 · 10 ⁻⁴	2,5	0,5	0,4	0,018
	2	39,9	0,6	1,4	14,8	1,0	1,0	82,7	167,4	0,5	1 · 10 ⁻⁴	3,8	1,0	0,5	0,021
	3	46,5	2,1	1,6	25,1	1,7	1,7	140,6	284,6	0,8	1 · 10 ⁻⁴	3,3	0,7	0,05	0,034
	4	58,0	1,9	2,0	31,5	2,1	2,1	176,2	356,6	1,0	2 · 10 ⁻⁴	4,7	1,0	0,6	0,043
	5	28,2	2,6	1,0	15,3	1,0	1,0	85,5	173,1	0,5	1 · 10 ⁻⁴	1,2	0,2	0,3	0,021
	6	99,6	5,8	3,5	54,1	3,6	3,6	303,1	613,4	1,7	3 · 10 ⁻⁴	5,8	1,4	1,1	0,074
Холодный (X—XI)	1	35,2	2,5	1,2	18,7	1,2	1,2	104,5	211,5	0,6	1 · 10 ⁻⁴	2,2	0,3	0,3	0,026
	2	101,5	5,0	3,6	54,9	3,7	3,7	307,4	6,22	1,7	3 · 10 ⁻⁴	6,9	1,3	1,1	0,075
	3	22,2	1,6	0,8	12,1	0,8	0,8	67,6	136,7	0,4	1 · 10 ⁻⁴	1,1	0,2	0,2	0,017
	4	4,4	0,2	0,2	2,4	0,2	0,2	13,4	27,1	0,1	1 · 10 ⁻⁵	0,3	0,04	0,04	0,003
	5	59,2	4,2	2,1	32,1	2,1	2,1	179,9	364,0	1,0	2 · 10 ⁻⁴	3,2	0,6	0,6	0,044
	6	24,4	1,5	0,9	13,3	0,9	0,9	74,3	150,4	0,4	1 · 10 ⁻⁵	1,5	0,2	0,2	0,018

Таблица 2

Масса (кг) загрязняющих веществ, оказавшихся в приводном слое воздуха и представляющих экологическую опасность для озера Байкал¹ в период ледостава

Ветровой сезон	Номер точки залпового выброса	HCN	CH ₃ COOH	Сажа	V ₂ O ₅	БП	H ₂ SO ₄	HNO ₃	ПЭО, масс. доли
Теплый (IV—V)	1	1,1	12,3	139,8	0,4	1 · 10 ⁻⁴	0,5	0,4	0,015
	2	1,6	25,1	284,6	0,8	1 · 10 ⁻⁴	0,7	0,5	0,031
	3	1,0	15,3	173,1	0,5	1 · 10 ⁻⁴	0,2	0,3	0,019
	4	1,2	18,7	211,5	0,6	1 · 10 ⁻⁴	0,3	0,3	0,023
	5	0,8	12,1	136,7	0,4	1 · 10 ⁻⁴	0,2	0,2	0,015
	6	2,1	32,1	364,0	1,0	2 · 10 ⁻⁴	0,6	0,6	0,040
Холодный (XII—III)	1	1,4	14,8	167,4	0,5	1 · 10 ⁻⁴	1,0	0,5	0,019
	2	2,0	31,5	356,6	1,0	2 · 10 ⁻⁴	1,0	0,6	0,039
	3	3,5	54,1	613,4	1,7	3 · 10 ⁻⁴	1,4	1,1	0,067
	4	3,6	54,9	622,1	1,7	3 · 10 ⁻⁴	1,3	1,1	0,068
	5	0,2	2,4	27,1	0,1	1 · 10 ⁻⁵	0,04	0,04	0,003
	6	0,9	13,3	150,4	0,4	1 · 10 ⁻⁴	0,2	0,2	0,016

¹ В период ледостава опасность представляют только аэрозоли, так как они в отличие от газовых примесей способны осажаться на ледовую поверхность, а значит попасть в озеро после вскрытия воды.

Изолинии концентраций токсичных соединений (на примере SO_2) в приводном слое воздуха Южно-Байкальского региона показаны на рис. 5. В табл. 1 и 2 представлены массы оказавшихся над водой загрязняющих веществ, соответственно, в период открытой воды и ледостава.

На рис. 6 представлена диаграмма изменения ПЭО аварийного залпового выброса вдоль Байкальского участка железной дороги. Из нее видно, что в период с октября по март наиболее экологически опасными являются залповые выбросы на участке между станциями Слюдянка II и Утулик (ПЭО в это время здесь в 3 раза и более выше, чем в другое время года). Наиболее тяжелые экологические последствия возникают на отрезке Буровщина—Ореховая падь. Также сравнительно высокие значения ПЭО принимает на перегоне Байкальск—Пассажирский—Байкальск в период с апреля по сентябрь. Залповые выбросы на участке Слюдянка II—Слюдянка I имеют значительный ПЭО* круглый год. Сравнительно безопасными являются залповые выбросы в период с октября по март на участке Бабха—Байкальск—Пассажирский.

В холодный ветровой сезон в приводный слой воздуха озера поступает в среднем 4,8 % приведенной массы выброшенных загрязняющих веществ, в теплый — 3,3 %, т. е. экологическая опасность залповых выбросов, а значит, и потенциальная опасность транспортирования нефти и нефтепродуктов в Южно-Байкальском регионе, в период с октября по март в 1,5 раза выше, чем в другое время года.

Заключение

Применение метода математического моделирования позволило рассмотреть сложные процессы распространения и трансформации загрязняющих веществ, выбрасываемых в результате аварий и пожаров нефтеналивных составов, отдельно от выбросов промышленных предприятий. Установлено, что в условиях реального пожара на станции Ангасолка возникали области с экстремально высокими уровнями загрязнения цианидами и другими особо опасными соединениями. Основная масса токсичных продуктов горения распространялась непосредственно над водной поверхностью озера Байкал.

Предложенная методика прогнозной оценки экологической опасности аварийных залповых вы-

* В период ледостава опасность представляют только аэрозоли, так как они в отличие от газовых примесей способны оседать на ледовую поверхность, а значит попасть в озеро после вскрытия воды.

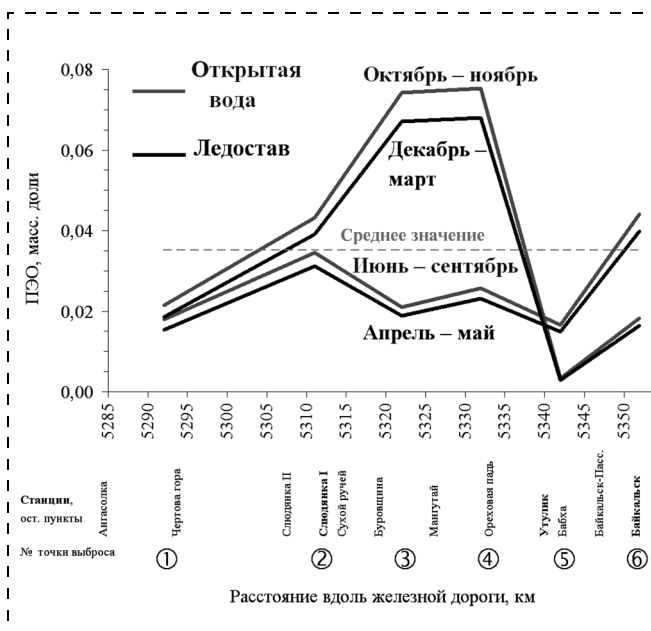


Рис. 6. ПЭО залповых выбросов вдоль железной дороги в Южно-Байкальском регионе:

①...⑥ — точки залпового выброса

бросов позволила выявить наиболее экологически уязвимые участки Южно-Байкальской трассы и предложить организационные мероприятия, направленные на снижение последствий возможных залповых выбросов:

1) устроить вдоль участков трассы от станции Слюдянка II до станции Утулик и на перегоне Байкальск—Пассажирский—Байкальск подъездные пути и противопожарный водопровод для скорейшего ввода в действие аварийно-восстановительных формирований;

2) в период с октября по март снизить максимальную разрешенную скорость движения нефтеналивных составов по Байкальскому участку железной дороги для уменьшения вероятности сходов с рельс и других нарушений безопасности, могущих привести к возникновению аварий и залповых выбросов.

Полученная диаграмма (см. рис. 6) позволяет прогнозировать экологическую опасность залповых выбросов при авариях любого масштаба. Так, если залповый выброс произойдет в y -й период года в r -й точке железной дороги, то над водной поверхностью Байкала окажется следующая приведенная масса загрязняющих веществ:

$$x_{y,r} = \text{ПЭО}_{y,r} \cdot x_{\text{выбр}}$$

где значение $\text{ПЭО}_{y,r}$ определяется по диаграмме на рис. 6.



Например, если залповый выброс произойдет в июле в районе остановочного пункта Чертова гора (ПЭО $\approx 0,02$) и при этом выгорит 10 цистерн с нефтью ($x_{\text{выбр}} = 390$ усл. т), то над поверхностью озера Байкал окажется 7,8 усл. т загрязняющих веществ.

Таким образом, решена актуальная проблема оценки экологической опасности аварийных залповых выбросов при пожарах нефтеналивных железнодорожных составов в Южно-Байкальском регионе и предложены превентивные организационные мероприятия по снижению их возможных экологических последствий.

Список литературы

1. Едигаров А. С. Численное моделирование аварий на хранилище сжиженного нефтяного газа высокого давления // Математическое моделирование. — 1995. — Т. 7, № 4. — С. 3—18.
2. Гостинцев Ю. А., Копылов Н. П., Рыжов А. М. и др. Численное моделирование конвективных движений над большими пожарами при различных атмосферных условиях // Физика горения и взрыва. — 1991. — Т. 27, № 6. — С. 10—17.
3. Артибякин А. А., Гришин А. Н., Долгов А. А. и др. Методика расчета выбросов химических компонентов в атмосферу при лесных пожарах // Сопряженные задачи механики и экологии. — Томск, 1996. — С. 18—19.
4. Копылов Н. П., Хасанов И. Р., Гостинцев Ю. А. Параметры атмосферных возмущений над пожарами и их влияние на полеты авиационной техники // Сопряженные задачи механики и экологии. — Томск, 1996. — С. 128—129.
5. Imasu R., Suda A., Matsuno T. Radiative Effects and Halocarbon Global Warming Potentials of Replacement Compounds for Chlorofluorocarbons // Journal of the Meteorological Society of Japan. — 1995. — Vol. 73. — № 6. — P. 1123—1136.
6. Rodhe H. A. Study of Sulphur Budget for the Atmosphere over Northern Europe // Tellus. — 1972. — Vol. 24. — № 2. — P. 128—137.
7. Анохин Ю. А., Остромогильский А. Х., Пословин А. Л. и др. Оценка антропогенного потока микроэлементов из атмосферы на зеркало озера Байкал // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. — Л.: Гидрометеиздат, 1981. — Т. IV. — С. 32—40.
8. Гальперин М. В. Модель для расчета дальнего трансграничного переноса соединений серы в атмосфере (выпадения и концентрации) // Труды ИПГ. — 1988. — Вып. 71. — С. 9—14.
9. Giorgi F. A Particle Dry-Deposition Parametrisation Scheme for Use in the Trace Transport Models // Journal of Geophysical Research. — 1986. — Vol. 91. — № D9. — P. 9794—9806.
10. Анохин Ю. А., Кокорин А. О., Прохорова Т. А. и др. Аэрозольное загрязнение атмосферы над озером Байкал и влияние на него промышленных источников // Мониторинг состояния озера Байкал. — Л.: Гидрометеиздат, 1991. — С. 44—50.
11. Марчук Г. И., Алоян А. Е. Математическое моделирование в задачах окружающей среды // Проблемы механики и некоторые современные аспекты науки. — М.: Наука, 1993. — С. 12—25.
12. Алоян А. Е., Загайнов В. А., Душников А. А. и др. Перенос трансформирующегося аэрозоля в атмосфере // Изв. АН СССР. Сер. Физика атмосферы и океана. — 1991. — Т. 27. — № 11. — С. 1232—1240.
13. Аргучинцев В. К. Численное моделирование распространения аэрозолей в пограничном слое атмосферы // Оптика атмосферы и океана. — 1994. — Т. 7. — № 8. — С. 1106—1111.
14. Кудрявцева Л. В., Устинова С. И. Мониторинг состояния Байкала и Прибайкалья. — Л.: Гидрометеиздат, 1991. — С. 86—92.
15. Аргучинцев В. К., Аргучинцева А. В., Макухин В. Л. Численное моделирование распространения твердых взвесей от промышленных предприятий в Южном Прибайкалье // География и природные ресурсы. — 1995. — № 1. — С. 152—158.
16. Аргучинцев В. К., Макухин В. Л., Оболкин В. А. и др. Исследование распространения соединений серы и азота в приводном слое озера Байкал // Оптика атмосферы и океана. — 1996. — Т. 9. — № 6. — С. 748—754.
17. Аргучинцев В. К., Макухин В. Л. Математическое моделирование распространения аэрозолей и газовых примесей в пограничном слое атмосферы // Оптика атмосферы и океана. — 1996. — Т. 9. — № 6. — С. 804—814.
18. Аргучинцев В. К., Куценогий К. П., Макухин В. Л. Экспериментальное исследование и численное моделирование аэрозолей и газовых примесей в атмосфере Южного Байкала // Оптика атмосферы и океана. — 1997. — Т. 10. — № 6. — С. 598—604.
19. Марчук Г. И. Методы вычислительной математики. — М.: Наука, 1980. — 534 с.
20. Тимофеева С. С., Макухин В. Л., Малыхин А. В. Моделирование процессов переноса и диффузии при пожарах на предприятиях нефтехимии // Вестн. Вост.-Сиб. ин-та МВД России. — 1999. — № 1. — С. 33—44.
21. Тимофеева С. С., Макухин В. Л., Малыхин А. В. Численное моделирование распространения углеводородов, выбрасываемых в атмосферу при пожарах на предприятиях нефтехимии // Вестн. ИрГТУ. — 1999. — № 7. — С. 5—8.
22. Тимофеева С. С., Сазонов А. А., Макухин В. Л. Моделирование процессов переноса продуктов горения при пожарах на промышленных предприятиях республики Хакасия // Математические и информационные технологии в энергетике, экономике, экологии. — 2003. — № 4. — С. 15—24.
23. Тимофеева С. С., Макухин В. Л., Седов Д. В. Исследование процессов переноса, диффузии и трансформации соединений серы, азота и цианидов, поступающих в атмосферу Южного Байкала при авариях с нефтеналивными составами на Восточно-Сибирской железной дороге // Вестник ИрГТУ. — 2006. — № 3. — С. 83—87.
24. Методика определения предотвращенного экологического ущерба: Утв. 30.10.1999 Председателем Гос. комитета РФ по охране окружающей среды. — М., 1999. — 71 с.
25. Методика расчета выбросов от источников горения при разливе нефти и нефтепродуктов: Введ. в действ. Приказом Гос. комитета РФ по охране окружающей среды от 05.03.1999 № 90. — М., 1999. — 110 с.

О новом межгосударственном стандарте "Безопасность металлообрабатывающих станков. Станки для лазерной обработки"

С 01.01.08 введен в действие ГОСТ ЕН 12626—2006 "Безопасность металлообрабатывающих станков. Станки для лазерной обработки". В предисловии к стандарту обращается внимание, что он идентичен европейскому стандарту ЕН 12626:1997.

В разделе "Область применения" указывается, что стандарт описывает факторы-источники опасности, которые сопровождают работу лазерного обрабатывающего оборудования, и определяет требования безопасности по лазерному излучению и вредным веществам, выделяемым при лазерной обработке.

Обращается внимание, что стандарт не распространяется на лазерные установки и устройства с использованием лазеров, применяемых в фотолитографии, стереолитографии, голографии, медицине, информационных технологиях.

В разделе "Нормативные ссылки" дается перечень документов ИСО, МЭК и ЕН, использованных в стандарте, а в разделе "Термины и определения" — их соответствующий перечень.

В разделе стандарта "Опасности" рассматриваются их виды, характерные для лазерного обрабатывающего оборудования, а также опасные и вредные производственные факторы, источником которых оно является.

Отдельно анализируются факторы, характеризующие среду рабочей зоны и внешние воздействия, которые могут быть источником опасности, в том числе для функционирования оборудования.

В разделе "Требования и меры безопасности" подчеркивается, что изготовитель должен обеспечивать безопасность лазерного обрабатывающего оборудования за счет:

- идентификации и анализа опасностей (оценки риска);
- проведения мероприятий, обеспечивающих безопасность;
- контроля выполнения требований безопасности;
- подготовки соответствующей информации для пользователя.

Разъясняется, что оценку риска следует проводить:

- а) для всех этапов жизненного цикла оборудования в соответствии с ИСО/ТО 12100-1;
- б) после каждого конструктивного изменения оборудования.

Она должна проводиться по всем указанным в стандарте факторам, особенно в опасных зонах, связанных с лазерной системой, ходом лазерного луча/системой наведения луча, зоной обработки.

Наибольший интерес представляет подраздел стандарта "Проведение мероприятий, обеспечивающих безопасность". Мероприятия определены отдельно для этапа лазерной обработки, технического обслуживания и настройки станков программирования и контроля программ. Рассматриваются требования безопасности к управлению пуском и остановкой оборудования, автоматическому отключению. Подробно комментируются требования к защитным блокировкам, к средствам защиты от

воздействия на работающих лазерного луча. Специальный подраздел посвящен защите от опасностей, вызываемых материалами и веществами в процессе обработки.

Отмечается, что во всех случаях основными принципами обеспечения безопасности является: устройство дистанционного управления, исключение попадания доступа в опасную зону лиц, не связанных с обеспечением работы оборудования; применение средств коллективной защиты от воздействия лазерного излучения (затворов, ограждений, поглотителей мощности, блокировок, отключающих лазерные системы при попадании людей в опасную зону). При этом предпочтение должно отдаваться многофункциональным средствам защиты (от нескольких опасностей).

В разделе "Проверка требований и мер безопасности" обращается внимание на необходимость соблюдения требований, установленных стандартом, в особенности касающихся наличия и размещения защитных устройств и устройств управления, что должно проверяться визуальным контролем, а надежность функционирования систем управления должна подтверждаться функциональными испытаниями, предписанными изготовителем, при этом методы измерения параметров лазерного излучения должны соответствовать МЭК 825-1.

В разделе "Информация для пользователя" отмечается, что кроме выполнения требований, установленных МЭК 204-1, МЭК 825-1, ИСО 11252 и ИСО/ТО 12100-2, изготовитель должен:

предоставлять покупателю/пользователю соответствующую документацию и данные, касающиеся требований безопасности, включая данные по конкретным методам поддержания оборудования в исправном состоянии и методам обслуживания;

информировать пользователя о его обязанности, организовать удаление дыма и летучих частиц твердых веществ из рабочей среды;

предоставлять информацию о предельно допустимых концентрациях частиц твердых веществ, которые выделяются при обработке; изготовитель, кроме того, должен предоставить общую информацию об устройствах для удаления указанных выше загрязняющих воздух рабочей зоны веществ;

предложить пользователю соответствующее обучение по вопросам безопасности;

в руководстве по эксплуатации предупредить пользователя о возможных опасностях.

Согласно стандарту в руководство по эксплуатации должны быть включены следующие обязательные для выполнения пользователем требования при работе на этом оборудовании:

- 1) указания МЭК 825-1 по защитным мерам от первичного лазерного излучения, в которых обращается внимание, что минимальным требованием для лиц, которые могут подвергаться воздействию при работе с лазером класса 3Б и 4, является ношение защитных изготовленных для соответствующей мощности и длины



волны лазерного излучения; 2) так как при некоторых видах обработки, например, сварке, может иметь место интенсивное ультрафиолетовое и видимое излучение, обязательным требованием в этом случае является использование соответствующих средств защиты для глаз (например, маска сварщика);

3) учитывая, что большинство процессов обработки материалов сопровождается выделением токсичных паров, газов и частиц обрабатываемых материалов (при обработке металлов могут появляться пары тяжелых металлов, при обработке пластмасс — ядовитые или опасные побочные продукты), минимальными требованиями перед началом такой обработки являются:

- знание характеристик подлежащих обработке материалов и возможных при этом побочных продуктов, а также возникающего из-за них риска для здоровья и, главное, необходимых предупредительных мероприятий;

- выполнение соответствующих мероприятий для предотвращения или контроля опасности, такие мероприятия требуют обычно надежной вытяжки газов из зоны обработки и их соответствующей очистки, прежде чем отработанные газы попадут в атмосферу;

- информация, инструктаж и обучение обслуживающего персонала для проведения необходимых предупредительных мероприятий для предотвращения реализации возможных опасностей;

- контроль взрывоопасности оборудования (при необходимости) и проведение проверки здоровья персонала в соответствии с законодательством;

- знание требований нормативной документации, которые должны выполняться при выбросе в атмосферу отработанных газов;

4) информация обслуживающего персонала об опасных напряжениях/токах, возникающих при эксплуатации лазера и соответствующего оборудования, в частности цепях питания лазерной системы, включающих в себя конденсаторы, которые и после отключения питания могут быть заряженными еще некоторое время.

Обязательным требованием в случае ремонта электроустановок является знание и соблюдение правил по электрической безопасности.

В заключительном разделе стандарта "Маркировка" устанавливаются следующие требования.

Табличка на оборудовании должна содержать:

- наименование и адрес изготовителя лазерного обрабатывающего оборудования;

- дату изготовления;

- вариант испытания или тип машины (если имеется) и серийный номер (если имеется);

- кроме того должна быть предупредительная надпись об опасности лазерного излучения, соответствующая МЭК 825-1;

- дополнительно к табличке на оборудование лазерное обрабатывающее оборудование должно иметь предостерегающие и предупредительные таблички (например, "ЭТА МАШИНА МОЖЕТ ВЫРАБАТЫВАТЬ ЯДОВИТЫЕ ДЫМЫ/ЧАСТИЦЫ"), размеры и положение этих табличек должны быть такими, чтобы они могли быть прочитаны за пределами опасной зоны, не подвергая кого-либо каким-либо опасностям.

Цвета, размеры и шрифт таблички должны соответствовать требованиям ИСО 3864.

В обязательном приложении А к стандарту сформулированы основные требования к защитным устройствам как активного, так и пассивного типа. В справочном приложении В дан подробный перечень основных веществ, которые могут выделяться при обработке керамики, металлов, при резке пластмасс, сварке, пайке и термообработке металлов, резке бумаги и дерева.

Кроме того, даны примеры опасностей от вторичных излучений при лазерной обработке, а также примеры механических и электрических опасностей. Рассматриваются наиболее распространенные недостатки конструкции машин и оборудования, подвергающихся воздействию лазерного излучения.

В справочном приложении С приведены примеры опасностей, не связанных с лазерным излучением, но которые должны быть обязательно учтены.

Представляется, что введение ГОСТ ЕН 12626—2006 "Безопасность металлообрабатывающих станков. Станки для лазерной обработки" позволит обеспечить требования охраны труда при использовании этого вида оборудования.

А. Ф. Козьяков, канд. техн. наук, проф.,
МГТУ им. Н. Э. Баумана

Учредитель ООО «Издательство "Новые технологии"»

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

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

Телефон редакции журнала (495) 269-5397, тел./факс (495) 269-5510, e-mail: bjd@novtex.ru, <http://novtex.ru/bjd>

Художник *В. Н. Погорелов*. Дизайнер *Т. Н. Погорелова*.

Технический редактор *Е. В. Конова*. Корректор *Т. В. Арбузова*.

Сдано в набор 09.04.08. Подписано в печать 27.05.08. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 6,86. Уч.-изд. л. 8,35. Заказ 494.

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

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Отпечатано в ООО "Подольская Периодика". 142100, Московская обл., г. Подольск, ул. Кирова, 15.