



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

8(140)
2012

Редакционный совет:

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

Главный редактор
РУСАК О. Н.

Зам. главного редактора
ПОЧТАРЕВА А. В.

Ответственный секретарь
ПРОНИН И. С.

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

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Бузановский В. А.** Технические средства и программное обеспечение для систем безопасности различного назначения 2
- Кирсанов В. В.** Градация аварийных ситуаций и другие аспекты промышленной безопасности опасных производственных объектов. 7
- Мясников В. Н., Ульянов А. И.** Метод прогнозирования профессиональных рисков 11
- Осмоловский Д. С., Асминин В. Ф.** Акустическая эффективность от применения вибродемпфирующих прокладок с сухим трением для снижения шума от пильного диска круглопильных деревообрабатывающих станков 14

БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

- Котельников В. В., Мартынюк В. Ф., Лысенко О. С.** Анализ травматизма и аварийности на лифтах 19

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Русак О. Е.** Экологизация процесса складирования отходов горного производства при ведении открытых горных работ. 23
- Тарасова Г. И., Павлова М. В.** Исследование возможности использования термолитного дефеката в качестве наполнителя в силикатные краски. 26

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

- Тихонов М. Н.** Уроки Фукусимы: проблемы и решения 29
- Илькухин Н. Ю., Вишневкин А. Б.** Статистическое моделирование процесса досмотра ручной клади и багажа пассажиров высокоскоростных поездов "Сапсан" с использованием установок нейтронного радиационного анализа 40

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

- Яковенко Н. В.** Питание населения Ивановской области как показатель состояния здоровья 43

ОБРАЗОВАНИЕ

- Горбачев С. В., Соломин В. П.** Формирование знаний о природных опасностях на основе приемов организационно-деятельностной интеграции в курсе ОБЖ 47
- Сурова Л. В.** Современные методы преподавания БЖД при подготовке бакалавров 53

Приложение: Степанчикова И. Г., Зайцев В. А. Актуальные вопросы обращения с медицинскими отходами

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

УДК 681.5

В. А. Бузановский, д-р техн. наук, ЗАО "Компания Безопасность", Москва
E-mail: vab1960@rambler.ru

Технические средства и программное обеспечение для систем безопасности различного назначения

Представлены результаты разработки технических средств и программного обеспечения, предназначенных для систем безопасности. Проанализированы структурные схемы систем безопасности, основанных на указанных технических средствах и программном обеспечении. Отмечена перспективность применения разработанных технических средств и программного обеспечения в системах безопасности различного назначения.

Ключевые слова: безопасность, система, техническое средство, программное обеспечение

Buzanovskii V. A. Devices and software for various safety systems

Development results of devices and software intended for safety systems are submitted. Block diagrams of safety systems based on these devices and software are analyzed. Prospect of developed devices and software for various safety systems is marked.

Key words: safety, system, device, software

Жизнедеятельность человека неразрывно связана с существованием угроз, отражающих как характер взаимоотношений между людьми, так и характер взаимодействия людей со средой обитания. Потенциальные угрозы довольно разнообразны. Ими являются наводнение, землетрясение, пожар, химическое или радиационное загрязнение, бактериологическое заражение, вооруженное нападение, воровство и т. п.

Естественно, что безопасность жизнедеятельности может быть обеспечена только при своевременном получении достоверной информации о возможности или факте возникновения той или иной угрозы, а также при реализации адекватных действий по ее устранению или ликвидации последствий. Эффективный способ достижения сказанного — широкое применение автоматизированных систем, которые в силу специфики их предназначения часто называют системами безопасности.

Подобно любой автоматизированной системе системы безопасности представляют собой совокупность взаимосвязанных технических средств, функционирующих согласно алгоритму, реализуемому посредством установленного программного обеспечения. При этом в зависимости от функциональной принадлежности технические средства указанных систем можно подразделить на четыре основные группы:

- датчики возникновения угроз;
- оборудование сбора и обработки получаемой информации;
- исполнительные механизмы, предназначенные для устранения угроз или ликвидации их последствий;
- вспомогательные устройства.

В свою очередь, среди датчиков систем безопасности можно выделить:

- считыватели идентификационных признаков людей, транспортных средств, товаров и т. д., поступающих, находящихся и (или) покидающих объект среды обитания;
- извещатели физического, химического и (или) бактериологического состояния объекта среды обитания как на территории этого объекта, так и по ее периметру;
- устройства аудио- и (или) видеонаблюдения за людьми, транспортными средствами, территорией и (или) периметром объекта среды обитания.

Очевидно, что датчики систем безопасности характеризуются чрезвычайным многообразием. Так, только пожарные извещатели могут фиксировать появление пламени, повышение температуры воздуха в помещении, образование в нем задымления и (или) формирование повышенного содержания угарного газа. Причем факт наступления перечисленных состояний может устанавливаться путем использования технических средств, основанных на различных методах обнаружения (оптических, электрохимических, ионизационных и т. п.).

Оборудование сбора и обработки информации объединяет интерфейсные устройства, микропро-

цессорные контроллеры, регистраторы, коммутаторы, а также компьютерное оборудование, включающее в себя один или несколько управляющих компьютеров и автоматизированных рабочих мест. Процедуры сбора и обработки информации (в частности управления исполнительными механизмами системы) определяются применяемым программным обеспечением.

Вместе с этим исполнительные механизмы систем безопасности также характеризуются многообразием. К данным устройствам относятся электро-механические и электромагнитные замки, электромагнитные защелки, механизмы привода ворот, турникетов и шлюзов, технические средства включения оборудования пожаротушения, вентиляции, звуковой и световой сигнализации, а также многое другое.

Вспомогательные устройства объединяют линии электропитания, линии связи между датчиками и оборудованием сбора и обработки информации, линии связи между оборудованием сбора и обработки информации и исполнительными механизмами. Обычно линии электропитания имеют проводное исполнение и содержат источники бесперебойного питания. Линии связи могут быть проводными, беспроводными или оптоволоконными. Кроме того, в ряде случаев линии связи могут дополняться устройствами грозозащиты.

Отметим, что несмотря на разнообразие возможных датчиков и исполнительных механизмов, соображения по рациональной унификации оборудования систем безопасности обуславливают целесообразность разработки немногочисленной номенклатуры устройств сбора и обработки информации, вспомогательных устройств, а также такого программного обеспечения, которые наряду с использованием серийно выпускаемого компьютерного оборудования позволяли бы создавать системы различного назначения.

Примером реализации данного подхода являются технические средства, разработанные специалистами ЗАО "Компания Безопасность" (контроллер ВАМ-128, интерфейсное устройство ВUI-X, устройство грозозащиты ВВР-1604), а также программный комплекс ВSW-4, предложенный программистами этой компании.

Контроллер ВАМ-128 предназначен для совместной работы с управляющим компьютером и 1...4 интерфейсными устройствами ВUI-X. Для подключения к компьютеру применяется порт RS-232 или RS-485, а для соединения с интерфейсными устройствами — 1...4 порта RS-485. Скорость информационного обмена между контроллером и компьютером может достигать 115 200 бод, а между контроллером и интерфейсными устройства-

ми — 4800, 9600, 19 200 и 38 400 бод. Электрическое питание осуществляется от сети переменного тока (напряжение 220 В, частота 50 Гц). Потребляемый электрический ток не превышает 0,2 А. Условия эксплуатации соответствуют диапазону температур 0...50 °С и диапазону относительной влажности воздуха от 0 до 95 %.

Интерфейсное устройство ВUI-X предназначено для совместной работы с контроллером ВАМ-128, датчиками и исполнительными механизмами. Для подключения к контроллеру используется порт RS-485. Для соединения с датчиками предусмотрено 16 входов, а с исполнительными механизмами — 8 релейных выходов. Электрическое питание осуществляется от сети переменного тока с напряжением 220 В и частотой 50 Гц. Потребляемая мощность не превосходит 40 Вт. Условия эксплуатации: диапазон температур от -30 до 50 °С и диапазон относительной влажности воздуха от 0 до 95 %.

Предусмотрены два режима функционирования устройства:

- 1) со считывателями идентификационных признаков, поддерживающими формат данных "Wiegand";
- 2) с извещателями, оснащенными "нормально замкнутыми" или "нормально разомкнутыми" контактами.

При этом в первом режиме устройство может управлять работой до четырех преграждающих устройств (дверей, ворот, турникетов), а во втором режиме — получать информацию о состоянии 1...16 совокупностей (шлейфов) извещателей.

Устройство грозозащиты ВВР-1604 предназначено для защиты интерфейсного устройства ВUI-X от высоковольтных перегрузок при разрядах молнии. Данное устройство подключается к датчикам, интерфейсному устройству и защитному заземлению. Для функционирования устройства грозозащиты не требуется электрического питания. Условия эксплуатации соответствуют диапазону температур от -50 до 50 °С и диапазону относительной влажности воздуха от 0 до 95 %.

Программный комплекс ВSW-4 обеспечивает:

- диагностирование режимов работы считывателей идентификационных признаков, извещателей, видеокамер, исполнительных механизмов преграждающих устройств, средств пожаротушения, вентиляции, сигнализации, оповещения и т. д.;
- сбор, протоколирование и отображение информации от перечисленных датчиков, а также управление названными исполнительными механизмами;



- формирование ретроспективных отчетов, учет персонифицированных разрешений на прохождение через преграждающие устройства, протоколирование действий пользователей системы. Программный комплекс BSW-4 имеет три составляющие — ядро, драйверы и приложения.

Ядро программного комплекса содержит базу данных и программные компоненты, устанавливаемые на управляющие компьютеры, выполняющие функции серверов. В базе данных хранится информация о пользователях, составе и настройках оборудования, а также алгоритмах функционирования системы. Помимо этого в базе данных осуществляется централизованное хранение протоколов информации от датчиков, протоколов действий пользователей системы и персонифицированной информации о разрешениях на прохождение через преграждающие устройства. В свою очередь основными функциями программных компонентов серверов являются авторизация пользователей системы, маршрутизация информации между драйверами и приложениями, протоколирование информации от датчиков, а при использовании в системе нескольких серверов еще и синхронизация данных между ними.

Драйверы программного комплекса обеспечивают взаимодействие ядра с датчиками и исполнительными механизмами системы посредством входящих в ее состав контроллеров, интерфейсных устройств и видеорегистраторов. При этом драйверы выполняют загрузку информации о датчиках и исполнительных механизмах, контроль их работоспособности и отправку в ядро информации об установленных режимах работы, принимают и передают в ядро информацию от датчиков, а также получают из ядра и пересылают в контроллеры и видеорегистраторы команды управления исполнительными механизмами.

Приложения программного комплекса являются программными компонентами автоматизированных рабочих мест. Каждое приложение используется для решения определенного вида задач. В частности приложение "Администратор" формирует описание компьютеров системы и настройки полномочий ее пользователей. Приложение "Конфигуратор" создает справочник периферийного оборудования системы (датчиков,

исполнительных механизмов, контроллеров, интерфейсных устройств, видеорегистраторов), позволяет определять режим работы этого оборудования и загружать требуемые настройки в контроллеры и видеорегистраторы. Приложение "Аналитик" отображает информацию от датчиков и состояние исполнительных механизмов системы в реальном масштабе времени, обеспечивая в случае необходимости возможность автоматизированного управления исполнительными механизмами. Приложение "Журнал событий" подготавливает ретроспективные отчеты о состоянии датчиков и исполнительных механизмов, а также о действиях пользователей системы. Приложение "Бюро пропусков" учитывает и управляет персонифицированными разрешениями на прохождение через преграждающие устройства.

Рассмотренные технические средства и программное обеспечение позволяют создавать системы безопасности с различными структурными схемами.

Система безопасности типа 1 (рис. 1). В состав данной системы входит один управляющий ком-

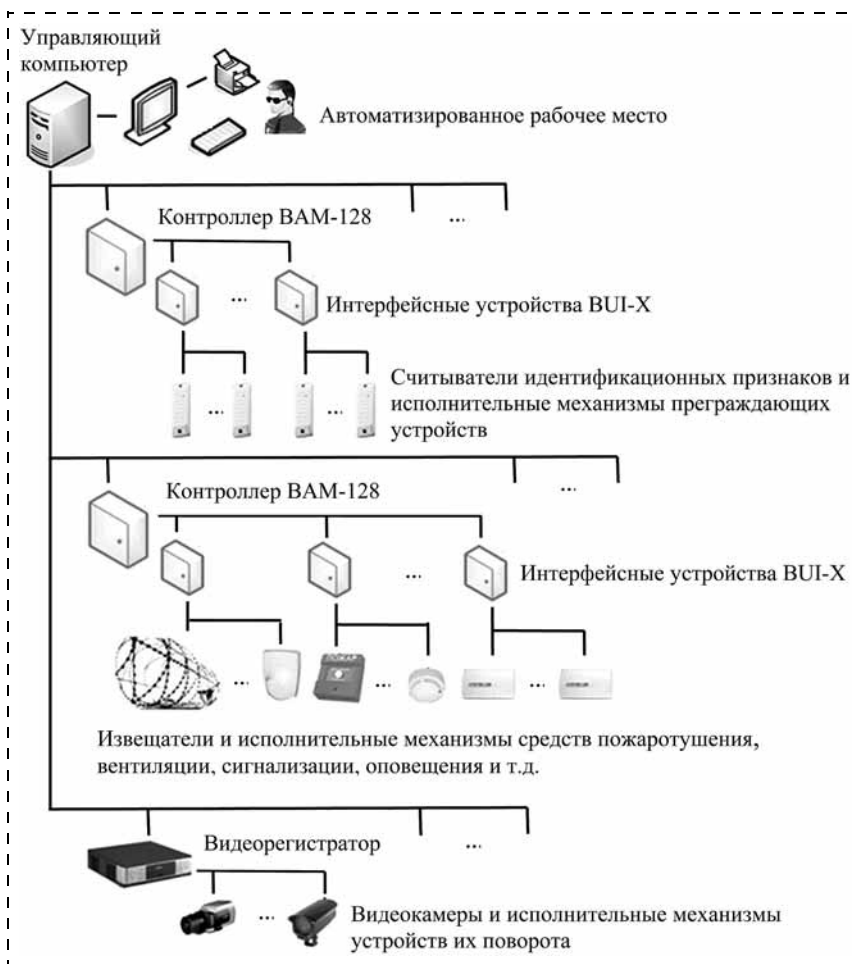


Рис. 1. Структурная схема системы безопасности типа 1

пьютер, который подключается к контроллерам ВАМ-128, соединенным через интерфейсные устройства ВUI-X со считывателями идентификационных признаков, извещателями, исполнительными механизмами преграждающих устройств, средств пожаротушения, вентиляции, сигнализации, оповещения и т. д., а также к видеорегистраторам, связанным с видеокерами и исполнительными механизмами устройств их поворота. Кроме того, на базе этого компьютера организуется и автоматизированное рабочее место. Программное обеспечение компьютера включает базу данных, программные компоненты сервера, драйверы и приложения, входящие в программный комплекс BSW-4.

Система позволяет фиксировать разнообразную информацию и при возникновении потенциальных угроз автоматически (автоматизированно) предпринимать адекватные действия по их устранению. Однако при наличии в системе значительного числа территориально распределенных датчиков и исполнительных механизмов общая протяженность проводных линий связи между управляющим компьютером и контроллерами ВАМ-128 или видеорегистраторами становится весьма ощутимой. Указанное обстоятельство существенно увеличивает стоимость монтажа системы, а также осложняет проведение ее технического обслуживания.

Система безопасности типа 2 (рис. 2). В отличие от системы типа 1 в состав этой системы входит несколько компьютеров — сервер и управляющие компьютеры, объединенные в локальную вычислительную сеть. На базе сервера организуется автоматизированное рабочее место, а к управляющим компьютерам подключаются контроллеры ВАМ-128 и видеорегистраторы, связанные с соответствующими датчиками и исполнительными механизмами системы. Программное обеспечение сервера составляют база данных, программные компоненты сервера и программные компоненты приложений, а программное обеспечение управляющих компьютеров — драйверы программного комплекса BSW-4.

Размещение управляющих компьютеров вблизи контроллеров ВАМ-128 и видеорегистраторов при-

водит к сокращению протяженности проводных линий связи и, следовательно, позволяет ликвидировать названный потенциальный недостаток системы типа 1. В то же время подобно системе типа 1 система типа 2 имеет только одно автоматизированное рабочее место, вследствие чего практически не дает возможности одновременно работать с несколькими приложениями.

Система безопасности типа 3 (рис. 3). Отличие данной системы от системы типа 2 заключается в организации дополнительных автоматизированных рабочих мест на базе управляющих компьютеров. В этом случае программное обеспечение сервера состоит из базы данных, программных компонентов сервера и программных компонентов одного из приложений, а программное обеспечение управляющих компьютеров — из соответствующих драйверов и программных компонентов других приложений программного комплекса BSW-4. Естественно, что такое структурное решение фак-

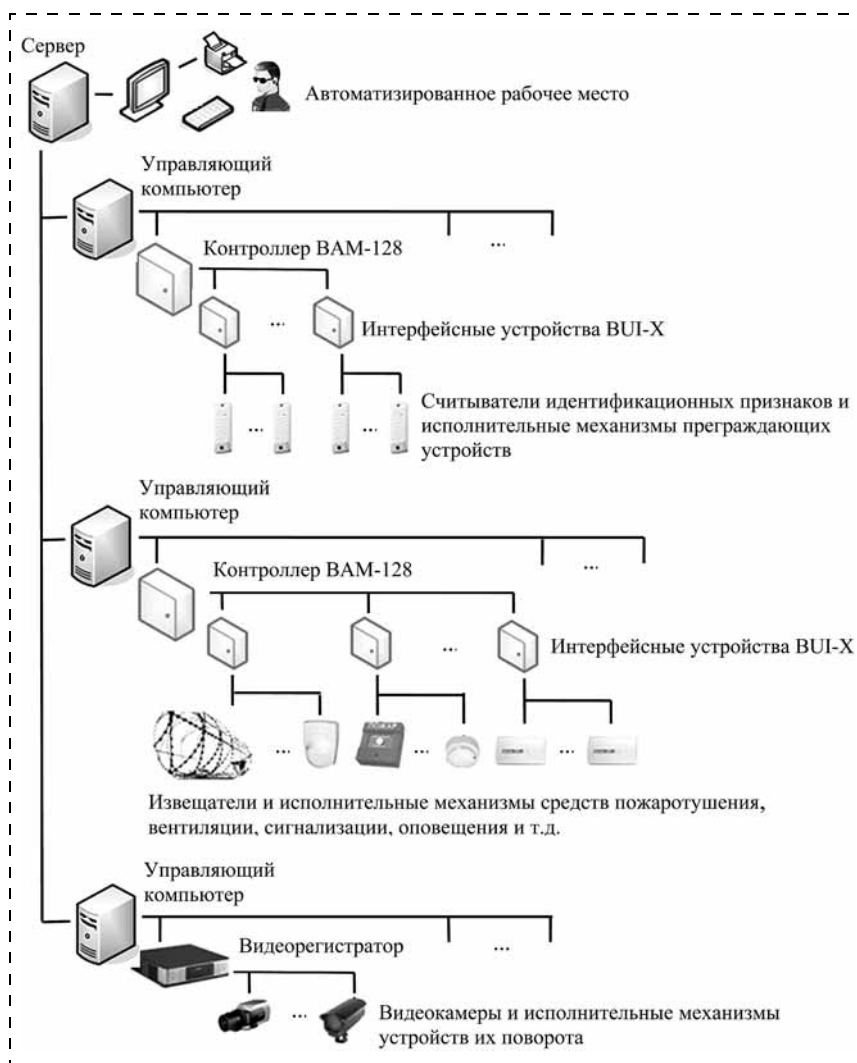


Рис. 2. Структурная схема системы безопасности типа 2



Рис. 3. Структурная схема системы безопасности типа 3

тически ликвидирует ранее указанный недостаток систем типа 1 и 2.

Система безопасности типа 4 (рис. 4). При целесообразности использования сервера и управляющих компьютеров только для решения специализированных задач в состав системы вводятся автономные автоматизированные рабочие места. Названные места организуются на базе компьютеров, которые вместе с сервером и управляющими компьютерами объединяются в локальную вычислительную сеть. Программное обеспечение сервера

составляют база данных и программные компоненты сервера, программное обеспечение управляющих компьютеров — драйверы, а программное обеспечение компьютеров автоматизированных рабочих мест — программные компоненты приложений программного комплекса BSW-4.

Заметим, что каждая из представленных систем может эксплуатироваться не только автономно, но и являться составной частью территориальной системы безопасности. В этом случае сервер одной из систем дополнительно выполняет функции сервера территориальной системы, осуществляя информационный обмен с серверами остальных систем при синхронизации данных обмена посредством соответствующих программных компонентов программного комплекса BSW-4.

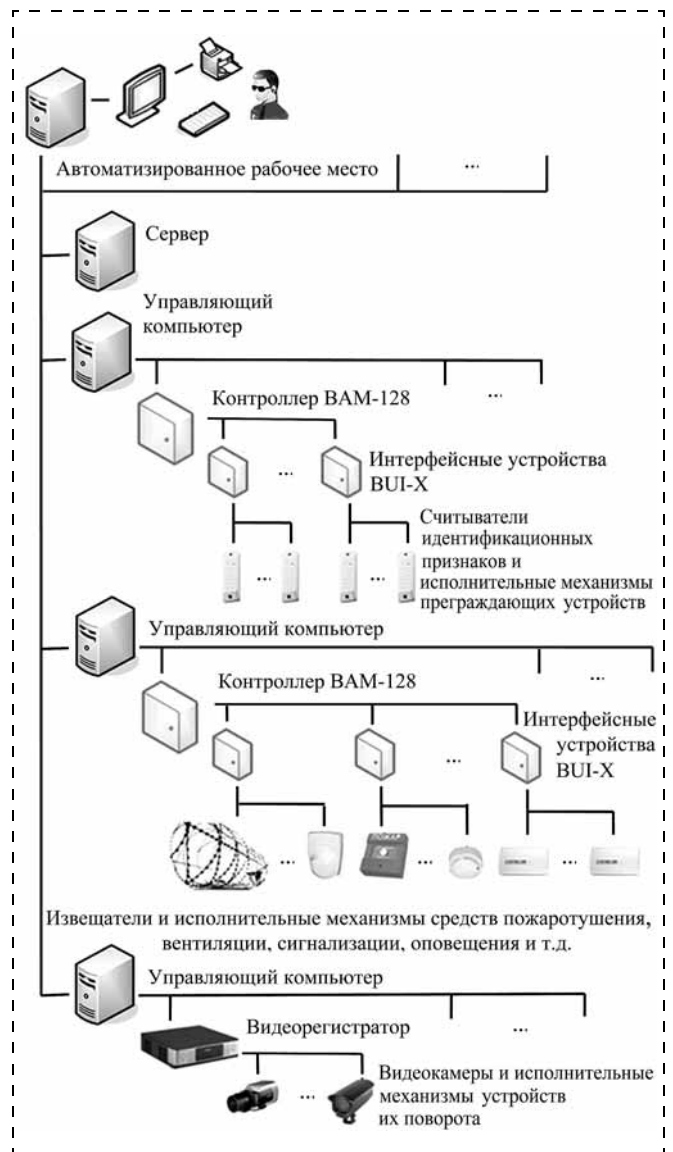


Рис. 4. Структурная схема системы безопасности типа 4

В заключение подчеркнем, что на основе рассмотренных структурных схем могут быть созданы как специализированные системы, предназначенные для обеспечения лишь отдельных сторон безопасности жизнедеятельности (например, пожарной безопасности, технологической безопасности, безопасности труда, экологической безопасности и т. д.) [1, 2], так и интегрированные системы, реализующие комплексный подход к обеспечению безопасности объектов среды обитания. Причем перечень указанных объектов, а также виды задач по обеспечению безопасности являются практически неограниченными.

Сказанное свидетельствует об универсальности технических средств и программного обеспечения, разработанных в ЗАО "Компания Безопасность", а также о перспективности их применения в системах безопасности различного назначения.

Список литературы

1. Бузановский В. А. Системы безопасности (физико-химические измерения) // Безопасность жизнедеятельности. — 2009. — № 5. — С. 2–7.
2. Бузановский В. А. Системы безопасности на основе физико-химических измерений // Безопасность труда в промышленности. — 2008. — № 8. — С. 35–39.

УДК 658.382.3

В. В. Кирсанов, д-р техн. наук, проф., Казанский национальный исследовательский технический университет — КИТУ-КАИ, Казанский авиационный институт
E-mail: valeeva_zarinka@mail.ru

Градация аварийных ситуаций и другие аспекты промышленной безопасности опасных производственных объектов

Рассмотрена расширенная шкала оценок нерегулируемых производственных ситуаций, позволяющая адекватно оценить отклонение в технологическом процессе и минимизировать трансформирование отклонения в инцидент и далее в аварию. Показаны недостатки организации производственного контроля, проводимого службами (отделами) охраны труда на опасных объектах.

Ключевые слова: промышленная безопасность, авария, инцидент, производственный контроль, охрана труда, технологический процесс, взрывоопасность

Kirsanov V. V. Grading of emergencies and other aspects of industrial safety of hazardous production facilities

The paper presents an extended grading scale unregulated work situations, allowing to adequately assess the deviation in the process and minimize the deviations in the transformation of the incident and then in an accident. Showing disadvantage in production control carried out by agencies (departments) of occupational safety at dangerous sites.

Keywords: industrial safety, accident, incident, production control, labor protection, process, explosiveness

Размытость границ определений нештатных ситуаций на опасных объектах — аварий и инцидентов, данных в Федеральном Законе "О промышленной безопасности опасных производственных объектов", № 116-ФЗ от 21. 07.1997 г. (далее Закон) [1], затрудняет градацию случающихся отклонений на производстве, что, как показывает опыт работы автора в качестве руководителя службы промышленной безопасности крупного химического предприятия, иногда способствует классификации аварии как инцидента и негативно отражается на профилактике аварийности.

Неопределенность и декларативность при определении категорий "авария" и "инцидент" на опасных производственных объектах, данных в упомянутом выше Законе, не только не способствует объективной идентификации возникающих на производстве нештатных ситуаций, но и в большинстве случаев практического применения данного Закона не выполняет главную цель технического расследования на всех его стадиях — определение состава комиссии, проведение расследования с использованием технических средств диагностирования, привлечение независимых экспертов по соответствующим направлениям, определение организационно-технических причин возникновения, разработка соответствующих реабилитационных



и превентивных мероприятий и пр. — профилактики повторения подобных нарушений.

К категории "авария" в соответствии с Законом относится разрушение технических устройств, а к инциденту — повреждение технических устройств [1]. Возникает вопрос, где границы между разрушением и повреждением, кто и на основании какого нормативно-технического документа определит различие разрушения от повреждения? Какой критерий необходимо взять в качестве основополагающего при идентификации разрушения и (или) повреждения — количество выброшенных опасных веществ; временной критерий, требуемый на восстановление, реконструкцию, капитальный ремонт или монтаж; стоимостной (затраты на восстановление и недополученная прибыль); технологически обусловленный критерий, определяемый функциональным назначением аврийного объекта в технологическом процессе; учитывающий все перечисленные критерии и какие-либо другие?

В реальной производственной деятельности повреждение или разрушение сложных технических устройств, например, многоступенчатого поршневого компрессора высокого давления по всем перечисленным выше критериям будет значительно превышать по тем же критериям разрушение более простого устройства (например, регулирующего клапана).

Критерием отнесения нештатной ситуации к категории "авария" авторы Закона посчитали выброс опасных веществ. Действительно, выброс опасных веществ негативно влияет на здоровье, жизнь людей и на состояние окружающей среды. Но выброс опасных веществ в существующей терминологии относится к химическим факторам. Кроме опасных химических веществ, есть физические опасные факторы воздействия (шум, вибрация, электромагнитные и радиационные излучения) и биологические, сверхдопустимое воздействие которых сопровождается в той или иной степени практически любую аварию.

Кроме того, в приложениях № 1, 2 к Закону указаны не все обращающиеся на производственных объектах химические вещества, прежде всего — чрезвычайно опасные вещества или вещества 1-го класса опасности. Более того, мерой отрицательного воздействия выбран только летальный исход, в то время как выброс, в результате которого возможно профессиональное заболевание (хроническое отравление) людей, в Законе проигнорирован, — видимо авторы посчитали, что хроническое отравление не входит в сферу "жизненно важных интересов личности", как это сформулировано в определении промышленной безопасности, данном в Законе.

Отказ или повреждение технических устройств, отклонение от режима технологического процесса, нарушение нормативных технических документов (к которым относится технологический регламент и рабочие инструкции) в соответствии с Законом является инцидентом. Но любому производственнику понятно, что перечисленные выше критерии вызывают отклонения (сбои) в технологическом процессе, которые в свою очередь сопровождаются сверхрегламентными выбросами (сбросами) жидких, твердых, газообразных токсичных веществ, а также физическими и биологическими факторами. Соответственно, указанную ситуацию, связанную с выбросами опасных веществ, с равным успехом (если не определены количественно выбросы) можно отнести к категории "авария".

В целом Закон распространяется только на то, что связано с авариями, так как трактует промышленную безопасность как "состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий и их последствий" [1]. Непонятно, что подразумевали авторы Закона под "жизненно важными интересами" и как "интересы" можно определить и измерить? Разъяснения этого, как, впрочем и многого другого, "рамочно" прописанного в Законе, в последующих нормативно-технических документах нет.

Инциденты и аварии являются одной неразрывной цепочкой негативных производственных ситуаций, одно звено которой (авария) является логическим, технологически обусловленным завершением предыдущего нештатного события (инцидента), если своевременно не принять для локализации инцидента превентивных организационно-технических мер.

Неконкретность определения категорий "авария" и "инцидент" на практике приводит к тому, что производственники практически всегда пытаются нештатную ситуацию с явными признаками аварии классифицировать как инцидент. Позиция же надзорных органов (Ростехнадзора) в основном определяется показателями отчетности по аварийности на поднадзорных предприятиях региона за текущий год в сравнении с аналогичным предшествующим периодом. Если количество аварий в текущем периоде больше, чем в прошлом году, то производственники могут рассчитывать с большой долей вероятности на то, что нештатную ситуацию им придется самим расследовать как инцидент без участия представителей Ростехнадзора.

При переходе к системе ведения хозяйства, ориентированной на экономическую самостоятельность предприятий, реализуется общая тенденция государства представить максимальную независимость предприятиям и в области промышленной безопасности.

В качестве подтверждения самостоятельного выбора технических параметров при проектировании, монтаже, эксплуатации, реконструкции, ремонте конкретных процессов, насосно-компрессорного, емкостного, трубопроводного оборудования, систем контроля и управления, противоаварийной защиты можно привести Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств (ПБ 09—170—97) [2], особенностью которых в отличие от ранее действующих аналогичных правил является: а) отсутствие в большинстве случаев численных ограничений (значений) параметров технических устройств и технологических процессов на всех стадиях производственного цикла; б) обилие ссылок типа "как правило", "в необходимых случаях", "рекомендуется", дающих свободу выбора производителям и оценки правильности этого выбора надзорными органами только при расследовании уже случившейся аварии с разрушающими и травматическими последствиями.

Рост аварийности и травматизма в последние годы на опасных производственных объектах в стране подтверждает преждевременность предоставления максимума самостоятельности работодателям в области определения потенциальной опасности объектов и приоритетности профилактических мероприятий для обеспечения промышленной безопасности, для подтверждения чего можно привести следующие аргументы:

— психологическая и непрофессиональная неготовность большинства руководителей предприятий (организаций) к самостоятельному и оптимальному решению безопасной эксплуатации сложных технических устройств и технологических процессов, обусловленная, прежде всего, возникшим противоречием между ситуацией, в которой оказались предприятия, спроектированные по жестким доперестроечным нормативам, регламентирующим эксплуатацию процессов и устройств в соответствии с предписанными детализированными правилами, проектами и регламентами, с одной стороны, и неконкретными, "размазанными", современными нормативно-правовыми актами, отсутствием в них адаптированности ("привязки") к конкретным опасным производствам и условиям их эксплуатации, с другой стороны;

— выделение денежных средств по остаточному принципу на оснащение технологических процессов (блоков) современными противоаварийными системами защиты и автоматизированным управлением (у большинства предприятий среднего и абсолютного большинства предприятий малого бизнеса таких денежных средств просто нет);

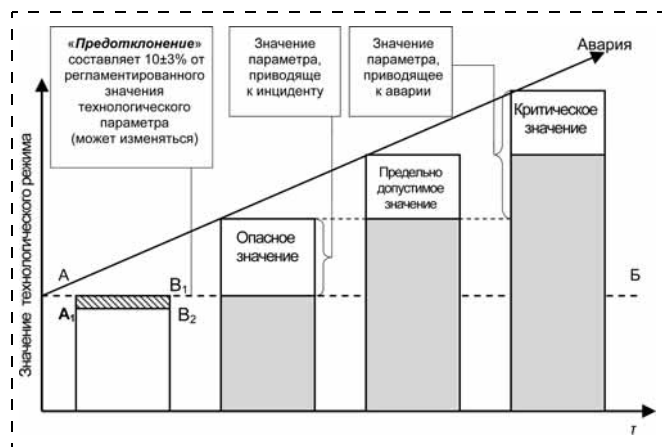
— количественная оценка взрывоопасности технологических блоков большинства предприятий

страны производится на основании расчетов по методике, изложенной в Общих правилах взрывобезопасности для взрывопожароопасных, химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств (далее Общие правила), которую не представляется возможным считать объективной для последующего категорирования блоков, так как, например: невозможно определить соотношение жидкой и парогазовой фазы в динамике для отдельных технологических аппаратов; многие коэффициенты и показатели, применяемые в методике (коэффициенты теплопередачи, тепловой активности, учитывающие гидродинамику потока, показатели адиабаты и др.), данные для расчета (скорости теплопритока, истечения, массы жидкой фазы, испарившейся за счет теплопередачи и т. д.) условны и имеют большой диапазон значений, что легко позволяет перекалificarовать блок из максимально опасной категории в минимально опасную; требования указанных Общих правил к оснащению техническими мерами безопасности к блокам разной категории взрывоопасности совершенно разные;

— отсутствие на предприятиях квалифицированных инженеров по промышленной безопасности, способных осуществлять эффективный производственный контроль, направленный на выявление и профилактику наиболее опасных стадий технологического процесса и ненадежных технических устройств.

Согласно ст. 11 Закона организация и осуществление производственного контроля (ПК) за соблюдением промышленной безопасности возложена на сами предприятия. Функции ПК осуществляют работники службы (отдела) по промышленной безопасности (или — охраны труда). Вполне объяснимо, что ПК превратился в профанацию положительной по замыслу идеи, так как проводится работниками по охране труда, зачастую не владеющими знанием и опытом практической эксплуатации технологических процессов, технических устройств. По сути, ПК сводится, в лучшем случае, к фиксации малозначительных нарушений по охране труда, не имеющих отношения к реальной потенциальной промышленной опасности технологических установок, кроме того, своевременному представлению "красивых" отчетов в надзорный орган.

Для исключения существующей неразберихи с промышленной безопасностью, одной из причин которой является и ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" № 116-ФЗ от 21.07.1997, давно назрела необходимость внести в данный Закон изменения и дополнения (желательно привлечь к участию в редактировании и к обсуждению редакции Закона соот-



Стадии развития нештатной ситуации

ветствующих специалистов-практиков, знающих специфику опасных объектов не только из учебников и официальных отчетов).

Кроме того, предлагается система оценки производственных ситуаций [4], основанная на отнесении к определенному уровню нештатной ситуации в зависимости от: а) значения технологического параметра, предшествующего ситуации; б) масштабов происшествия (границ распространения); в) последствий воздействия на окружающую среду, определяемых экологическим мониторингом; г) воздействия на людей и опасные объекты.

Предложена новая градация ситуации, предшествующей инциденту, — предотклонение — значение технологического параметра ниже верхнего значения, предусмотренного технологическим регламентом, на $10 \pm 3\%$, (отклонение $\pm 3\%$ зависит от класса опасности токсичного вещества и других факторов конкретного производства и может изменяться). Все стадии (градации) развития (трансформирования) значения параметра — предотклонение (при котором срабатывает сигнализация) в опасное значение, предельно допус-

тимое и критическое (три последних значения выходят за рамки технологического регламента) можно представить в виде графика, приведенного на рисунке.

Горизонтальная линия А—В условно обозначает верхнее допустимое регламентное значение параметра; линия А₁—В₂ — предотклонение, т. е. значение параметра, при котором срабатывает сигнализация (составляет $10 \pm 3\%$ от регламентированного значения технологического параметра).

Предотклонение актуализируется следующими мероприятиями:

- фиксированием в журнале технологических нарушений;
- периодическим разбором предотклонений и выявлением причин;
- разработкой и реализацией организационно-технических мероприятий по минимизации предотклонений.

Отрезок В₁—В₂ по оси ординат, численно равный величине предотклонения в общем значении допустимого технологического параметра (может составлять от $10 \pm 3\%$ значения параметра), зависит от класса точности измерения прибора; технологической значимости контролируемого параметра; значения (величины) параметра.

Градация нештатных ситуаций по классам, границам, уровням приведена в таблице.

Как видно из таблицы, минимальное по границам распространения, экологическим и другим последствиям происшествие — предотклонение. Затем более значительный уровень — инцидент и самый высокий — авария, подразделяющаяся в свою очередь на три подуровня. Кажущаяся незначительность происшествия на минимальном уровне — предотклонение на самом деле вызывает необходимость придания определенного значения данному уровню в производственной деятельности предприятия и официального оформления (в виде акта) для выяснения причин и разработки соответствующих превентивных организационно-

Шкала оценок нештатных ситуаций

Класс события	Балл	Уровень события	Граница распространения	Значение технологических параметров, предшествующих событию
Авария	5	Тяжелая авария	В масштабе предприятия и с выходом за его пределы	Критическое значение более двух параметров, приведшее к разгерметизации оборудования
	4	Значительная авария	В пределах предприятия	Критическое значение параметров, сопровождающееся разгерметизацией установки
	3	Авария в пределах подразделения предприятия	В границах цеха	Критическое значение параметров, сопровождающееся разгерметизацией блока
Инцидент	2	Инцидент	В пределах установки	Критическое значение параметров, не сопровождающееся разгерметизацией блока
Предотклонение	1	Предотклонение	В пределах технологического блока	Значение параметра, не вызвавшее последствий

технических мероприятий. Практика работы показывает, что при трехкратном повторении в течение месяца параметра на уровне "опасного значения" (вышедшего за пределы предусмотренного технологическим регламентом) происходит "привыкание" обслуживающего персонала к ведению процесса на уровне опасного значения и около половины значений параметров из опасных перерастают в "критические" (инциденты).

Аварии подразделяются на три уровня: 1) в пределах подразделения предприятия; 2) значительная авария; 3) тяжелая авария. Такое разделение аварий основано на практической целесообразности подобной классификации аварий, происходящих, как правило, в границах цеха или предприятия и в виде редкого исключения — с выходом за пределы предприятия. Предотклонение, инцидент и аварию в пределах подразделения предприятия предполагается расследовать комиссией предприятия, тяжелую аварию — комиссией предприятия с участием соответствующей государственной инспекции.

Предлагаемая шкала оценок нештатных ситуаций позволит:

— в максимально возможной степени дифференцировать события в различных наиболее типичных разновидностях их проявлений, конкретизируя по классам, уровням и баллам;

— определить уровень ситуации по всем этапам развития, начиная от технических и технологичес-

ких параметров, приводящих к возникновению события, и заканчивая последствиями;

— количественно оценить масштабность события в баллах и в границах распространения и по воздействию на окружающую среду;

— последовательность уровней событий по тяжести от минимального — предотклонение до максимального — тяжелая авария, определенная по границам распространения и по значениям технологических параметров позволяет предположить принцип присутствия всех нижестоящих по шкале (см. таблицу) уровней события в вышестоящем уровне, что дает возможность проследить всю цепочку развития аварийной ситуации, начиная от исходных предпосылок, определить объективные причины и разработать эффективные технико-профилактические мероприятия.

Список литературы

1. **Федеральный закон** "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" № 116-ФЗ, от 21.06.1997. — М., 1997. — 14 с.
2. **Общие правила** взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. — М.: ПИО ОБТ, 1999. — 139 с.
3. **Кирсанов В. В.** Промышленная безопасность и экология нефтехимических производств: Монография. — Казань: "Экоцентр", 2006. — 176 с.
4. **Кирсанов В. В.** Основы промышленной и экологической безопасности опасных производственных объектов. Монография. — Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2011. — 480 с.

УДК 614.8.084

В. Н. Мясников, канд. техн. наук, доц., **А. И. Ульянов**, асп., асс.,
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
E-mail: uljanovalexsei@bk.ru

Метод прогнозирования профессиональных рисков

Предложена модель накопления профессиональных рисков во времени, позволяющая прогнозировать трудовой стаж при заданном уровне профессионального риска.

Ключевые слова: профессиональный риск, накопление риска

Mjasnikov V. N., Ulyanov A. I. *The method of prediction professional risks*

Is offered the model of accumulation professional risks in time, allowing to predict the work-length of service at the set level of professional risk.

Keywords: professional risk, the accumulation of risk

Риск профессиональных заболеваний в основном определяется временем и интенсивностью воздействия вредных факторов, что позволяет предположить его накопление в течение трудового стажа [1].

Рассмотрим статистику профессиональных заболеваний на металлургическом предприятии ЗАО МЗ "Петросталь": на участке огнеупорных работ и участке обработки металлов (табл. 1). Вероятность заболевания на данных участках работ определена по следующему выражению:

$$R = \frac{n}{N},$$



Таблица 1

Статистика профессиональных заболеваний

Стаж, годы	Количество заболевших	Вероятность заболевания	Накопление вероятности R
Участок огнеупорных работ			
8	1	0,0005	0,0005
17	1	0,0005	0,001
19	1	0,0005	0,0015
22	1	0,0005	0,002
23	2	0,001	0,003
31	1	0,0005	0,0035
Участок обработки металлов			
8	2	0,001	0,001
16	1	0,0005	0,0015
22	1	0,0005	0,002
32	1	0,0005	0,0025

где n — количество заболевших на участке работ с определенным стажем работы; N — общее количество работников на участке работ с определенным стажем работы.

На основании приведенных в табл. 1 значений профессиональных рисков можно построить кривые накопления риска R во времени (рис. 1).

Аппроксимация экспериментальных кривых, приведенных на рис. 1, позволяет получить формализованную оценку накопления риска. Для этого воспользуемся математическим аппаратом нейросетевого моделирования, используя для описания процессов роста активационную функцию [2. С. 45–49]:

$$\varphi(x) = \frac{1}{1 + \exp(-wx)}, \quad (1)$$

где w — весовой коэффициент, который подбирается при аппроксимации экспериментальной кривой; x — переменная — время t .

Для рассматриваемого случая активационная функция приобретает вид [3]:

$$R(t) = \frac{1}{1 + \exp\left(-k \frac{t-t_0}{T}\right)}, \quad (2)$$

где T — нормирующий коэффициент, равный 1 году.

В результате последовательных итераций с использованием программного обеспечения Mathcad производится установление значений коэффициентов k и t_0 таким образом, чтобы минимизировать ошибку аппроксимации:

$$E = \sum_{i=1}^n (R_i - R(t_i))^2. \quad (3)$$

Используя полученную модель (2), можно оценить профессиональный риск для рассматриваемых в табл. 1 данных для участков огнеупорных работ и обработки металлов. В результате моделирования получим выражения, описывающие накопления рисков на данных участках в виде зна-

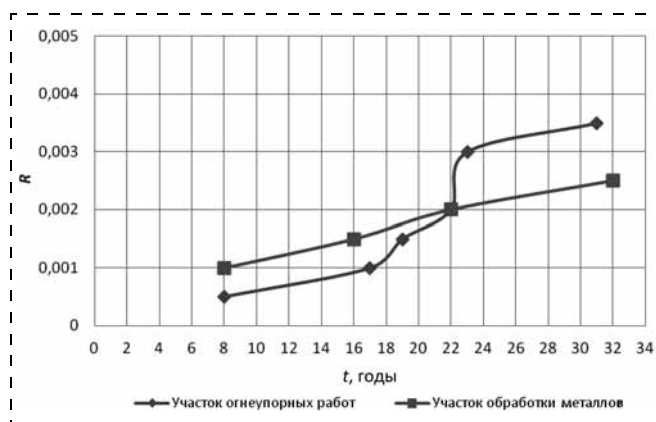


Рис. 1. Кривые накопления риска для участков огнеупорных работ и обработки металлов

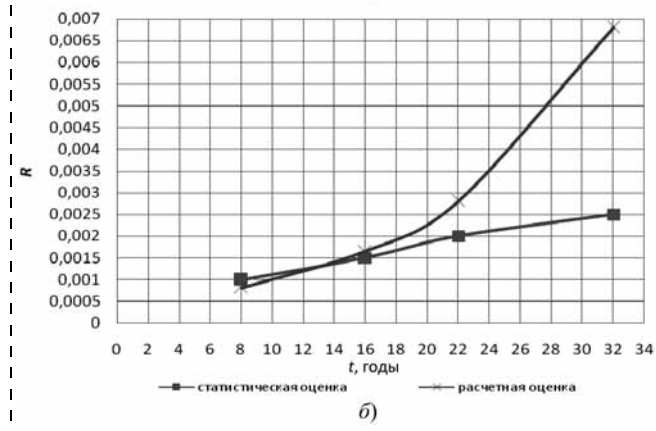
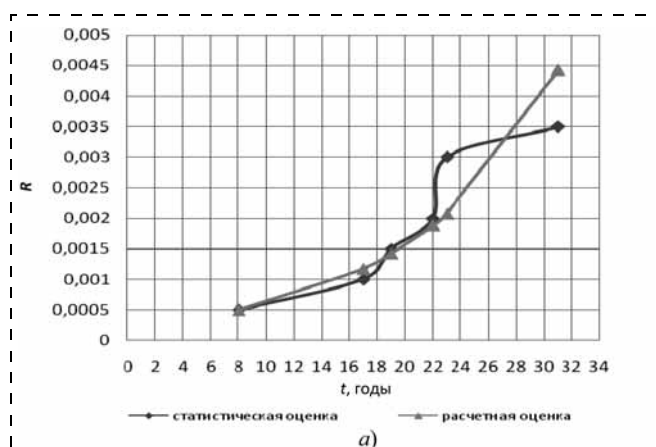


Рис. 2. Расчетная и статистическая оценка накопления риска на участке огнеупорных работ (а) и на участке обработки металлов (б)

Шкала значений коэффициента k

Класс условий труда	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Значение k	$0,182 \pm 0,002$	$0,152 \pm 0,002$	$0,122 \pm 0,002$	$0,092 \pm 0,002$	$0,062 \pm 0,002$	$0,032 \pm 0,002$	$0,002 \pm 0,002$

чений коэффициентов: $k = 0,095$ и $t_0 = 88$ для участка огнеупорных работ, $k = 0,089$ и $t_0 = 88$ для участка обработки металла. В данном случае величина ошибки аппроксимации (3) не превышает значения: $E \leq 10^{-4}$.

В формализованном описании накопления риска (2) коэффициент k определяет характер возрастания кривой накопления риска, характеризуя интенсивность негативного воздействия вредных факторов, параметр t_0 определяет трудовой стаж, в течение которого риск достигает значения 0,5.

Расчетная и статистическая оценка накопления риска представлена на рис. 2.

Интенсивность воздействия вредного фактора определяется классом условий труда. На рассматриваемых участках работ класс условий труда по производственному фактору вибрации 3.2 в соответствии с результатами аттестации рабочих мест по условиям труда. Таким образом, используя результаты моделирования, можно полагать, что классу условий труда 3.2 соответствует значение коэффициента k в уравнении (2): $k = 0,092 \pm 0,002$. Воспользовавшись предложенной моделью, можно оценить, например, риск заболевания бронхитом на данном предприятии (рис. 3).

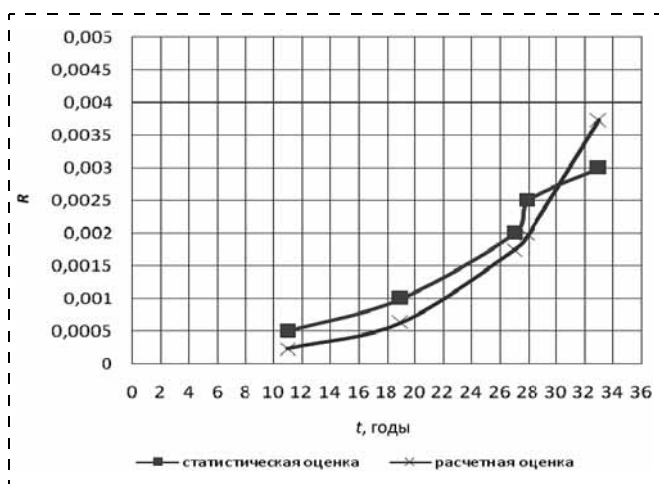


Рис. 3. Расчетная и статистическая оценка накопления риска заболевания бронхитом

В результате аппроксимации статистической кривой получены значения коэффициентов $k = 0,127$ и $t_0 = 77$. Заболевание бронхитом определяется классом условий труда по факторам запыленности и присутствию в воздухе рабочей зоны опасных химических веществ. Для данного предприятия класс условий труда по этому фактору оценивается 3.1. Полагаем, что классу 3.1 соответствует значение коэффициента k в уравнении (2): $k = 0,127$.

В результате моделирования предложена шкала, позволяющая определять значения коэффициента k в соответствии с классом условий труда (табл. 2). При этом предполагаем, что вредный фактор, определяющий заболеваемость, является доминирующим и определяет общую оценку класса условий труда.

Значение коэффициента k заданы интервально, так как при расчетах конкретных задач возможны уточнения k с использованием итерационных процедур аппарата нейросетевого моделирования.

Значение параметра t_0 может быть задано в каждом конкретном случае на основе анализа условий трудовой деятельности и параметров воздействия вредных производственных факторов.

Отметим, что предложенная модель (2) позволяет прогнозировать уровни рисков профессиональных заболеваний в течение трудового стажа работников.

Список литературы

1. **Об обязательном социальном страховании** от несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 24 июля 1998 г. (ред. Федерального закона от 09. дек. 2010 № 150-ФЗ). Доступ из справ.-правовой системы "КонсультантПлюс".
2. **Хейнрих С.** Нейронные сети: полный курс, 2-е издание.: Пер. с англ. — М.: Изд. Дом "Вильямс", 2006. — 1104 с.
3. **Мясников В. Н., Ульянов А. И.** Метод оценки профессионального риска // Актуальные проблемы охраны труда: материалы Всероссийской научно-методической конференции. Т. 1. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. — С. 180—184.



УДК.628.517.2

Д. С. Осмоловский, асп., В. Ф. Асминин, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой,
Воронежская государственная лесотехническая академия
E-mail: ivsil.vrn@mail.ru

Акустическая эффективность от применения вибродемпфирующих прокладок с сухим трением для снижения шума от пильного диска круглопильных деревообрабатывающих станков

Обоснована новая конструкция для снижения шума от пильных дисков деревообрабатывающих станков, в которой используются вибродемпфирующие прокладки с сухим трением (ВДПСТ), помещаемые под зажимной фланец. Представлены экспериментально полученные результаты, характеризующие диссипативные и акустические свойства этой конструкции.

Ключевые слова: вибродемпфирование, снижение шума, круглопильный деревообрабатывающий станок

Osmolovsky D. S., Asminin V. F. Acoustical efficiency of application vibration-damping gaskets with a dry friction for reduction noise of saw disk circular woodworking machines

Reasonable new design for reduction noise for saw disks wood-working machines, in which are used vibration-damping gaskets with the dry friction (VDGDF), placed under clamping flange. Presented experimentally received results, characterizing dissipative and acoustic properties of this design.

Keywords: vibration-damping, reduction noise, circular woodworking machines

Для снижения шума от круглопильных деревообрабатывающих станков (уровень шума на рабочем ходу достигает 110...115 дБА) наиболее радикальным подходом является снижение звукоизлучения в источнике его возникновения. Доминирующим источником шума является пильный диск, в меньшей степени другие конструктивные узлы станка (электропривод, станина и др.). Снижением звуковой вибрации пильного диска от применения вибродемпфирующих материалов, контактирующих с его поверхностью, можно достичь существенного снижения уровня звука на 6...8 дБА. Наиболее эффективной технической реализацией такого решения является использование конструкции из прокладочных материалов (с заданными вибродемпфирующими свойствами), помещен-

ной между пильным диском и зажимными фланцами деревообрабатывающего станка. В конструкции вибродемпфирующих прокладок могут быть использованы эластичные вязкоупругие материалы, в которых диссипация вибрационной энергии происходит за счет вязкого трения (в самом материале) [1, 2].

Вязкоупругие материалы нашли широкое применение в качестве вибродемпфирующих покрытий, однако такие покрытия имеют ряд существенных недостатков. Во-первых, эффективность их применения ощутима при достаточной толщине прокладки, которая должна превышать толщину пильного диска в 1,5—2 раза, что приводит к недостаточно надежной фиксации пильного диска и, как следствие, поперечным биениям с увеличением ширины пропила и ухудшению качества обработки поверхности древесного материала. Во-вторых, такие прокладки подвержены внезапному разрушению вследствие возникающих в них деформаций сдвига и кручения из-за высоких скоростей вращения (4000...6000 мин⁻¹) пильного диска и нагрузок в процессе резания. Последнее обстоятельство может привести к разрушению пильного диска и угрозе травмирования операторов станка.

Для вибродемпфирующих конструкций предлагается использовать минеральные абразивные материалы на тканевой или бумажной основе, которые лишены недостатков, присущих прокладкам из вязкоупругих материалов. Физическим фактором диссипации в таких прокладках выступает сухое трение, возникающее при контакте абразивных частиц. Конструктивно прокладка выполняется двухслойной с абразивными слоями, обращенными друг к другу [3]. Фрикционная площадь поверхности увеличивается в несколько раз за счет взаимного проникновения абразивных частиц слоев прокладок, что позволяет повысить их акустическую эффективность, при этом ограничить их размер до диаметра зажимного фланца. Толщина таких прокладок составляет не более 1...1,5 мм.

Как известно, основными характеристиками диссипативных свойств вибродемпфирующих ма-

териалов являются коэффициент потерь η и динамический модуль упругости E' , связанные между собой следующим соотношением:

$$E = E'(1 + j\eta), \quad (1)$$

где E — комплексный модуль упругости; j — мнимая часть.

Для сравнительного анализа диссипативных свойств вибродемпфирующих прокладок с вязким и сухим трением определение коэффициента потерь предпочтительнее с помощью метода составных стержней Г. Оберста [4]. Следуя данной методике, измерялся суммарный коэффициент потерь η_{Σ} несущего стержня и варьируемых материалов прокладки, наносимых клеевой фиксацией. Для всей серии экспериментальных исследований использовался стальной несущий стержень из стали марки Ст08Ю, 08ПС толщиной 2 мм. Для исследования влияния температуры на изменение суммарного коэффициента потерь η_{Σ} использовалась термокамера.

Были экспериментально исследованы демпфирующие свойства серийно выпускаемых образцов шлифлистов на тканевой и бумажной основе с минеральными абразивными частицами различной дисперсности, а также, линолеум ПВХ и линолеум на тканевой основе. Линолеумы применяются как наиболее распространенные вибродемпфирующие покрытия с вязкоупругим трением.

Для научного обоснования виброакустической эффективности конструкции из прокладочных материалов с сухим трением были проведены экспериментальные исследования по влиянию на значение суммарного коэффициента потерь η_{Σ} :

- вида основы материала (тканевая и бумажная);
- частоты возбуждения f , Гц;
- размера частиц (зернистости) минерального абразивного материала d , мкм;
- температурного фактора T , °С.

По результатам экспериментальных исследований установлено, что доминирующее влияние на значение η_{Σ} в системе "пластина—ВДПСТ" оказывает частота колебаний и дисперсность минеральных абразивных частиц. При частоте колебаний свыше 500 Гц наблюдается резкое возрастание суммарного коэффициента потерь η_{Σ} , который достигает своего максимального значения (0,03) на частоте 1000 Гц. С возрастанием размера частиц наблюдается рост суммарного коэффициента потерь η_{Σ} , который при размере частицы 180 мкм для тканевой и 250 мкм для бумажной основы достигает своего максимального значения 0,03. Дальнейшее увеличение размера частиц приводит лишь к уменьшению значения коэффициента η_{Σ} . С повышением температуры суммарный коэффициент потерь

η_{Σ} практически не изменяется, а даже несколько увеличивается.

Установленное свойство выгодно отличает ВДПСТ от полимерных вязкоупругих материалов, демпфирующие свойства которых с ростом температуры резко ухудшаются. Это обстоятельство является их неоспоримым преимуществом при эксплуатации с пыльными дисками, которые испытывают значительные температурные нагрузки в процессе пиления. Вид основы ВДПСТ практически не влияет на значение суммарного коэффициента потерь η_{Σ} .

В таблице приведены физико-механические характеристики испытуемых материалов.

Методика, описанная выше, позволяет получать надежные результаты до значений высоких частот (1000 Гц). Однако научный и практический интерес представляет оценка не только диссипативных свойств ВДПСТ (по значению η_{Σ}), но и экспериментальное исследование их акустической эффективности (ΔL , дБА) во всем нормируемом диапазоне частот для шума до 8000 Гц на лабораторной установке и в процессе натурных испытаний. Следует отметить, что наибольший интерес представляют исследования их акустической эффективности в высокочастотном диапазоне (свы-

Физико-механические характеристики исследованных материалов

Материал (зернистость)	Поверхностная плотность ρ , кг/м ²	Толщина h , мм	Суммарный коэффициент потерь η_{Σ} на частоте 1000 Гц
Основа — бумага			
ВДПСТ (710 мкм)	1,728	1,55	0,0185
ВДПСТ (355 мкм)	1,449	1,40	0,0220
ВДПСТ (255 мкм)	0,936	1,00	0,0300
ВДПСТ (180 мкм)	0,875	0,80	0,0240
ВДПСТ (150 мкм)	0,764	0,72	0,0210
ВДПСТ (100 мкм)	0,723	0,68	0,0192
ВДПСТ (46 мкм)	0,499	0,50	0,0171
ВДПСТ (10 мкм)	0,425	0,40	0,0155
Основа — ткань			
ВДПСТ (710 мкм)	1,965	1,65	0,1850
ВДПСТ (355 мкм)	1,682	1,45	0,0220
ВДПСТ (255 мкм)	1,392	1,30	0,0250
ВДПСТ (180 мкм)	1,264	1,20	0,0300
ВДПСТ (150 мкм)	1,193	0,85	0,0230
ВДПСТ (100 мкм)	1,127	0,74	0,0196
ВДПСТ (46 мкм)	0,912	0,55	0,0173
ВДПСТ (10 мкм)	0,848	0,46	0,0158
Линолеум			
Линолеум ПВХ	2,700	4,00	0,0160
Линолеум на тканевой основе	2,200	3,00	0,0125

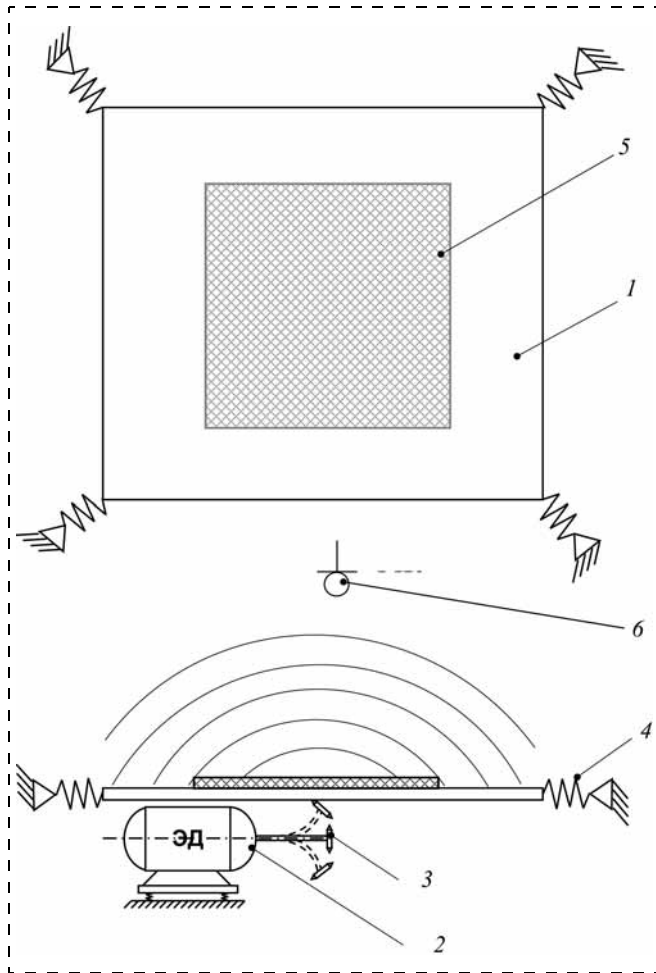


Рис. 1. Принципиальная схема установки для исследования акустической эффективности вибродемпфирующих прокладок: 1 — стальная пластина $500 \times 500 \times 2$ мм; 2 — электродвигатель (частота вращения $n = 1300 \text{ мин}^{-1}$); 3 — стальной ударник; 4 — растяжки; 5 — ВДПСТ; 6 — микрофон шумомера

ше 1000 Гц), так как в спектрах шума пыльных дисков преобладают составляющие именно в этой частотной области.

Исследование акустической эффективности от применения вибродемпфирующих прокладок с сухим трением было осуществлено экспериментальным путем по следующей методике.

Оценка снижения шума ΔL , дБА, демпфированных тонкостенных металлических конструкций не поддается теоретическому расчету из-за сложности картины распространения звуковой вибрации. Эффективность применения вибродемпфирующих прокладок с сухим трением с различной дисперсностью устанавливается экспериментальным путем.

Было предложено использовать следующую физическую модель. Так как оценка акустической эффективности носит сравнительный характер, то

физической моделью возбужденного пыльного диска может служить возбужденная стальная пластина. Толщина пластины была выбрана 2 мм, так как толщина наиболее распространенных пыльных дисков имеет именно этот размер. Габаритный размер пластины выбран 500×500 мм с тем, чтобы длина изгибной волны, начиная с частоты 250...500 Гц, укладывалась в этих размерах. Образцы ВДПСТ в форме квадрата накладывались на центр пластины и фиксировались адгезионным способом. Соотношение площадей ВДПСТ и пластины было выбрано 1 : 2, так как покрыть пыльный диск полностью ВДПСТ невозможно в силу эксплуатационных требований. Площадь нанесения ограничивается глубиной пропила.

Для сравнительных измерений уровней звука L при оценке влияния различных параметров ВДПСТ не было необходимости менять режим возбуждения пластины, а наоборот, требовалось обеспечить его стабильность для всех серий измерений. Предложенная схема возбуждения стальной пластины приведена на рис. 1. Стальная пластина 1 закреплена по углам на раме упругими растяжками 4. В нижней части установки под стальной пластиной размещается устройство возбуждения в виде электродвигателя 2 с гибким валом, в торце которого насажен стальной ударник 3. При раскручивании электродвигателем гибкого вала последний, отклоняясь от оси из-за воздействия центробежной силы, наносит ударником удары по центру стальной пластины. При таком режиме возбуждения излучаемый пластиной шум по слуховому восприятию принят постоянным, так как временной интервал между импульсами составлял $t < 0,05$ с. Для исключения возможности притока дополнительной колебательной энергии через растяжки к металлическому листу из-за вибрации двигателя рама установки изготовлена из древесины. А сам двигатель установлен на виброизолированном основании из слоеной фанеры и мягкой резины. Из соображений обеспечения безопасности обслуживания устройство возбуждения обнесено мелкочаеистой стальной сеткой.

Оценкой акустической эффективности ВДПСТ являлось снижение уровня звука:

$$\Delta L = L - L_{\text{п}}, \quad (2)$$

где L — уровень звука от пластины, дБА; $L_{\text{п}}$ — уровень звука от пластины с применением ВДПСТ, дБА.

Акустические измерения проводились с использованием приборов ВШВ-003 и Октава 101А. При разработке изложенной методики использовались действующие регламентирующие документы по шуму и его измерению.

При экспериментальном исследовании ВДПСТ варьировались:

- зернистости d , мкм, минеральных абразивных частиц;
- вид основы (тканевая или бумажная).

Результаты экспериментального исследования приведены на рис. 2—6.

На рис. 2 и 3 представлены диаграммы, которые демонстрируют снижение уровней звукового давления (ΔL , дБ) в октавных полосах от 63 до 8000 Гц при различных значениях зернистости частиц (d , мкм) ВДПСТ. На рис. 2 представлена зависимость снижения уровня звукового давления (ΔL , дБ) от вибровозбужденной пластины с нанесенным ВДПСТ при различных значениях зернистости частиц (d , мкм) на бумажной основе.

Из графических зависимостей видно, что характер кривых для пластин как при тканевой, так и бумажной основе идентичен и возрастает с увеличением значения частоты f , причем наибольший эффект наблюдается в высокочастотной области. Также диаграммы демонстрируют зависимость акустического эффекта ВДПСТ от зернистости минеральных абразивных частиц (d , мкм), который достигает своего максимального значения при зернистости 255 мкм на бумажной и 180 мкм на тканевой основе. Сравнение частотных характеристик показало, что с увеличением зернистости частиц более 355 мкм и уменьшением менее 150 мкм происходит снижение акустического эффекта как на тканевой, так и на бумажной основе, а оптимальное значение зернистости частиц находится между 255 и 180 мкм. На рис. 3 представлена зависимость снижения уровня звукового давления (ΔL , дБ) вибровозбужденной пластины с нанесенным ВДПСТ при различных значениях дисперсности частиц (d , мкм) на тканевой основе.

Из диаграмм четко видно, что все покрытия демонстрируют наиболее высокую эффективность в высокочастотном диапазоне. Максимальный акустический эффект ($\Delta L = 8...9$ дБ) наблюдается в октавных полосах 2000...8000 Гц при зна-

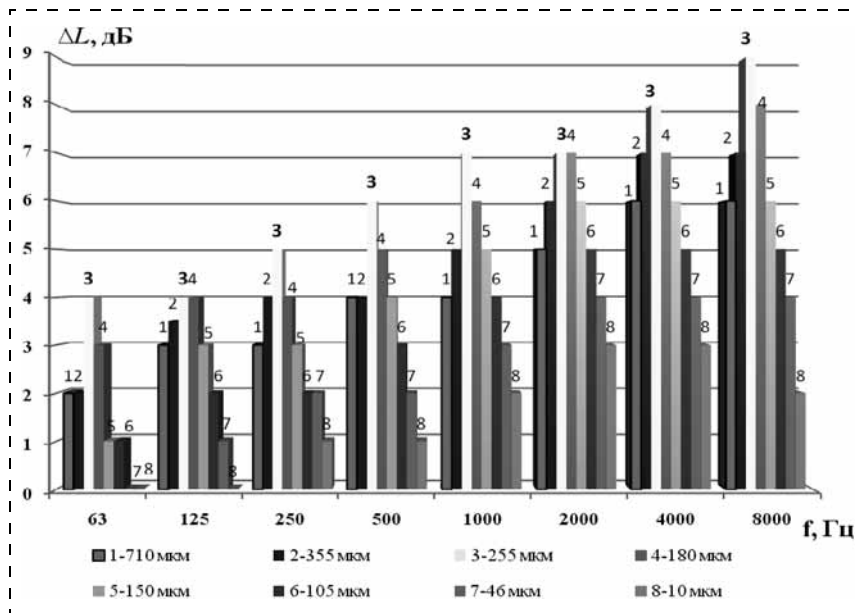


Рис. 2. Снижение уровня звукового давления (ΔL , дБ) от вибровозбужденной пластины с нанесенным ВДПСТ при различных значениях зернистости частиц (d , мкм) на бумажной основе

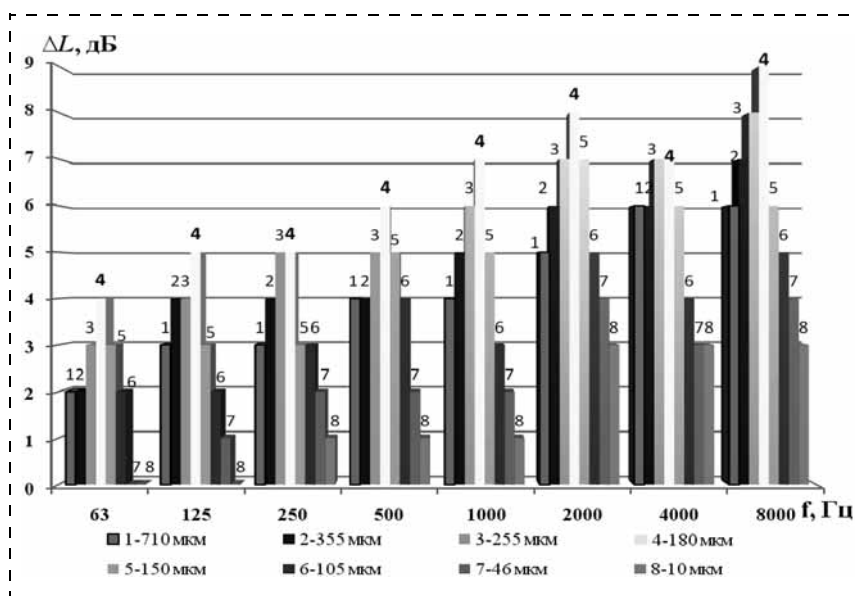


Рис. 3. Снижение уровня звукового давления (ΔL , дБ) от вибровозбужденной пластины с нанесенным ВДПСТ при различных значениях зернистости частиц (d , мкм) на тканевой основе

чени $d = 255$ мкм на бумажной и соответственно $d = 180$ мкм на тканевой основе.

На рис. 4 показана диаграмма, отображающая изменение уровней звука, излучаемого системой пластина—ВДПСТ при различных значениях дисперсности частиц d .

Очевидно, что даже при менее оптимальной дисперсности частиц d , равной 100 и 710 мкм, дости-

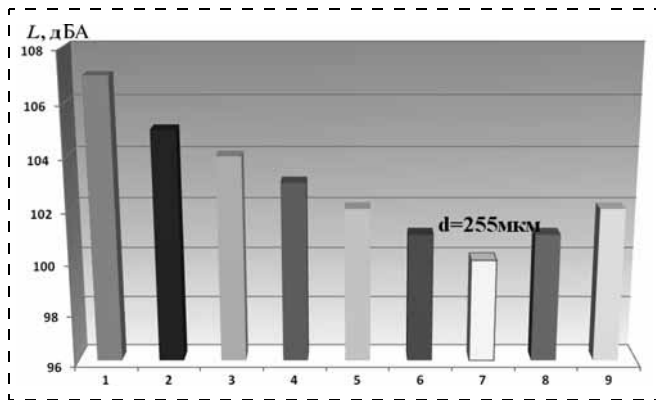


Рис. 4. Уровни звука (L , дБА) вибровозбужденной пластины + ВДПСТ в зависимости от дисперсности частиц d на бумажной основе. Цифры по оси абсцисс:

1 — пластина без покрытия; 2 — пластина + ВДПСТ ($d = 10$ мкм); 3 — пластина + ВДПСТ ($d = 46$ мкм), 4 — пластина + ВДПСТ ($d = 100$ мкм); 5 — пластина + ВДПСТ ($d = 150$ мкм); 6 — пластина + ВДПСТ ($d = 180$ мкм); 7 — пластина + ВДПСТ ($d = 255$ мкм); 8 — пластина + ВДПСТ ($d = 355$ мкм); 9 — пластина + ВДПСТ ($d = 710$ мкм)

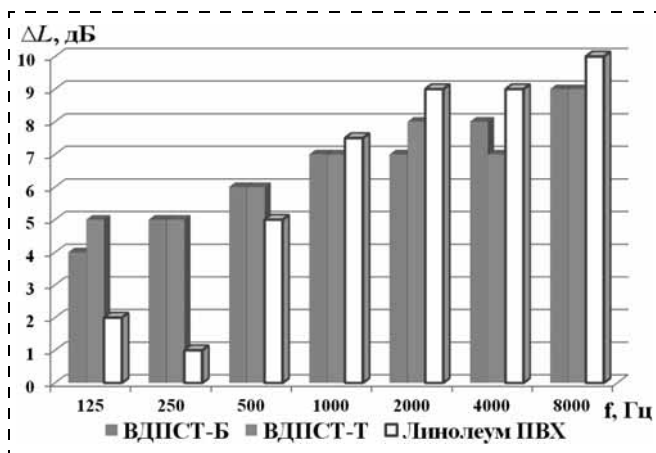


Рис. 5. Сравнение акустической эффективности ВДПСТ-Т, ВДПСТ-Б, линолеума ПВХ

гается ощутимый акустический эффект $\Delta L = 5$ дБА. (Необходимо принимать во внимание, что площадь покрытия пластины — 50 %).

Для сравнительной оценки акустической эффективности вибродемпфирующих прокладок с сухим трением (ВДПСТ) и вибродемпфирующих покрытий (ВДП) были проведены экспериментальные исследования. На рис. 5 представлены спектры акустической эффективности (ΔL , дБ,) линолеума ПВХ, ВДПСТ на тканевой (ВДПСТ-Т) и бумажной (ВДПСТ-Б) основах.

При сравнении акустической эффективности этих покрытий видно, что они одинаково эффективны во всем высокочастотном диапазоне, при этом в средне- и низкочастотном диапазоне лино-

леум ПВХ значительно уступает ВДПСТ. Таким образом, можно сделать вывод, что ВДПСТ в сравнении с линолеумом ПВХ обладает высокой акустической эффективностью в более широком диапазоне частот.

Следует отметить, что при сравнении акустической эффективности этих покрытий не берутся во внимание их массы. А этот факт очень важный, так как сравнение акустической эффективности этих покрытий не отражает в полной мере всех достоинств и недостатков покрытий. Поэтому более наглядным и информативным будет такое представление эффективности покрытия, при котором будет учитываться его масса.

Известно, что для оценки эффективности тонкостенных металлических конструкций применяется такое понятие, как "массовая отдача", дБ/(кг/м²), под которой подразумевается величина звукоизоляции, обусловленная единицей массы конструкции.

С учетом вышесказанного, проведем сравнение эффективности ВДПСТ с линолеумом ПВХ, принимая во внимание значения поверхностной плотности материалов. Таким образом, поверхностная плотность ВДПСТ на тканевой основе составила 1,26 кг/м², ВДПСТ на бумажной основе — 0,94 кг/м², линолеума ПВХ — 2,7 кг/м².

На рис. 6 представлено отношение акустической эффективности к поверхностной плотности ($\Delta L/\rho$) вибродемпфирующих прокладок с сухим трением на тканевой основе (ВДПСТ-Т), вибродемпфирующих прокладок с сухим трением на бумажной основе (ВДПСТ-Б), линолеума ПВХ — в виде графических зависимостей. Анализируя графические зависимости, видно, что массовая отдача ВДПСТ в 2—3 раза выше(!), чем линолеума ПВХ. Можно отметить, что массовая отдача ВДПСТ-Б несколько выше, чем у ВДПСТ-Т. Этот факт необходимо учитывать при решении задач,

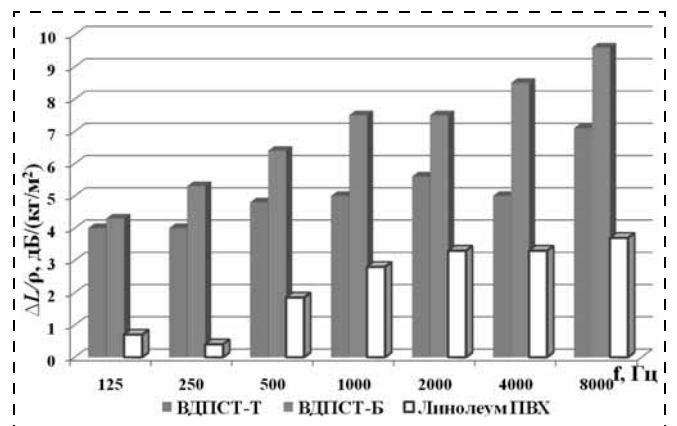


Рис. 6. Акустическая эффективность материалов относительно их поверхностной плотности

в которых необходимо минимизировать толщину и массу ВДПСТ.

В итоге, можно сделать вывод, что снижение звуковой вибрации от пильного диска применением ВДПСТ, более эффективное по сравнению с применением вибродемпфирующих прокладок из полимерных материалов по следующим показателям:

- акустической эффективностью в широком диапазоне частот;
- меньшей поверхностной плотностью;
- стабильностью демпфирующих свойств с повышением температуры;
- устойчивостью к сдвиговым деформациям и разрушению.

Список литературы

1. **Иванов Н. И.** Основы виброакустики / Н. И. Иванов, А. С. Никифоров. — СПб.: Политехника, 2000. — 482 с.
2. **Соколов Г. А.** Борьба с шумом в деревообрабатывающей промышленности / Г. А. Соколов. — М.: Лесная промышленность, 1974. — 144 с.
3. **Осмоловский Д. С., Асминин В. Ф.** Диссипативные свойства вибродемпфирующих прокладок с сухим трением с использованием шлифовальных листов с абразивными минеральными частицами различной дисперсности // Леса России в XXI веке. [Текст]: 3 Международ. науч.-практ. инт. конф. Июль 2010 г. — СПб.: СПбГЛТА, 2010. — 364 с.
4. **Oberst H.** Uber die Dampfung der Biegeschurgungen dunner Bleche duruh Festhaftende Belage / H. Oberst // Acoustiche Beihefte. — 1952. — P. 181—195.

БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 614.8

В. В. Котельников, зам. главного инженера, ОАО "Карачаровский механический завод",
В. Ф. Мартынюк, д-р техн. наук, проф., **О. С. Лысенко**, студент, РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина

Анализ травматизма и аварийности на лифтах

Рассмотрены статистические данные по случаям смертельного травматизма и аварийности на лифтах в России в 1994—2011 гг. Проведен обзор опасных событий и показателей безопасности работы лифтов. Приведены результаты анализа аварий и несчастных случаев. Перечислены характерные причины аварий.

Ключевые слова: лифт, авария, травматизм
Kotelnikov V. V., Martynyuk V. Ph., Lysenko O. S. Accident analysis on lifts

Statistical data of accidents rate on lifts in Russia from 1994 to 2011 was considered. Overview of hazard events and safety conditions of lift operation was carried out. Results of analysis of accidents and fatal accidents were given. The character reasons of accidents.

Keywords: lift, accident, injuries

Лифтовое хозяйство России

В соответствии с Техническим регламентом о безопасности лифтов от 14 октября 2009 г. [1] лифт — стационарная грузоподъемная машина периоди-

ческого действия, предназначенная для подъема и спуска людей и (или) грузов в кабине, движущейся по жестким прямолинейным направляющим, у которых угол наклона к вертикали не более 15°.

Первые пассажирские лифты в России были построены в середине XVIII века (Царское Село, усадьба Кусково). В 1793 г. в Зимнем дворце был установлен винтовой пассажирский лифт конструкции И. П. Кулибина. Однако лифты стали широко распространяться только после того, как они стали безопасными.

В настоящее время в России эксплуатируется более полумиллиона лифтов (рис. 1). До 2010 г. в эксплуатацию вводилось примерно 12...15 тыс лифтов ежегодно.

В настоящее время в эксплуатации находится большое количество "старых" лифтов и тенденция "старения" лифтового парка продолжает возрастать. В ряде регионов число лифтов, отработавших нормативный срок службы 25 лет, составляет более 30 %. В целом по стране число эксплуатируемых лифтов, отработавших свой ресурс, составляет 27,4 %. [2]

При этом основные требования, предъявляемые к лифтам, — безопасность, надежность, плав-

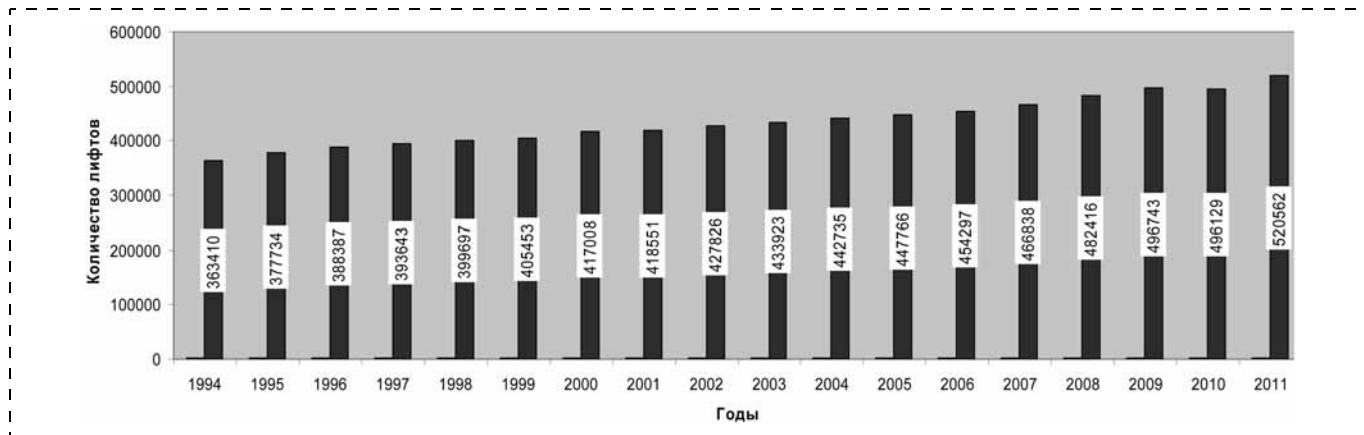


Рис. 1. Количество эксплуатируемых лифтов в России

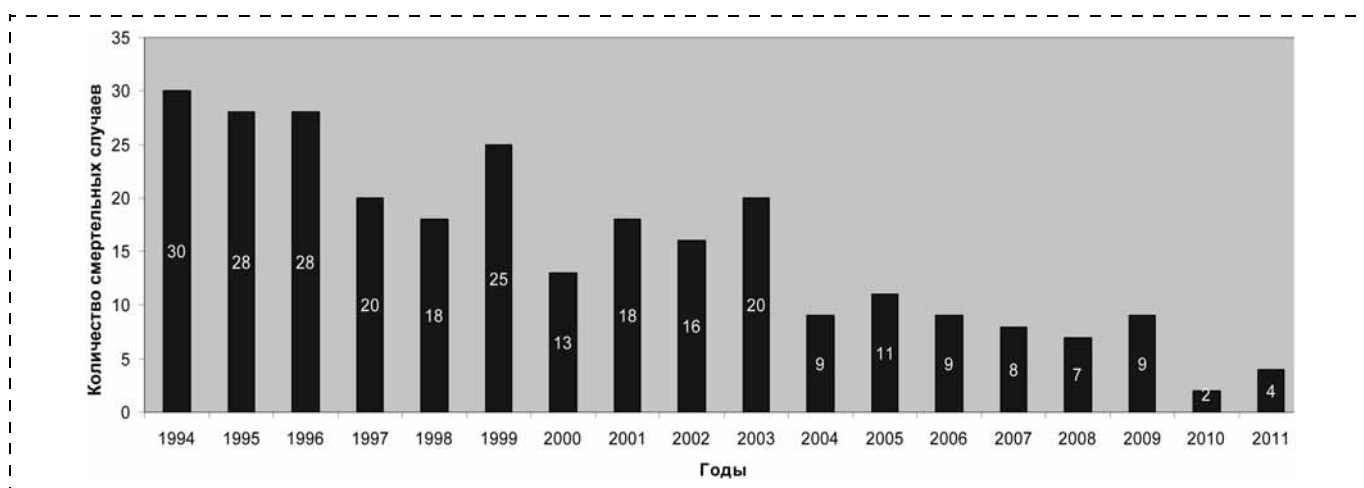


Рис. 2. Диаграмма случаев смертельного травматизма на лифтах

ность разгона, движения и торможения, точность остановки кабины, остались неизменными. Работа лифта не должна сопровождаться высоким уровнем шума и вызывать помехи теле- и радиоприему.

Анализ аварийности и травматизма

Случаи смертельного травматизма, групповых несчастных случаев и аварий на лифтах расследуются и анализируются Ростехнадзором. Результаты анализа публикуются в ежегодных докладах [2].

Самый первый несчастный случай на лифте со смертельным исходом в России случился в феврале 1904 г. в Зимнем дворце. Тогда, как писал в своих дневниках Николай II, "подъемною машиною был придавлен до смерти несчастный машинист по собственной неосторожности!" [3].

В последнее время (с 2004 по 2011 гг.) на лифтах происходит в среднем по 7 несчастных случаев в год. Всего за период с 1994 по 2011 гг. в результате несчастных случаев погибло 275 человек (рис. 2).

До 1999 г. число погибших при эксплуатации лифтов доходило до 25...30 человек в год. В последние годы, несмотря на значительное увеличение количества эксплуатируемых лифтов, уровень травматизма заметно снизился и составил в 2011 г. четыре несчастных случая со смертельным исходом. Следует отметить, что в 2011 г. три из четырех несчастных случаев произошли из-за некачественных действий персонала, обслуживающего лифты.

Значительно снизился травматизм среди подростков, умышленно проникающих в лифтовые шахты с целью покататься на крыше кабины. Если в 1987—1992 гг. число случаев травмирования подростков достигало 65, то в 2011 г. такие случаи не зарегистрированы [2].

С учетом роста количества эксплуатируемых лифтов удельный травматизм на один лифт в России существенно снизился (табл. 1). В последние годы удельный травматизм не превышал $0,18 \cdot 10^{-4}$ несчастных случаев на один лифт в год.

Таблица 1

Удельный травматизм

Годы	Количество лифтов	Количество несчастных случаев со смертельным исходом	Удельный травматизм
1994	363410	30	$0,83 \cdot 10^{-4}$
1995	377734	28	$0,74 \cdot 10^{-4}$
1996	388387	28	$0,72 \cdot 10^{-4}$
1997	393643	20	$0,51 \cdot 10^{-4}$
1998	399697	18	$0,45 \cdot 10^{-4}$
1999	405453	25	$0,62 \cdot 10^{-4}$
2000	417008	13	$0,31 \cdot 10^{-4}$
2001	418551	18	$0,43 \cdot 10^{-4}$
2002	427826	16	$0,37 \cdot 10^{-4}$
2003	433923	20	$0,46 \cdot 10^{-4}$
2004	442735	9	$0,20 \cdot 10^{-4}$
2005	447766	11	$0,25 \cdot 10^{-4}$
2006	454297	9	$0,20 \cdot 10^{-4}$
2007	466838	8	$0,17 \cdot 10^{-4}$
2008	482416	7	$0,15 \cdot 10^{-4}$
2009	496743	9	$0,18 \cdot 10^{-4}$
2010	496129	2	$0,04 \cdot 10^{-4}$
2011	520562	4	$0,08 \cdot 10^{-4}$

Другим показателем безопасности лифта является индивидуальный риск травмирования при пользовании лифтом. Следует отметить, что за 20 лет индивидуальный риск травмирования снизился в 3 раза. С учетом того, что 85 % россиян пользуются лифтами, индивидуальный риск травмирования составляет $0,58 \cdot 10^{-7}$ несчастных случая со смертельным исходом на одного пользователя в год (по данным последней переписи численность населения России за 2010 год составляет 142,9 млн человек).

Причины аварий и несчастных случаев

По данным Ростехнадзора [2] проведен анализ причин аварий и несчастных случаев на лифтах. Результаты анализа причин аварий и несчастных случаев на лифтах представлены в табл. 2. Как видно из табл. 2, наиболее часто встречающаяся причина гибели людей на лифтах — это отсутствие устройства "Охрана шахты", вторая причина — установка перемычек на дверях шахты и дверях кабины. Ниже приведены примеры несчастных случаев, произошедших по этим причинам [4].

Таблица 2

Причины аварий и несчастных случаев на лифтах

	Причины	Годы								Количество	Доля, %
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005		
1	Отсутствие устройства "Охрана шахты"	6	8	5	6	5	2	2	1	35	24,8
2	Неисправное содержание лифтов										
2.1	Установка перемычек на дверях шахты и дверях кабины	2	4	3	6	3	4	3	7	32	22,7
2.2	Эксплуатация неисправных лифтов	1	2	—	—	—	1	1	2	7	5,0
2.3	Отказ тормоза лебёдки	—	1	—	—	—	—	—	—	1	0,7
2.4	Реверс не работает, в т.ч. из-за зазора в створках	—	—	1	3	—	1	—	2	7	5,0
2.5	Неисправность замка двери шахты	1	1	1	—	—	1	—	—	4	2,8
3	Неправильные действия персонала										
3.1	Воздействие на контакторы	1	2	—	—	1	—	—	—	4	2,8
3.2	Падение с крыши кабины	—	—	—	1	—	—	—	1	2	1,4
3.3	Нарушение ТБ персоналом	3	3	2	2	3	4	2	2	21	15,0
4	Нарушение правил пользования лифтом										
4.1	Самостоятельное освобождение	—	2	—	4	1	1	—	3	11	7,8
4.2	Проникновение в шахту через ограждение шахты, дверь шахты	1	—	3	2	—	1	2	2	11	7,8
4.3	Вандализм	—	—	1	—	—	—	1	—	2	1,4
5	Прочие										
5.1	Отсутствие кнопки "Стоп" на крыше кабины	—	1	—	1	—	2	—	—	4	2,8
	Σ	15	24	16	25	13	17	11	20	141	100

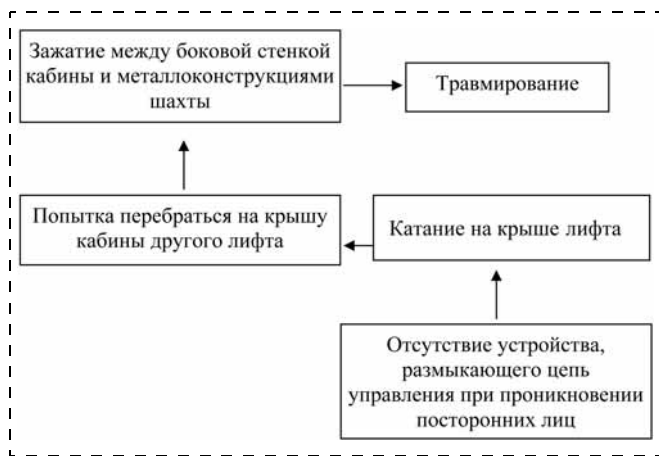


Рис. 3. Дерево происшествий для несчастного случая в Зеленограде

Пример несчастного случая с проникновением в шахту. 20 марта 1998 года на грузопассажирском лифте жилого дома в Зеленограде с подростком произошел несчастный случай. Двое подростков зашли в жилой дом с целью покататься на лифте. С помощью палки они открыли двери шахты и кабины лифта, проникли в шахту, и при попытке перебраться с крыши одного лифта на другой один из подростков был зажат между боковой стенкой кабины и металлоконструкциями шахты. При последующем движении кабины второго лифта вниз подросток был травмирован порогом кабины, после чего упал в приямок с высоты шестого этажа и получил смертельную травму.

На рис. 3 представлено дерево происшествий для рассматриваемого случая.

Проведенный анализ позволил выявить характерные причины аварий на различных стадиях жизненного цикла лифта.

Ниже перечислены характерные причины аварий при монтаже лифта:

- нахождение электромеханика в состоянии алкогольного опьянения;
- несоблюдение дисциплины труда;
- несоблюдение правил внутреннего распорядка предприятия;
- нарушения в организации работ при проведении модернизации лифтов;
- нарушение инструкции по охране труда монтажника электрических подъемников (лифтов);
- нарушение технологической инструкции по монтажу, наладке и эксплуатации узлов и оборудования, применяемых при модернизации лифтов;
- применение запрещенного метода при выполнении работ на лифте.

В список наиболее характерных причин аварий при выполнении ремонтных работ входят:

— отсутствие контроля со стороны ответственного лица за организацию работ по техническому обслуживанию и ремонту лифта;

— отсутствие контроля со стороны ответственного лица за соблюдением трудовой и производственной дисциплины обслуживающим персоналом;

— нахождение электромеханика в состоянии алкогольного опьянения;

— производство ремонтных работ необученным для работ на лифтах электромехаником;

— неудовлетворительная организация эксплуатации лифтов.

При эксплуатации лифта характерны следующие причины аварий:

— нарушение Правил пользования лифтом, в частности проникновение в шахту лифта;

— наличие неисправностей, влияющих на безопасную эксплуатацию лифта, в частности выведенных из действия выключателей безопасности;

— отсутствие надлежащего надзора за содержанием лифта в исправном состоянии и его безопасной эксплуатацией;

— нарушение производственных инструкций лифтером;

— нарушение производственных инструкций диспетчером;

— нарушение производственных инструкций электромехаником;

— неудовлетворительная организация эксплуатации лифта со стороны владельца;

— проведение работ по эвакуации необученным персоналом.

Результаты показывают, что основные причины аварий на лифтах связаны с причинами ментального характера и обусловлены в первую очередь недостаточным уровнем культуры безопасности как у обслуживающего персонала, так и у пользователей. В этих условиях первостепенную важность приобретают методы повышения безопасности путем применения барьеров безопасности, снижающих вероятность негативных последствий, обусловленных этими причинами.

Список литературы

1. **Технический регламент** о безопасности лифтов от 14 октября 2009 г.
2. **Годовые отчеты** о деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) в 1994—2011 годы <http://www.gosnadzor.ru/>
3. **Николай П.** Дневник. — М.: "Захаров", 2007. — 512 с.
4. **Анализ** аварий и несчастных случаев на подъемных сооружениях. Учебное пособие / Под ред. В. С. Котельникова, В. Ф. Мартынюка. — М.: ООО "Анализ опасностей", 2008. — 356 с.

УДК 622.271.46

О. Е. Русак, асп., Санкт-Петербургский государственный горный университет
E-mail: rusakol@yandex.ru

Экологизация процесса складирования отходов горного производства при ведении открытых горных работ

Рассмотрен важнейший вопрос современной горной науки: складирование горных пород — отходов карьерного производства. Дана оценка процессам складирования и отвалообразования. Складирование позволит улучшить экологическую обстановку на горных предприятиях. Предложено использовать потенциально плодородные породы в процессе формирования складов горных пород.

Ключевые слова: складирование, техногенные месторождения, отходы горного производства, отвалообразование

Rusak O. E. *Ecologization of wastes of mine development stockpiling process during open-cast mining*

The most important problem of modern mining science: stockpiling of rocks — wastes of surface mine development, is described in article. The assessment of stockpiling and dumping is given. Stockpiling will allow to improve ecological situation at surface mines. Using of potentially fertile rocks during stockpiling process is proposed.

Keywords: stockpiling, industrial deposits, wastes of surface mine development, dumping

Из презумпции экологической опасности любой хозяйственной деятельности [1] вытекает обязанность снижения негативного воздействия промышленности на окружающую среду с целью сохранения естественных экологических систем, природных ландшафтов и безопасности человека.

Деятельность промышленных предприятий приводит к образованию нарушенных и обработанных земель, которые необходимо рекультивировать. К нарушенным относятся земли, утратившие в связи с хозяйственной деятельностью первоначальную ценность и являющиеся источником отрицательного воздействия на окружающую среду. Обработанными называют земли, надобность в ко-

торых у предприятия отпала в связи с завершением разработки месторождений полезных ископаемых, формирования отвалов, а также окончания строительных, геологоразведочных и иных работ, связанных с нарушением почвенного покрова.

Под рекультивацией понимают комплекс мероприятий, направленных на восстановление плодородности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды. В таблице приведены данные, характеризующие масштабы воздействия на окружающую среду [2].

Отвалами называют насыпи горных пород-отходов. Отвалообразование является четвертым основным производственным процессом открытых горных работ. В настоящее время объем работ по отвалообразованию на современных карьерах значительно превышает объем добываемого полезного ископаемого [3].

Появление нарушенных земель технологически неизбежно. Рекультивация как мера по воспроизводству природных ресурсов существенно зависит от технологии формирования отвала.

На современных предприятиях, для которых в большинстве своем характерно мономинеральное

Нарушено и рекультивировано земель, тыс. га

Годы	Нарушено земель	Рекультивировано земель
1980	104	74
1990	119	110
1995	83	160
2000	55	58
2001	62	58
2002	45	57
2003	63	70
2004	59	52
2005	35	39
2006	48	30
2007	46	29



производство, т. е. добыча лишь какого-то одного вида полезного ископаемого, объемы добычи зависят от производительности по основному полезному ископаемому, направления развития и режима горных работ. При этом стабильная производительность по основному минералу вовсе не означает стабильную производительность по попутным полезным ископаемым: добиться ее в большинстве случаев невозможно.

В этой связи возникают два актуальных вопроса: как сохранить потенциально экономические породы для использования в будущем и как при этом обеспечить сохранность окружающей природы, здоровья человека и собственно самих пород. Потенциально экономические породы — это породы, разработка которых в данный период времени невозможна по каким-либо причинам (технологическим или экономическим), но с развитием науки и техники, ростом цен на сырье, естественным обеднением минеральных ресурсов их использование может стать необходимостью.

Традиционным методом размещения отходов горного производства, представленных неиспользуемыми горными породами, является отвалообразование. Но в последние годы в горной науке все большее внимание уделяется другому методу — складированию.

Традиционный технологический процесс — отвалообразование — имеет определенные недостатки, препятствующие малоотходной разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом. В первую очередь важен тот факт, что при размещении пород в отвалах зачастую не учитываются их качественные и количественные характеристики, из-за чего может произойти перемешивание потенциально полезных пород с не подлежащими переработке породами, из-за чего, в свою очередь, извлечение полезного компонента в случае отработки отвала как техногенного месторождения (т. е. залежей полезного ископаемого, созданных в процессе хозяйственной деятельности человека) усложняется, а во многих случаях становится невозможным.

Складирование — технологический процесс, который давно используется при ведении открытых горных работ. Однако как правило, породы на склады размещаются на относительно небольшой промежуток времени. Например, склад может использоваться для управления качеством продукции, когда породы с разным содержанием полезного компонента размещают на складе с целью усреднения их качества (если это требуется технологией обогащения). Кроме того, склад может применяться при использовании нескольких ви-

дов транспорта в качестве пункта перегрузки. Соответственно, можно сделать вывод, что отвал — это сооружение, извлечение пород из которого не предполагается, а при складировании подразумевается, что когда-нибудь размещенные на складе породы будут извлечены. Складирование горных пород с целью отработки образованных техногенных месторождений в отдаленной перспективе требует обязательной рекультивации поверхности склада.

Ежегодно горнодобывающие предприятия производят огромные объемы отходов, часть из которых могла бы использоваться в производстве. Например, некоторые скальные вскрышные породы могут быть использованы (и на некоторых предприятиях используются и в настоящее время) для производства щебня.

Как известно, требования к содержанию полезного компонента в добытой руде с течением времени изменяются. В отвалах забалансовые руды (т. е. полезное ископаемое, добыча которого при современных технологиях, ценах на сырье и т. п. нецелесообразна) могут перемешиваться с другими породами. Даже если эти породы пригодны для использования, после процесса взаимного перемешивания разнотипных пород становится весьма трудно, даже невозможно, селективно извлекать из отвала требуемые породы.

Отказ от отвалообразования в пользу складирования позволит эффективнее сохранять потенциально полезные породы. Кроме того, созданием соответствующих технологических схем можно решить вопрос своевременной рекультивации нарушенных земель. Соответственно снизится и влияние техногенных образований на окружающую среду.

Интенсификация восстановления нарушенных земель при углубочных системах разработки во многом зависит от рационального использования потенциально плодородных пород. Повышение биопродуктивности таких пород — вопрос, решаемый на соответствующем этапе рекультивации. Установление во времени объемов выемки пригодных для рекультивации земель способствует селективному формированию складов горных пород — отходов карьерного производства, т. е. выбору оптимальной схемы организации работ при селективном складировании разнотипных горных пород.

В случае длительного складирования пород необходимо произвести восстановление поверхности склада. Таким образом очевидно, что технология формирования складов горных пород — отходов карьерного производства должна учитывать не

только объемы складываемой горной массы, площадь занимаемых земель, параметры применяемой техники и т. п., но и необходимость рекультивации поверхности склада.

В зависимости от формы склада в плане (круглой, квадратной и т. п.), изменяются объемы пород, необходимых для рекультивации, а также объемы горно-планировочных работ. Учет всех особенностей процесса складирования (различных форм складов, необходимости рекультивации нарушенных земель, объемов потенциально плодородных пород, используемой техники и т. п.) позволит создать рациональные схемы селективного складирования горных пород — отходов карьерного производства. Такой подход к размещению вскрышных пород не только позволит сформировать техногенные месторождения, пригодные для разработки в будущем, но и способствует рациональному применению потенциально плодородных пород, а также плодородного слоя почвы, расположенных в границах карьерного поля.

Современные технологические схемы позволяют отказаться от морально устаревшего процесса отвалообразования (в тех случаях, когда это целесообразно), т. е. сохранить на данный момент неиспользуемые породы для будущей разработки, и интенсифицировать процесс восстановления нарушенных горными работами земель, что благоприятно скажется на экологической ситуации в районах ведения открытых горных работ.

При формировании склада с использованием пригодных для рекультивации пород создаются благоприятные условия для ускорения процесса восстановления нарушенных площадей в ходе ведения работ по складированию временно неиспользуемых горных пород. Например, размещение потенциально плодородных пород в приконтурной части склада способствует уменьшению трудозатрат на вылаживание его откоса, так как горно-планировочные работы по откосу склада будут, очевидно, осуществляться по мягким породам. На поверхности склада должен быть размещен почвенный слой, удаленный с территории карьера при его расширении до проектных границ по поверхности. На время формирования склада

горных пород — отходов, эта почва складывается (и при необходимости — рекультивируется) отдельно, но затем она может быть использована на заключительном этапе формирования склада при подготовке его к биологической рекультивации.

Создание эффективной технологии селективного формирования складов горных пород — отходов карьерного производства (с применением в процессе складирования потенциально плодородных пород и плодородного слоя почвы) с учетом необходимости их рекультивации позволит совместить по времени работы по складированию и восстановлению нарушенных земель. Установление объемов пригодных и непригодных для рекультивации пород позволит рационально использовать имеющийся объем потенциально плодородных пород при ведении горных работ. Кроме того, за счет применения соответствующих технологий на различных этапах рекультивации возможно уменьшение влияния сохраняемых пород на окружающую среду, что положительным образом скажется на экологической обстановке на самом горнодобывающем предприятии.

Складирование потенциально полезных пород — отходов карьерного производства позволило бы более полно их использовать в производстве. Сохранение пород на будущее — очередной шаг к малоотходной, а в перспективе — к безотходной технологии ведения горных работ. Малоотходные и безотходные технологии — это такие технологические схемы, при которых объемы образующихся в процессе ведения горных работ отходов близки к минимуму или вовсе равны нулю. Очевидно, что такие технологии не только окажут положительный экономический эффект, но и будут способствовать улучшению экологической ситуации в местах ведения открытых горных работ.

Список литературы

1. **Федеральный закон** "Об охране окружающей среды" от 10 января 2002 года № 7-ФЗ.
2. **Российский статистический ежегодник**. 2008: Стат. сб. / Росстат. — М., 2008. — 847 с.
3. **Холодняков Г. А.** Открытые горные работы: Учеб. пособие. — Л.: Ленинградский горный ин-т., 1990. — 108 с.



УДК 664.123.6:664.292

Г. И. Тарасова, канд. хим. наук, доц., проф., М. В. Павлова, магистр,
Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова
E-mail: taga307@yandex.ru

Исследование возможности использования термолизного дефеката в качестве наполнителя в силикатные краски

Рассмотрен способ получения силикатной краски на основе термолизного дефеката (ТД₂₆₀) в качестве наполнителя вместо мела.

Ключевые слова: *фильтрационный осадок, термолизный дефекат, мел, силикатные краски*

Tarasova G. I., Pavlova M. V. Investigation of the possibility of thermolysis defecate as a filler in silicate paints

The paper considers a method of obtaining silicate paints on the basis of thermolysis defecate (TD₂₆₀) as a filler instead of chalk.

Keywords: *filter cake, thermolysis, defecate, chalk, silicate paints*

В связи с истощением природных запасов карбоната кальция (мела), а также с огромной проблемой утилизации кальцийкарбонатсодержащих отходов (ККСО), в частности, фильтрационного осадка — дефеката — отхода сахарной промышленности, возникла необходимость в использовании ККСО вместо природных карбонатов в качестве наполнителей в силикатные краски [1].

В Белгородской области в настоящее время работают девять сахарных заводов. Общий выход дефеката составляет 10...12 % от массы переработанной свеклы, в результате образуется ~281 тыс. т ККСО ежегодно, а на фильтрационных полях накоплено более 2,95 млн т ККСО. Фильтрационный осадок образуется в процессе очистки диффузионного сока сахарной свеклы (или сырца) при получении сахара и имеет следующий состав, усредненный за 5 лет (масс. %): CaCO₃ — 71,8...89; MgCO₃ — 8,6...3,4; Al₂O₃ — 0,2...3,8; P₂O₅ — 0,9...1,3; Fe₂O₃ — 0,2...1,0; органические вещества — 18...20. Водная вытяжка фильтрационного осадка имеет pH = 8,99. Анализ исходного дефеката показал, что содержание тяжелых металлов по меди колеблется (мг/кг) в пределах от 5,3 до 5,8, никелю — 10,7...11,6, цинку 8,4...12 и не превышает значения ПДК их в почве. Согласно Федеральному классификационному каталогу отходов изучаемые отходы отнесены к 5-му классу опасности.

Кроме того, на поверхности частиц карбоната кальция находится некоторое количество неактивной извести CaO. Удельная поверхность исходного продукта составляет 150...300 м²/г. Следует отметить, что количество адсорбированных органических веществ на поверхности CaCO₃ зависит от загрязненности свеклы землей, срока созревания свеклы и степени диффузии органических веществ из свеклы. Это количество может достигать 20 % и выше.

Только небольшая часть дефеката используется для минерализации почв, что имеет отрицательное действие, так как органические вещества (аминокислоты, белки, феноляты железа, сахара кальция и сапонин), содержащиеся в исходном дефекате, при попадании в почву способствуют развитию микроорганизмов и вызывают гниение сахарной свеклы и других сельскохозяйственных культур.

Большая же часть этого кальцийкарбонатсодержащего ценного строительного материала вывозится на поля фильтрации, где засоряет плодородные почвы. Адсорбированные азотсодержащие вещества подвергаются разложению и гниению, загрязняя воздух дурнопахнущими веществами скатолом, индолем, меркаптаном, сероводородом, аммиаком и др., а также попадая в грунтовые воды, тем самым нанося непоправимый ущерб окружающей среде и здоровью человека.

Таким образом, разработка новых перспективных методов переработки фильтрационного осадка является актуальной задачей на современном этапе.

Целью исследований явилась разработка эффективного энергосберегающего, дешевого способа утилизации дефеката путем модификации его поверхности с помощью процесса термолиза и создание на его основе силикатных красок различной цветовой гаммы.

Термолизный дефекат получают из ККСО путем термолиза при температуре 200...260 °С. Исследования процесса термолиза дефеката проводили, используя современные методы: микроскопический анализ, определение активности CaO термолизного дефеката по времени гашения извести; рентгенофазовый и дериватографический анализы.

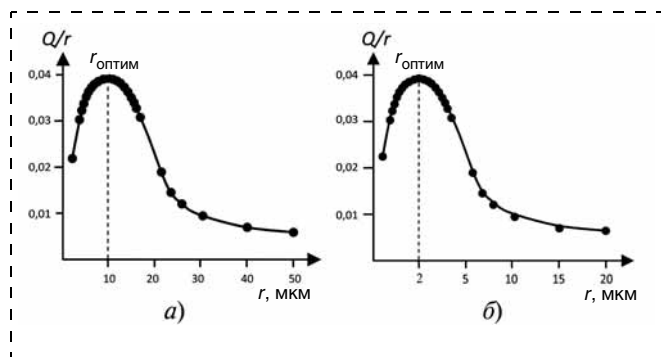


Рис. 1. Дифференциальные кривые диаметров частиц исходного (а) и термолизного дефеката (б)

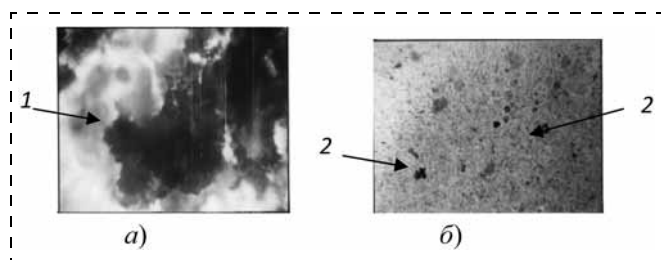


Рис. 2. Микрофотографии ИД (а) и ТД₂₆₀ (б):
1 — агрегаты частиц; 2 — феноляты кальция синего цвета

Седиментационный анализ проводился с помощью торсионных весов типа ТW. Использовалась 0,5 %-ная суспензия дефеката в воде. Результаты анализа представлены на рис. 1. При термообработке оптимальный размер частиц r уменьшается с 10 до 2...5 мкм, т. е. получают тонкодисперсные частицы массой Q , а, следовательно, с увеличением дисперсности увеличивается сорбционная способность частиц.

После термолиза поверхность пор каналов и наружная поверхность мела (CaCO_3) декарбонизируется, разлагаются сахараы кальция и на поверхности появляются ионы Ca^{+2} , не связанные с поверхностью частиц. Благодаря этому поверхность дефеката становится химически активной.

Для доказательства образования свободных CaO на поверхности термолизного дефеката использовался метод Уайта [3], основанный на взаимодействии ионов Ca^{+2} с фенолом и приводящий к образованию отчетливо наблюдаемых под микроскопом фенолятов кальция синего цвета. Жидкость Уайта представляет собой раствор фенола в нитробензоле (1:1); в ее состав целесообразно вводить 2...3 капли дистиллированной воды.

Методика эксперимента состояла в следующем: тонко измельченный термолизный (ТД₂₆₀) и исходный дефекат (ИД) помещают в небольшом количестве на предметное стекло, смешивают с кап-

лей фенолнитробензольной жидкости и смесь покрывают сверху покровным стеклом.

При наличии в исследуемом материале свободных CaO в препарате уже через несколько минут после его приготовления начинают расти игольчатые кристаллы фенолята кальция синего цвета. При этом, если в материале присутствует свободный CaO , то феноляты кальция образуют перистые или сферолитовые скопления, что и наблюдается на микрофотографиях (рис. 2).

Количество свободной извести подсчитывали по числу гнезд или отдельных кристаллов фенолята кальция, образовавшихся на свободной площади препарата. Поскольку микроскопическая реакция Уайта очень чувствительна, то она позволяет определить до 0,1 % свободного оксида кальция. При наличии в ТД₂₆₀ значительных количеств CaO феноляты появляются через 5...10 мин, а при небольшом его содержании лишь через 30...60 мин.

Исследование проводили на оптическом микроскопе "БИОЛАМ — М". Препараты просматривали при большом увеличении, объективы ($\times 60$) с включенным анализатором. Микроскопический анализ ИД и ТД₂₆₀ представлен на фотографиях рис. 2. Анализируя полученные снимки приходим к выводу о том, что в термолизном дефекате появились частицы CaO на его поверхности (рис. 2, б), кроме того происходит диспергирование частиц дефеката. На рис. 2, а в исходном дефекате четко видны агрегаты частиц с кристаллизационной влагой и размер их достигает 8...10 мкм, а в термолизном дефекате размер частиц 2...5 мкм.

Для выяснения образующихся фазовых структур при обжиге дефеката был проведен рентгенофазовый анализ (РФА) образцов (рис. 3) на диф-

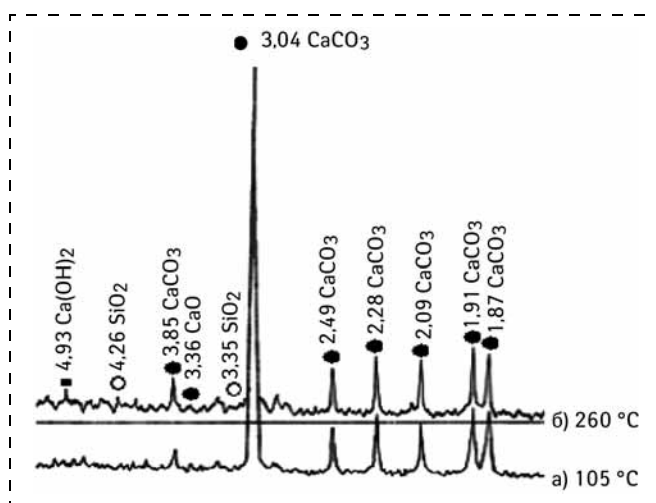


Рис. 3. РФА дефеката: а — предварительная сушка при $t = 105$ °С; б — обжиг при $t = 260$ °С:

■ — Ca(OH)_2 — портландит (75,69 % CaO); ● — CaCO_3 — кальцит; ○ — SiO_2 — кварц



рактометре ДРОН—2 по методу порошковых дифрактограмм, полученных при различной температуре обжига. На дифрактограмме в исходном дефекате (рис. 3, а) имеем полосу $d = 3,04 \text{ \AA}$, характерную для CaCO_3 . Кроме того, присутствует полоса кварца $d = 3,35 \text{ \AA}$.

При сравнении полос CaO в ИД и TД_{260} (рис. 3, б) четко прослеживается увеличение ширины полосы, свидетельствующей о росте содержания этого компонента в смеси, а также появляется полоса портландита ($d = 4,93 \text{ \AA}$), можно сделать вывод о том, что интенсивность полос во втором случае увеличивается, так как происходит частичная декарбонизация CaCO_3 с образованием CaO и CO_2 . Это еще раз подтверждает активизацию поверхности дефеката за счет процесса термолитиза [4].

В технологии защитно-декоративной отделки внутренних и наружных поверхностей зданий и сооружений широкое применение находят силикатные краски на основе жидких калиевых или натриевых стекол (Na_2SiO_3) в качестве связующего, различных пигментов и карбонатных наполнителей.

Механизм процесса взаимодействия силиката натрия с термолитическим дефекатом заключается

Состав и свойства силикатной краски на основе TД_{260} в сравнении с красками на основе мела

Компоненты и показатели свойств	Состав			
	1	2	3	4
Жидкое натриевое стекло (модуль 2,5), %	39	37	35	30
Термолитический дефекат (TД_{260}), %	51	55	59	70
Пигмент (на основе ХОЖК*), %	10	8	6	0
Укрывистость, г/м ²	130	150	180	240
Адгезия, баллы (по ГОСТ 15140—78)	1	1	1	2
Атмосферостойкость (по ГОСТ 9.074—77)	Отслаивания нет			
Прочность на удар, кг/см	45	50	50	50
Составы на основе мела	1	2	3	4
Жидкое натриевое стекло (модуль 2,5), %	39	37	35	30
Мел, %	51	55	59	70
Пигмент сурик железный, %	10	8	6	0
Укрывистость, г/м ²	120	112	117	118
Адгезия, баллы (по ГОСТ 15140—78)	2	2	2	2
Атмосферостойкость (по ГОСТ 9.074—77)	Отслаивания нет			
Прочность на удар, кг/см	45	45	45	45

* Пигмент красного цвета на основе отходов — хвостов обогащения железистых кварцитов (ХОЖК) [5].

в следующем: при смешивании жидкого стекла (Na_2SiO_3) с TД_{260} происходит частичная гидратация свободной CaO на поверхности дефеката с образованием Ca(OH)_2 ; затем в процессе гидратации благодаря высокой активности термолитического дефеката и большой удельной поверхности известкового отхода, равной $400...600 \text{ м}^2/\text{кг}$, в присутствии влаги и тонкодисперсных частиц жидкого стекла ($\text{SiO}_2 \cdot \text{Na}_2\text{O}$) возможно образование низкоосновных гидросиликатов кальция типа $-\text{Ca}-\text{O}-\underset{|}{\text{Si}}-\text{O}-\text{H}$ на поверхности. Эти соединения придают краске высокую прочность.

Термолитический дефекат — высокоактивное вяжущее вещество, что доказано физико-химическими и микроскопическими исследованиями. Именно TД_{260} соединяет все компоненты смеси в единое целое — силикатную краску. За счет этого компонента возникают кальциево-гидратные, гидратно-силикатные и карбонатные соединения, необходимые для придания силикатной краске высоких технологических свойств. В таблице представлены составы и основные свойства полученных силикатных красок.

Следует отметить, что полученные силикатные краски обладают универсальной адгезией к бетону, кирпичу, натуральному камню, асбестоцементу, древесине и имеют высокую прочность при ударе, атмосферно- и кислотоустойчивы.

Таким образом, термолитический дефекат можно использовать при производстве силикатных красок в качестве кальцийкарбонатного наполнителя вместо мела для использования их в защитно-декоративной отделке внутренних и наружных поверхностей зданий и сооружений.

Список литературы

1. Климанова Е. А. Силикатные краски. Получение, свойства и применение / Е. А. Климанова, Ю. А. Боршевский, И. Я. Жилкин. — М.: Стройиздат, 1968. — С. 86.
2. Тарасова Г. И. Очистка сахаросодержащих растворов с помощью термолитического дефеката (TД_{260}) / Г. И. Тарасова, М. В. Павлова // Сб. докл. IV Междунар. научно-практ. конф. "Экология — образование, наука, промышленность и здоровье". — Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. — Ч. 1. — С. 171—174.
3. Бут Ю. М. Практикум по химической технологии вяжущих материалов / Ю. М. Бут, В. В. Тимашов. — М.: Высшая школа, 1973. — С. 504.
4. Тарасова Г. И. Перспективные способы очистки побочных продуктов и утилизации отходов сахарного производства: монография / Г. И. Тарасова. — Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2010. — С. 150.
5. Свергузова С. В. Пигмент — наполнитель из отходов мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов / С. В. Свергузова, Г. И. Тарасова // Строительные материалы. — 2008. — № 6. — С. 72—74.

УДК 621.039.58

М. Н. Тихонов, Международный клуб ученых, Санкт-Петербург
E-mail: algalnik@yandex.ru

Уроки Фукусимы: проблемы и решения

Природа не признает шуток, она всегда серьезна, строга и права; ошибки и заблуждения исходят от людей.

И.-В. Гёте

Над природой не властвуют, если ей не подчиняются.

Френсис Бекон

На основе системного анализа открытых публикаций систематизирован и обобщен обширный материал о постфукусимском синдроме. Много внимания уделяется проблеме возникновения, углубления (вплоть до превращения в катастрофу) и ликвидации нештатной ситуации. Представленный материал — своеобразная иллюстрация того, насколько масштабны, сложны и непредсказуемы самые мрачные сценарии в атомной отрасли в плане обеспечения ядерной и радиационной безопасности населения.

Ключевые слова: ядерная энергетика, атомная электростанция, чрезвычайная ситуация, облученная тепловыделяющая сборка ядерного реактора, контейнмент, радиация, радиоактивные отходы, радиоактивное загрязнение, доза облучения

Tichonov M. N. Lessons of Fukushima: problems and decisions

On the basis of the system analysis of open publications the extensive material about post-fukushima a syndrome is systematised and generalised. A lot of attention is given to a problem of occurrence, deepening (up to transformation into accident) and liquidations of a supernumerary situation. The presented material is an original illustration of that, how large and complicate challenges are problems of nuclear branch in respect of maintenance of nuclear and radiating safety of the population.

Keywords: nuclear power, an atomic power station, the extreme situation, irradiated heat-generating assemblage of a nuclear reactor, containment, radiation, a radioactive waste, radioactive pollution, an irradiation dose

Ядерная энергетика Японии

Япония — густонаселенная островная страна, в которой на 372 тыс. км² проживают почти 117 млн человек, из них 75 % — в городах. Высокоразвитое государство по объему ВВП занимает второе место в капиталистическом мире.

Ядерная энергетика в Японии стала приоритетной с 1973 г. В 2010 г. в стране эксплуатировалось 54 блока атомных станций, вырабатывающих 46 823 МВт (э), строились еще два блока мощностью 2650 МВт, всего планировалось построить 14 блоков. За счет действующих станций покрывалось 30 % энергетических потребностей. По установленной мощности Япония занимала третье место после США (104 реактора) и Франции (58 реакторов) место в ядерной мировой энергетике. К 2017 г. планировалось довести уровень ядерной энергетики в стране до 40 %, в 2030 г. — до 50 % и обеспечить замкнутый ядерный цикл.

По плотности размещения атомных электростанций (АЭС), кВт/км², Япония (86,1) занимает пятое место после Бельгии — 194,1, Южной Кореи — 188,5, Тайваня — 138,3 и Франции — 116,0.

В трех северных префектурах Мияги, Фукусима, Ибараки находятся 14 ядерных энергоблоков. В результате мартовского землетрясения 2011 г. 11 блоков были остановлены автоматически. Все реакторы на северо-востоке Японии относятся к типу кипящих водо-водяных реакторов BWR. Эта конструкция ядерных реакторов является второй по распространенности в мире.

Атомная электростанция "Фукусима-1" входила в число 25 крупнейших АЭС мира (шесть энергоблоков мощностью 4,7 ГВт). Это первая АЭС, построенная и эксплуатирующаяся Токийской элек-



троэнергетической компанией (TEPCO). В 11,5 км южнее расположена АЭС "Фукусима-2", также находящаяся в эксплуатации этой компанией.

Реакторные установки для I, II и VI энергоблоков АЭС "Фукусима-1" были сооружены американской корпорацией General Electric, для III и V — Toshiba, для IV — Hitachi. Все шесть реакторов спроектированы корпорацией General Electric. Архитектурное проектирование энергоблоков выполняла компания Ebasco. Строительные конструкции возводила японская фирма Kajima.

26 марта 2011 г. I энергоблоку АЭС "Фукусима-1" исполнилось 40 лет. За месяц до аварии было получено разрешение на продление лицензии на его эксплуатацию.

Природные предпосылки катастрофы

Регион Тихого океана характеризуется повышенной энергонасыщенностью. Над поверхностью Тихого океана находится атмосферная область с высокой электропроводностью между ионосферой и поверхностью воды. Вулканическая деятельность наиболее активна по периферии океана. Очаги землетрясений залегают на глубине 10...30 и даже 100 км, причем глубинные разломы, по которым действуют вулканы, направлены под углом к земной коре, уходя в сторону материка. По мнению сторонников теории дрейфа материков, в этом месте литосферные плиты подходят одна под другую, являясь основной причиной сейсμοдинамики этого региона. Вдоль восточного склона острова Хонсю тянется Японский желоб протяженностью 1000 км и глубиной до 8412 м.

Авария на АЭС "Фукусима-1" продемонстрировала, насколько высока вероятность реализации самого мрачного сценария в ядерной энергетике. Атомная станция подверглась практически одновременно воздействию двух природных факторов: рекордного по мощности землетрясения (магнитудой 8,9 баллов по шкале Рихтера) и рекордной по высоте волны цунами. Эпицентр землетрясения находился в океане в 70 км от острова Хонсю на глубине 24 км в 80 км восточнее территории, где расположена АЭС "Онагава", и в 150 км северо-восточнее от обеих АЭС "Фукусима-1", "Фукусима-2". Волна цунами превысила высоту 7 м.

Землетрясение и цунами вызвали пожары в шести префектурах, в том числе на крупнейших нефтеперерабатывающих заводах Сендай и Итихара. Были полностью разрушены ряд автострад, железнодорожные пути, закрылись морские порты, затоплено четыре больших города. Сендайский аэропорт был смыт водой. Пять аэропортов, в том числе в Токио и Саппоро, прекратили работу. Более миллиона домов лишились водоснабжения

и электропитания. Число погибших в 12 префектурах Японии составило 15 467 человек, 7482 — числятся пропавшими без вести, ранены 5388 человек. Экономический ущерб от цунами превысил 300 млрд долл.

Хронология событий на АЭС "Фукусима-1"

11 марта 2011 г. в **14:46** у побережья острова Хонсю на глубине 24 км произошло 9-балльное землетрясение. Из-за подземных толчков автоматически останавливаются I, II и III энергоблоки АЭС "Фукусимы-1". Энергоблоки IV, V и VI не работали из-за прохождения планового технического обслуживания. Подземные толчки спровоцировали отключение атомной станции от электросети, но подключились резервные дизельные генераторы, которые продолжили охлаждение. Оператор компании TEPCO уведомила соответствующих должностных лиц о происшедшем событии на АЭС.

В 15:27 первая волна цунами ударила по атомной электростанции. Поврежден аварийный конденсатор I энергоблока, предназначенный для охлаждения пара внутри резервуара под давлением. **В 15:46** 14-метровая волна цунами превысила заграждающую дамбу, затопив сооружения АЭС "Фукусима-1", вывела из строя резервные дизельные генераторы, кроме одного, расположенного под землей, и смыла топливные баки. Генераторы предназначались для аварийного расхолаживания реакторов. Система начала использовать паровые насосы с батарейным питанием клапанов.

В 18:00 уровень воды в реакторе I энергоблока понизился до вершин топливных стержней. **В 19:03** премьер-министр Наото Кан объявляет 4-й аварийный ядерный статус по Международной шкале ядерных событий INES (авария с локальными последствиями). **В 19:30** топливные стержни I реактора полностью показываются над поверхностью воды. **В 21:00** Правительство Японии издает распоряжение об эвакуации людей в радиусе 3 км вокруг АЭС "Фукусима-1".

Продолжительная нехватка электричества на АЭС "Фукусима-1" истощает батареи резервных модулей постоянного тока, которые не способны длительно поддерживать работу систем, поврежденных во время катастрофы. Давление в ядерных реакторах возрастает из-за снижения уровня теплоносителя. Компания TEPCO объявила, что уровень давления в I реакторе вдвое превышает нормальный.

Пар отводился и конденсировался в тороидальном бассейне, в нижней части реакторного помещения. Когда несколько метров воды над активной зоной испарились (в I энергоблоке это произошло через 8 ч), тепловыделяющие элементы

(ТВЭЛы) начали обнажаться и перегреваться. При температуре 1200 °С водяной пар вступил в реакцию с циркониевыми оболочками ТВЭЛов. Скорость этой экзотермической реакции зависит не только от температуры, но и от давления пара. Давление в контайнменте и тороидальном конденсаторе быстро росло.

Руководство ТЕРСО оказалось перед выбором: сбросить давление для уменьшения угрозы взрыва или ждать, когда расплавится активная зона. Слабым местом оказался тор, он взорвался. Водород попал в помещение реакторного блока. Первая искра привела к взрыву гремучей смеси. Этого можно было избежать, если бы руководство АЭС своевременно приняло решение о подаче в реакторы морской воды. Но морская вода делала реакторы непригодными для дальнейшей эксплуатации. Из-за интересов коммерции решение об использовании морской воды на тот момент было отложено.

Закачка свежей воды в I реактор началась **12 марта в 05:50**. В **06:50** ядро I реактора расплавилось и ушло на дно корпуса реактора (в тот момент это было неизвестно). В **10:09** небольшое количество пара было сброшено в атмосферу для снижения давления в реакторе I энергоблока АЭС "Фукусима-1". Снижение давления также было необходимо для того, чтобы позволить пожарным закачать морскую воду непосредственно в реактор. В **20:00** в реактор I энергоблока начинается закачка морской воды непосредственно в гермооболочку реактора с помощью пожарных машин. Давление в реакторе II энергоблока АЭС "Фукусима-1" остается высоким. Для его снижения принимается решение еще раз сбросить радиоактивный пар в атмосферу.

12 марта ТЕРСО признала отказы систем охлаждения трех из четырех энергоблоков АЭС. В **02:40** батареи резервного питания компенсатора давления в реакторе III энергоблока вышли из строя, в **04:15** обнажились топливные стержни этого реактора. В **05:30**, несмотря на высокий риск воспламенения водорода вследствие реакции с кислородом, принимается решение сбросить пар, содержащий небольшое количество радиоактивных материалов в гермооболочку, чтобы ослабить давление внутри I реактора АЭС "Фукусима-1".

Из-за отсутствия охлаждения температура в активной зоне реакторов превысила 1800 °С. В результате термической диссоциации оставшаяся в активной зоне вода стала разлагаться на кислород и водород. По достижении предельного давления газов и взрывоопасной концентрации водородно-кислородной смеси произошел взрыв, вызвавший разрушение конструкций, включая оболочку и защитный корпус III реактора. Вследствие этого произошел выброс в атмосферу радиоактивных

нуклидов и значительное тепловое, газовое и химическое загрязнение окружающей среды.

Интенсивное тепловое загрязнение вызвало возникновение высокотемпературных пожаров. Дальнейшее выделение тепловой энергии в активной зоне реакторов при отсутствии отвода теплоты привело к расплаву ТВЭЛов и образованию коридора, который под действием высоких температур начал испаряться. Топливные стержни I энергоблока стали видны над водой через 4 ч после аварийного отключения станции, полностью расплавились через 16 ч. На расплавление ТВЭЛов энергоблоков понадобилось 60 ч, на расплавление реактора — 100 ч.

В 15:30 объявляется эвакуация жителей трехкилометровой зоны в радиусе АЭС "Фукусима-2", а также жителей десятикилометровой зоны вокруг АЭС "Фукусима-1". В **15:36** происходит мощный взрыв водорода во внешней оболочке I энергоблока, что приводит к ее разрушению. Ранено четверо рабочих.

В 21:40 зона эвакуации вокруг АЭС "Фукусима-1" расширяется до радиуса 20 км, вокруг АЭС "Фукусима-2" — до 10 км.

13 марта объявлено о возможном частичном расплавлении III реактора. К **13:00** в I и III реакторах снижено давление и реакторы заново заполнены водой и борной кислотой для охлаждения и сдерживания ядерных реакций. Началась массовая эвакуация населения из 20-километровой зоны вокруг АЭС "Фукусима-1" (эвакуировано около 170 тыс. человек) и 10-километровой зоны вокруг АЭС "Фукусима-2" (около 30 тыс. человек).

14 марта взорвалось здание III энергоблока, ранено 11 человек. Реактор и его защитная оболочка не повреждены. Взрыв нарушил водоснабжение II энергоблока, реактор которого содержал воды меньше нормального уровня (считалось, что он стабилен, несмотря на то, что давление внутри реактора было высоким). По заявлениям компании ТЕРСО выбросов радиоактивных веществ не произошло, кроме того, что выброшено при сбросе пара. Но взрыв повредил временные охлаждающие системы, возникли проблемы с вентиляционными системами, в результате чего II реактор оказался в самом тяжелом состоянии.

15 марта произошел взрыв в компенсаторе давления, который вызвал повреждение оболочки II энергоблока. В IV энергоблоке вспыхнул пожар, затронувший отработавшие топливные стержни. Уровень радиации на станции значительно возрос. Радиационная эквивалентная доза в помещении в непосредственной близости от III энергоблока составила 400 мЗв/ч.

16 марта в 14:30 ТЕРСО объявила, что вода в хранилище топливных стержней IV энергоблока



может закипеть, увеличивая вероятность достижения критического уровня уязвимости топливных стержней. Над станцией "Фукусима-1" появился белый дым, предположительно исходящий от III энергоблока. Из-за опасно возросшего уровня радиации (до 1 Зв/ч) компания ТЕРСО приостановила работы на АЭС и эвакуировала персонал. В V и VI энергоблоки стали заливать воду.

17 марта вертолеты гражданской обороны четырежды сбрасывали воду на реакторы III и IV энергоблоков. Во второй половине дня было объявлено, что IV реактор заполнен водой и ни один из топливных стержней не остается открытым. Начаты восстановительные работы внешнего электрического снабжения всех шести энергоблоков АЭС "Фукусима-1". Для тушения пожаров и охлаждения поврежденных реакторов ликвидаторы использовали уцелевшие стационарные средства, переносные приспособления, плавсредства и летательные аппараты, способные подавать к очагу аварии морскую воду. Но их производительность была недостаточной для устранения интенсивного тепловыделения в поврежденных реакторах.

С 19:00 полицейские и пожарные при помощи пожарных рукавов с высоким давлением воды пытались распылить воду над III энергоблоком. Вода подавалась в верхнюю часть разрушенного защитного корпуса реактора, попадала в зону высоких температур не на источник теплового выделения, мгновенно превращалась в пар, разлагавшийся на кислород и водород, приводящих к новым взрывам. Для распыления воды непосредственно в реакторы было предложено использовать два установленных на грузовиках бетононасоса.

Разрушение зданий I, III и IV энергоблоков сыграло и положительную роль: улучшилось охлаждение контейнментов реакторов, а значит, и самих реакторов. Съемка тепловизором показала, что температура крышного покрытия II энергоблока, здание которого было слабо повреждено, поднималась выше 150 °С. Можно представить, какой была температура в самом здании и, тем более, внутри реактора. Такая же картина характерна для I и III энергоблоков.

18 марта токийский пожарный департамент направил тридцать пожарных машин с 139 пожарными и командой спасателей, включая пожарный грузовик с 22-метровым водонапорным насосом для распыления охлаждающей воды. **19 марта** их сменила команда из 100 токийских и 53 осакских пожарных. Вода распылялась в течение 7 ч, что позволило снизить температуру на III энергоблоке до 100 °С, а уровень радиации понизить с 351,4 до 265 мЗв/ч. Высокий уровень радиации (150 мЗв/ч) был обнаружен на расстоянии 30 км на северо-запад от станции "Фукусима-1". Японские власти

присвоили ситуации 5-й уровень. Потеря охлаждения активной зоны IV энергоблока была классифицирована как 3-й уровень. Компания ТЕРСО сообщила, что все четыре энергоблока АЭС "Фукусима-1" перешли в режим "холодного останова", т. е. температура охладителя в них стала ниже 100 °С, и все системы охлаждения полностью работоспособны. Налажена их стабильная работа.

20 марта ко II энергоблоку было подключено внешнее электроснабжение, продолжились работы по восстановлению оборудования. Отремонтированные дизельные генераторы VI энергоблока позволили запустить охлаждение V и VI энергоблоков, что снизило температуру воды в их бассейнах до нормальной. Генеральный секретарь Кабинета министров Японии объявил, что ядерный комплекс "Фукусима-1" будет закрыт, как только минует кризис.

21 марта в 15:55 над III энергоблоком появился серый дым. Работы по восстановлению энергоснабжения приостановились из-за вероятного возникновения пожара. **В 18:22** белый дым, сопровождавшийся временным повышением уровня радиации, был замечен над II энергоблоком. **21 марта** компанией ТЕРСО было заявлено, что с восстановлением энергоснабжения кризис не закончится, так как поврежденные системы охлаждения ремонту не подлежат, их нужно менять.

22 марта дым над II и III энергоблоком сохраняется. Возобновились ремонтные работы, так как повышения уровня радиации нет. Продолжилась закачка морской воды в I, II и III энергоблоки. Ко всем шести энергоблокам подведены кабели резервного энергоснабжения.

Из-за черно-серого дыма, вновь появившегося над III реактором **23 марта**, сотрудников очередной раз эвакуировали. Внутри поврежденного здания реактора возник небольшой пожар. За счет восстановленной системы водоснабжения I энергоблока увеличено количество воды внутри реактора. В токийской питьевой воде выявлен уровень радиации, вдвое превышающий норму.

К 24 марта уровень радиации вблизи станции снизился до 200 мЗв/ч. Трое рабочих подверглись радиоактивному облучению из-за просочившейся в защитные костюмы радиоактивной воды, двоим понадобилась срочная госпитализация. Инфракрасное обследование зданий реакторов показало, что температура I—IV энергоблоков снизилась до 11...17 °С (температура в контуре реактора 30 °С).

25 марта в турбинах I и II энергоблоков была также обнаружена радиоактивная вода. По-видимому, в гермооболочке реактора появилась трещина. Содержание йода-131 в морской воде составило 50 Бк/мл, что в 1250 раз превышало норму.

26 марта уровень радиации около станции еще высок — 170 мЗв/ч. Появилась возможность заполнения реакторов вместо морской пресной водой, доставленной на двух баржах ВМС США.

27 марта уровень радиационного загрязнения воды на II и III энергоблоках был выше 1000 мЗв/ч и 750 мЗв/ч, соответственно. Технические работы по восстановлению системы охлаждения поврежденных энергоблоков отложены. Видеозапись вертолетами сил Гражданской обороны позволила получить более точную картину повреждений:

- белый дым-пар над зданиями II, III и IV энергоблоков;
- крыша здания II энергоблока сильно повреждена, но еще цела;
- на здании III энергоблока отсутствует крыша, разрушенная взрывом водорода, произошедшего через две недели после катастрофы;
- стены здания IV энергоблока также разрушены.

28 марта, по-видимому, радиоактивная субстанция из расплавленных топливных стержней II энергоблока попала в воду, используемую для охлаждения, которая просочилась в подвал здания, где расположены турбины II энергоблока. Количество закачиваемой воды во II энергоблок было уменьшено с 16 до 7 т, что могло вызвать повышение температуры реактора. Из-за высокой радиоактивности воды приостановлены работы по восстановлению насосов охлаждения и других мощностей с I по IV энергоблок. Небольшое количество плутония обнаружено в пяти образцах, найденных с 21 по 22 марта в зоне наблюдения.

29 марта продолжилось распыление воды над I—III реакторами. Радиоактивная вода начала поступать в каналы технического назначения за пределами зданий трех энергоблоков. Это не позволяло продолжить восстановление охлаждающих и других автоматизированных систем.

30 марта Председатель Совета директоров компании ТЕРСО Ц. Катсумата объявил на пресс-конференции, что не ясно, как могли бы быть решены проблемы на станции. Безотлагательными проблемами стало удаление радиоактивной воды из подвалов зданий и удаление соли из реакторов, образовавшейся из-за использования морской воды.

31 марта выкачена радиоактивная вода из канала технического назначения около I реактора в спецемкость рядом с IV реактором. Вода из конденсаторов II и III энергоблоков выкачена во внешние резервуары с помощью насосов, направленных на АЭС "Фукусима-1" из США, Китая и др.

2 апреля обнаружено, что через 20-сантиметровую трещину в бетонном канале для кабеля энергоснабжения насосов, соединяющем море и

II энергоблок, загрязненная вода со II энергоблока сливается в море.

3 апреля, несмотря на введение водопоглощающей смеси из полимеров, опилок и измельченной бумаги, утечка радиоактивной воды в море продолжается. Уровень радиационного загрязнения воды составлял 1 Зв/ч.

4 апреля компания ТЕРСО начала сбрасывать низкорadioактивную воду в Тихий океан. Это позволило использовать стационарное хранилище РАО для хранения более опасной радиоактивной воды. Планировалось слить 11 500 т радиоактивной воды в море.

6 апреля МАГАТЭ настояло на введении в трещину силиката натрия (жидкое стекло) для предотвращения утечки радиоактивной воды.

7 апреля в 01:31 начат ввод азота в гермооболочку I реактора для того, чтобы разбавить накопленный водород и исключить атмосферный кислород для предотвращения взрыва.

Повторились толчки силой до 7,4 баллов. Большинство рабочих были эвакуированы со станции. Новых повреждений после землетрясения нет, но температура I реактора увеличилась и сопровождалась выбросом радионуклидов (100 Зв/ч) в колодец. Приборы показывали рост давления в реакторе.

9 апреля продолжается борьба за сохранение воды в реакторах для их охлаждения, чтобы предотвратить дальнейшее расплавление ядерных топливных элементов. Компания ТЕРСО приобрела два 95-тонных автобетононасоса, доставленных из России самолетами АН-124. Ими можно управлять дистанционно на расстоянии 2 миль, и воду можно направлять непосредственно в поврежденные реакторы.

11 апреля прервана подача охлаждающей жидкости в I и III энергоблоки из-за прекращения энергоснабжения вследствие землетрясения.

12 апреля Япония официально повысила уровень аварии до 7-го по Международной шкале ядерных событий (аналогично аварии на Чернобыльской АЭС). Вследствие взрыва водорода на I энергоблоке 12 марта и выбросов с III энергоблока сумма выбросов радиоактивного йода достигла 190 000 трлн Бк.

Во время аварии на Чернобыльской АЭС в атмосферу было выброшено в 10 раз больше радиоактивных нуклидов, чем при аварии на АЭС "Фукусима-1" до **12 апреля**. Общее количество радиоактивных материалов, хранящихся на АЭС "Фукусима-1", в 8 раз больше, чем хранилось в Чернобыле. Выбросы на АЭС "Фукусима-1" продолжались. После приостановки действий по охлаждению бассейна выдержки IV энергоблока (из-за ложного предупреждения о наполненности бассейна) тем-



пература воды в бассейне выросла до 90 °С. Уровень радиации от поверхности бассейна достиг 84 мЗв/ч.

С 12 по 17 апреля в I, II, III реакторах ТВЭЛы расплавились, топливо ушло в нижние секции реакторов. Предполагалось, что топливо равномерно рассредоточилось по нижним частям реакторов, что делало "маловероятным" дальнейшее возобновление процесса деления.

18 апреля два робота вошли в I и III энергоблоки АЭС "Фукусима-1" и измерили температуру, давление и уровень излучения (49 мЗв/ч в I энергоблоке и 57 мЗв/ч внутри III энергоблока). Работы также вошли в здание II энергоблока, однако высокая влажность (более 90 %) внутри здания препятствовала обследованию (объектив камеры запотел). Проводились пробные распыления химических реагентов для осаждения радиоактивной пыли на территории площадью 1200 м².

19 апреля начали выкачивать радиоактивную воду из подвала II энергоблока и тоннелей в приспособление для переработки отходов.

26 апреля проводится распыление химических реагентов для осаждения радиоактивной пыли.

27 апреля уровень радиации, измеренный роботами внутри I энергоблока, достиг самого высокого показателя 1120 мЗв/ч.

В мае для предотвращения распространения радиоактивной пыли над зданиями аварийной АЭС произведено распыление склеивающего вещества. Уровень радиации у границ территории станции достиг нормы (менее 1 мЗв/год). Несмотря на достижение "холодного останова" АЭС "Фукусима-1", по-прежнему происходила утечка радиоактивной воды, в результате чего в Тихий океан попало большое количество радиоактивных веществ. Из-за пробоины в одном из каналов системы очистки из нее вылилось 120 т высокорadioактивной воды. Уровень радиации на участке разлива в сотни раз превысил норму — 140 тыс. Бк/см³. Уровень радиоактивного цезия в рыбе, выловленной в близлежащей префектуре Мияги, превысил 360 Бк/кг при норме 100 Бк/кг, что заставило местных рыбаков остановить промысел морского окуня.

С помощью компьютерного моделирования Японское агентство по изучению Земли и океана JAMSTEC создало карту распространения в океане цезия-137 в период с марта 2011 г. по 27.01.2012 г. Ученые рассчитали движение радиоактивных частиц, обусловленное океанскими течениями, с учетом периода полураспада радионуклидов.

5 мая рабочие вошли в здание I реактора, чтобы подключить системы вентиляции для поглощения радионуклидов внутри здания, что позволило начать замену охлаждающих систем.

11 мая уровень цезия-134, -136, -137, йода-131 повысился.

12 мая инженеры компании ТЕРСО подтвердили, что произошло расплавление ядерных топливных элементов реактора, и топливные элементы упали на днище реактора. Топливные стержни I реактора полностью покрыты водой. Подтверждено существование отверстий в основании гермооболочки реактора, которые, по-видимому, были прожжены расплавленной активной частью. Ядерное топливо просочилось в гермооболочку, поврежденную взрывом во время аварии. Активная зона была повреждена в I—III реакторах.

15 мая уровень радиации на первом этаже I энергоблока составил 2000 мЗв/ч. Рабочим разрешено находиться там не более 8 мин. Из гермооболочки реактора в подвал высотой 11 м вытекает большое количество воды, в результате подвал наполовину заполнен водой.

По данным компании ТЕРСО, топливные стержни I реактора стали видны над водой через 4 ч после землетрясения и аварийного отключения станции, и полностью расплавились через 16 ч.

18 мая четверо рабочих вошли в здание II энергоблока, чтобы измерить уровень радиации. Они получили дозу облучения в 3 и 4 мЗв/ч.

С 10 по 22 мая 2011 г в Тихий океан из III реактора вытекло не менее 250 т радиоактивной воды.

24 мая компания ТЕРСО признала факт расплавления активных зон II и III энергоблоков. На расплавление топливных стержней ушло 60 ч, на расплавление реактора — 100 ч (после 9-балльного землетрясения).

В настоящее время ситуация на АЭС "Фукусима-1" полностью стабилизирована. Над I, III и IV блоками должны появиться защитные бетонные саркофаги. Сейчас они накрыты защитными колпаками из полиэфирных панелей. Началась подготовка к извлечению отработавших стержней из расположенных над реакторами бассейнов выдержки.

Последствия радиационного воздействия аварии

По данным радиологического анализа можно выделить два периода интенсивного выброса радиоизотопов: первый соответствовал взрывам на реакторах с 12 по 15 марта, когда в атмосферу были выброшены короткоживущие радионуклиды, второй период — с 20 по 24 марта во время сильного разогрева и разгерметизации реакторов.

Если на первом этапе уровень радиоактивности снижался весьма быстро почти до естественных природных значений, то на втором этапе, когда территории вокруг АЭС были загрязнены радио-

изотопами йода и цезия, спад активности стал менее динамичен. 30—31 марта наблюдался существенный подъем радиоактивности вследствие взрыва водорода на I энергоблоке 12 марта и выбросов с III энергоблока. Сумма выбросов йода-131 достигла 190 тыс. ТБк (1 ТБк это 1 трлн Бк).

Наличие радиоактивных изотопов было выявлено за тысячи километров от места аварии. Основные радионуклиды, выброшенные из реакторов: йод-131 и цезий-137. На момент аварии правительство Японии имело запас в 250 тыс. доз йодистого калия, 200 тыс. доз было выделено населению для профилактики в самый первый период. Правительство Японии считает, что переоблучение щитовидной железы у населения маловероятно. Население отселено в радиусе 20 км от АЭС "Фукусима-1". Живущим в радиусе 20...30 км от АЭС рекомендовано отселиться добровольно. Для некоторых пунктов принято решение об обязательной эвакуации. Уровень облучения, вызванного присутствием "японских" радионуклидов, обнаруженных в ряде стран мира, намного ниже фоновых значений.

На расстоянии 30 км от АЭС "Фукусима-1" уровень радиоактивного излучения 0,2...26 мкЗв/ч (фоновые значения 0,05...0,1). В самолете на высоте 9 тыс. м — 4...7 мкЗв/ч, в горной местности — около 0,5 мкЗв/ч. На территории АЭС есть участки с весьма высоким уровнем радиоактивного загрязнения. Но правильная организация работ позволяет работающему персоналу не превышать предельной дозы, при которой вредное воздействие на организм человека исключено. Но АЭС "Фукусима-1" находится в сейсмоопасной зоне. Могут возникнуть различные проблемы, поскольку оболочки ТВЭЛов разрушены. Каждый скачок давления, очередные землетрясения будут уплотнять ядерное топливо, изменять его распределение в реакторе и создавать зоны локального перегрева.

В течение 10 месяцев компания ТЕРСО могла лишь предполагать, что происходит внутри реакторов после расплавления топлива. В январе 2012 г. удалось получить первые кадры при помощи оптоволоконной камеры. Эндоскоп был введен через отверстие в II реакторе на высоте 7 м от дна гермооболочки. Получено подтверждение, что топливо остается относительно холодным.

Из IV энергоблока АЭС "Фукусима-1" продолжается утечка высокоактивной воды. Точно места протечек установить пока не удалось. Вытекающая вода поступает в цокольный этаж здания IV реактора.

Ветеринары провели дезинфекцию погибших близ АЭС "Фукусима-1" животных, забили скот в зоне отчуждения с согласия его владельцев.

Суммарный выброс радионуклидов йода и цезия на АЭС "Фукусима-1" пока соответствует 10 %-ному объему того, что было выброшено во время аварии на Чернобыльской АЭС (без учета урана и плутония, которые были подняты при пожаре из активной зоны реактора Чернобыльской АЭС). Суммарная мощность разрушенных реакторов АЭС "Фукусима-1" почти в 4 раза превосходит мощность IV энергоблока Чернобыльской АЭС. К этому необходимо добавить накопившиеся за 40 лет эксплуатации АЭС "Фукусима-1" отработавшие тепловыделяющие сборки (ТВС), также сыгравшие негативную роль в развитии аварии.

На АЭС "Фукусима-1" безвозвратно утрачены четыре энергоблока, на Чернобыльской АЭС — 1. Уже через полгода после Чернобыльской аварии I, II и III блоки Чернобыльской АЭС были запущены в работу.

Авария на АЭС "Фукусима-1" принципиально отличается от Чернобыльской аварии, где произошел одномоментный выброс радиоактивных веществ. На АЭС "Фукусима-1" не было взрыва ядерного реактора, не произошло массивного разлета радионуклидов по воздуху. Объем радиоактивных выбросов на АЭС "Фукусима-1" в 7—10 раз меньше, чем на Чернобыльской АЭС, и выброс был направлен в основном в сторону океана. Утечку радиоактивно зараженной воды со станции устранить значительно труднее. Продукты питания требуют контроля, так как из-за накопления по пищевой цепочке в овощах, молоке, мясе могут содержать больше радионуклидов. Также необходим строгий контроль воды из-за миграции радионуклидов в водоносных слоях.

За время аварии на АЭС "Фукусима-1" погибло три человека, ранено 20 человек. По заключению врачей, болезненное состояние 149 пациентов из 610 человек, поступивших в 27 больниц префектуры Фукусима в первые два месяца после аварии, связано с радиофобией. Правительство Японии выделило 1,24 млрд долл. на мониторинг здоровья жителей префектуры Фукусима в течение 30 лет. Одобрен план создания Агентства по атомной безопасности, отвечающего за мониторинг уровня радиации, которым ранее занималось Министерство по делам науки и техники. На шестой неделе после начала аварии началась масштабная проверка влияния аварии на здоровье населения и окружающую среду.

Энергетическая трагедия Японии

Экономический ущерб, нанесенный компании ТЕРСО — владельцу АЭС "Фукусима-1", достиг 32 млрд долл., что составляет 80 % ее стоимости до аварии. Размер компенсаций пострадавшим может



достигнуть 130 млрд долл. Ущерб от остановки АЭС "Фукусима-1" и других атомных станций оценивается в 90 млрд долл. ежегодно. Экономический ущерб от цунами — 300 млрд долл. (без учета падения объемов торговли и промышленного производства). 9 мая 2011 г. компания ТЕРСО запросила финансовую помощь у правительства для осуществления выплат населению, эвакуированному из зоны отчуждения. В то же время компания намерена избавиться от активов на сумму более 6 млрд долл.

Компания ТЕРСО планирует построить морскую дамбу на северо-западе острова Хонсю для защиты крупнейшей в мире (по установленной мощности) АЭС "Касивадзаки-Карива" от мощных цунами. Правительственная комиссия по вопросам ядерной энергетики подготовила план поэтапной ликвидации АЭС "Фукусима-1". Извлечение облученного ядерного топлива из бассейнов выдержки начнется в 2014 г. и закончится через 6 лет.

Недавно обнаруженное на глубине 7 м на дне бассейна выдержки III энергоблока упавшее тяжелое оборудование (перегрузочный узел весом 35 т, сорвавшийся в результате взрыва водорода на III энергоблоке) может серьезно осложнить операцию извлечения топлива из бассейна этого блока.

Начало наиболее сложного этапа ликвидации последствий аварии — извлечение расплавленного ядерного топлива из реакторов планируется не раньше, чем через 10 лет — в 2021 г. Этот процесс займет примерно 25 лет, после чего еще 5 лет специалисты компании ТЕРСО будут демонтировать здания реакторов и другие строения на территории станции. Демонтаж АЭС "Фукусима-1" в общей сложности продлится 40 лет.

Объем выбывших мощностей АЭС "Фукусима-1" составил 4,7 ГВт, остальных пострадавших АЭС — 7,5 ГВт. Пострадавшие мощности составляют около 8 % суммарного производства энергии в Японии. Эти генерирующие мощности вряд ли могут быть восстановлены в ближайшие годы. На авансцену выходят нефть и газ. Спрос на нефть с момента Фукусимской катастрофы вырос более, чем на 230 тыс. баррелей в сутки, на газ — приблизительно на 13 млн м³. До аварии на Японию приходилось 32 % мирового импорта сжиженного природного газа. В последнее время этот показатель возрос на 30 %. Япония потребляет около 20 % экспортируемой восточно-сибирской нефти.

Замещение выбывших энергетических мощностей в Японии будет компенсироваться дополнительной генерацией на природном газе. Терминалы приема сжиженного природного газа и суда-газовозы от землетрясения не пострадали. Ущерб

от стихии электростанциям, работающим на газе, относительно невелик. В качестве дополнительной помощи концерн General Electric обещал изготовить к лету 2012 г. 20 газотурбинных установок. Десять японских генерирующих компаний в эту зиму утроили расход нефтепродуктов. Потребление сжиженного газа возросло на 34 %. Незначительное снижение наблюдалось только по углю (на 1,8 %).

Несмотря на призывы к экономии и энергосбережению, максимальные показатели по потреблению электроэнергии в зимний период слабо отличались от аналогичных показателей прошлой зимы. Рекорд зимы 2010—2011 гг. был зафиксирован 31.01.2011 г., пиковая нагрузка составила 157,260 ГВт, рекорд нынешней зимы 2.02.2012 г. — 155,190 ГВт.

Компания ТЕРСО сообщила об увеличении на 28,5 % топливной составляющей расходов на эксплуатацию генерирующих мощностей. О значительном росте расходов на топливо сообщают и другие генерирующие компании.

Из 50 оставшихся энергоблоков в строю остается только один. Но может сложиться ситуация, при которой работающих атомных станций не останется из-за того, что прошедшие профилактику два реактора АЭС "Оои" не успеют вступить в строй, когда будет остановлен последний работающий в стране реактор АЭС "Томари" на Хоккайдо.

Правительство вынесло решение о необходимости запуска реакторов, так как возникла угроза нехватки электроэнергии в промышленном районе Кансай, к которому относятся крупные промышленные центры Осака и Киото. При неблагоприятном стечении обстоятельств нехватка электричества может составить до 18,6 %. Если, по крайней мере, летом 2012 г. не начнут работать атомные электростанции, то ситуация в некоторых местах может стать напряженной. В Токио не хотели бы допустить такой ситуации, когда в стране не будет работать ни один атомный блок. Это важно с точки зрения психологии, так как в этом случае общественность будет труднее убедить в жизненной необходимости АЭС для островного государства. Япония ставит целью не допустить распространение радиофобии.

Уроки Фукусимы

1. Вероятность тяжелых аварий на АЭС существует, что неоднократно было доказано практикой (Three Mile Island, Чернобыльская АЭС, "Фукусима-1"). С одной стороны, уроки аварии на японской АЭС обнадеживают, поскольку большинство станций островного государства после сильнейших ударов природной стихии остановились штатно.

Это подтвердило устойчивость атомной энергетики к различным природным и техногенным воздействиям. На АЭС "Фукусима-1" не произошло ядерного взрыва реактора. С другой стороны, вызывают тревогу просчеты конструкторов и неготовность руководства и персонала быстро принимать решения (сказался недостаток фундаментальных знаний у специалистов).

Реакторные установки имеют многобарьерные системы защиты, но они не взаимоувязаны с точки зрения ликвидации реальной нештатной аварии. Отсутствуют надежные технологии работы с облученным ядерным топливом внутри реактора после аварии с повреждением штатных подъемных механизмов.

2. Ситуация на АЭС "Фукусима-1" продемонстрировала неготовность японских операторов к нештатным ситуациям. В атомной энергетике не бывает мелочей. Инструкции на случай аварии отсутствовали. Счет времени шел на минуты. Последствия небрежения подготовкой к возможным неприятностям оказались катастрофическими. Можно иметь очень надежный реактор, но споткнуться на источниках резервного энергоснабжения и системах забора охлаждающей воды, на высокой уязвимости бассейнов выдержки отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС), на недостаточной подготовленности персонала и администрации для обеспечения работы АЭС в экстремальных условиях. Руководство компании ТЕРСО, не оценив и не осознав своевременно масштаб катастрофы, и в целях сохранения лица компании, пыталось самостоятельно разрешить возникшую экстремальную проблему, что только усугубило масштабы бедствия.

3. АЭС является объектом сверхвысокой опасности, рассчитанным на долгие годы эксплуатации, больше чем жизнь одного поколения. Поэтому конструкторы должны закладывать в проекты решения с учетом обеспечения безопасности будущих поколений. АЭС должны иметь максимальные запасы прочности, надежности и живучести. При их сооружении должны использоваться только высококачественные материалы.

4. Аварии на атомных объектах, как правило, возникают внезапно и имеют тяжелейшие последствия планетарного масштаба. Ни одно государство в одиночку не в состоянии в полной мере и в короткие сроки ликвидировать последствия аварии на АЭС. Необходимо объединение сил и средств различных стран для решения вопросов безаварийной эксплуатации объектов ядерной энергетики. Для этого требуется своевременное представление достоверной информации в полном объеме, а также разработка единой концепции

ликвидации последствий аварии. Объективно прогнозировать протекание аварий и противостоять разрушительным действиям очень сложно. Полностью исключить вероятность аварий на технических объектах пока не удастся. По мнению специалистов, действия операторов АЭС "Фукусима-1" после землетрясения спровоцировали взрывы на атомной станции.

5. Масштабность и периодичность происходящих в мире техногенных катастроф свидетельствуют о значительно возросшей роли специалистов технического профиля. Сложные технологические системы требуют строгого соблюдения технологий и регламентов. Качество подготовки кадров для обслуживания таких систем, а также ликвидации последствий аварий, должно быть поднято на уровень, соответствующий сложности объектов, создаваемых в XXI веке.

6. Причиной многих крупных аварий последних десятилетий является порочная практика назначения на руководящие инженерные должности "универсальных" управленцев-менеджеров, не способных в силу отсутствия соответствующих знаний и опыта адекватно оценивать сложившуюся ситуацию и принимать на себя ответственность за действия по выводу из нештатной ситуации. Ликвидировать аварии приходится в чрезвычайных ситуациях, требующих быстрого принятия решений, к чему такие "управленцы" не готовы.

7. Для обеспечения технической безопасности АЭС необходимо введение резервных систем охлаждения реакторов и их защитных корпусов, функционирование которых возможно в автономном режиме при полном отсутствии основного и аварийного электропитания. Использование одного вида энергии при обслуживании АЭС недопустимо. В качестве независимого источника энергии может быть использована энергия струйных генераторов, в том числе применение струйных насосов для подачи воды в активную зону реакторов.

8. Неадекватное отражение событий, происходящих в результате аварии и последующей ее ликвидации, официальными органами и средствами массовой информации не позволяют специалистам проанализировать ситуацию и оказать своевременную поддержку для быстрой ликвидации последствий аварии. По данным средств массовой информации (СМИ), авария на АЭС "Фукусима-1" перевешивает ужасы, которые натворила океанская волна, хотя на самом деле все наоборот. Совершенно непонятны объяснения, представленные официальными органами по поводу причин несрабатывания системы аварийного расхолаживания реакторов (ссылки на цунами, превысившую запроектную высоту).



Согласно официальным данным, 13 дизель-генераторов с топливными баками были смыты волной. Но по проекту дизель-генераторы располагаются в здании реакторов. Волна цунами до них не дошла. Если и были смыты, то не основные, а дополнительные передвижные дизель-генераторы. Прошло сообщение, что незадолго до аварии дизель-генераторы на АЭС "Фукусима-1" были заменены газогенераторами, снабжение которых газом осуществлялось централизованно.

Судя по фотографиям и видеоматериалам в Интернете, волна цунами почти не затронула территорию станции. Она обрушилась на объекты, расположенные вдоль береговой линии.

Первые дни аварии проявили все недостатки проекта реакторной установки и ошибки, допущенные эксплуатирующей организацией. *Но главной ошибкой оказалась высокая уязвимость систем аварийного энергоснабжения и системы забора морской воды.*

Был ли шанс у персонала станции предотвратить взрывы водорода на АЭС? По проекту при превышении предельного давления срабатывает предохранительный клапан, и пар из корпуса реактора стравливается во внешний корпус — контейнмент. Прочность контейнмента была недостаточной, поэтому потребовалось сбросить водородно-паровую смесь в здание реактора. После модернизации 1992 г. реакторы этого типа должны были иметь вентиляционную магистраль для сброса давления из тора за пределы здания. Но во время аварии в результате такой вентиляции водород почему-то оказался не снаружи, а в помещениях реакторных зданий.

Мировая ядерная энергетика: постфукусимский синдром

Почему Япония — страна высочайшей технологической культуры допустила возникновение и наихудший вариант развития нештатной ситуации на АЭС, вплоть до превращения ее в катастрофу? Две предыдущие аварии на АЭС в США и СССР должны были научить человечество взвешенному, осторожному отношению к атомным технологиям. Но... ничему не научили. Мощное землетрясение и цунами, обрушившиеся на побережье Японии, нанесли сильнейший удар по всей мировой ядерной энергетике. Избежать жертв и материальных потерь на пути научно-технического прогресса человечеству пока не удастся. Радиофобии после аварий (1976 г.) на АЭС "Three Mile Island" (США) и Чернобыльской АЭС (1986 г.), для ликвидации последствий которых потребовались колоссальные усилия США и СССР, вновь завладели планетой. Авария на АЭС "Фукусима-1" изменила от-

ношение людей к атомной энергетике во всем мире. Большинство государств (21 из 24), в которых проживает 60 % населения Земли, высказалось за закрытие атомных станций. Численность противников атомной энергетике в Китае, Японии, Южной Корее возросла вдвое.

Германия до конца года планирует вывести из эксплуатации семь реакторов. К 2022 г. будут остановлены все 17 реакторов, которые обеспечивают 26 % электроэнергии. Из экспортера электрической энергии Германия уже в марте 2012 г. превратилась в ее импортера. Швейцарские АЭС прекратят работу к 2034 г. От использования атомной энергии отказались Италия и Испания. Франция, где три четверти энергии вырабатывают АЭС, не отказывается от своих программ развития атомной энергетике. Для малых европейских стран атомная энергетика станет менее доступной. Еврокомиссия не позволит им строить новые реакторы. Поэтому Европе придется больше экономить, вкладывать немалые средства в развитие возобновляемой энергетике, увеличивать импорт природного газа, заниматься добычей сланцевого газа. Большие средства инвестируются в генерирующие мощности, технологии энергопередачи, энергосбережения и энергонакопления.

В США, проходящих стадию неторопливого "атомного ренессанса", после Фукусимской аварии можно ожидать некоторого спада интереса к атомным проектам внутри страны. Пока США продлевают сроки эксплуатации действующих АЭС, планируют строительство нескольких реакторов нового поколения, пытаются решать проблему обращения с облученным ядерным топливом и радиоактивными отходами, работают над реактором на быстрых нейтронах.

По числу работающих реакторов (104 блока) США занимают первое место в мире. Реакторы АЭС "Фукусима-1" были разработаны американской корпорацией General Electric. В 2007 г. был образован Глобальный ядерный альянс General Electric и Hitachi. 23 реактора в США, подобных фукусимским, вырабатывают 4 % общего объема электроэнергии США, 20 блоков из 23 получили лицензию на продление эксплуатации еще на 20 лет. 12 реакторов относятся к водяным кипящим реакторам нового поколения.

Авария на АЭС "Фукусима-1" инициировала проверку безопасности действующих АЭС, разработку законопроектов, повышающих требования к системам аварийного расхолаживания реакторов. Набирает силу общественная кампания по закрытию всех 23 реакторов типа Mark-1, которыми была оснащена АЭС "Фукусима-1". США рассчитывают на увеличение добычи собственного при-

родного газа, возобновляемые источники энергии и энергосбережение. Электроэнергетика США в большей степени угольная, а по запасам каменного угля США находятся на первом месте в мире. Рынок в развитии атомной энергетики США может произойти, скорее всего, в 2030—2040 гг. По прогнозам экспертов, структура топливного баланса электроэнергетики США до 2035 г. заметно не изменится.

По мнению обозревателей "Нью-Йорк Таймс", ренессанс атомной энергетики в США закончился. Перспективы развития атомной отрасли в стране выглядят весьма скромно. Призывы сенатора-республиканца Ламара Александера построить 100 новых атомных блоков перешли в раздел мечтаний.

Но и без этого атомная отрасль Америки может зачесть себе в плюс неплохие контракты. Так, комиссия по ядерному регулированию (NRC) выдала комбинированную (строительство и эксплуатация) лицензию для двух новых блоков на АЭС "Вогл". Аналогичную лицензию получили два новых блока на АЭС "В. С. Саммер". Развитие отрасли в Америке сдерживают три фактора — авария на АЭС "Фукусима-1", исключительная дешевизна природного газа и экономическая рецессия. Они не позволяют всерьез говорить о строительстве десятков новых блоков.

Авария на АЭС "Фукусима-1" не пошла на пользу имиджу атомной отрасли. Но и преувеличивать ее значимость не стоит. Она осложнила политическое обсуждение атомных проектов, в частности, создала определенные трудности для проекта по строительству новых блоков на АЭС "South Texas". К нему собиралась присоединиться японская компания ТЕРСО, но теперь у нее хватает проблем на родине. На сегодняшний день четыре блока получили "зеленый свет" на строительство. Две пары блоков с AP-1000 на АЭС "Вогл" и "В. С. Саммер" могут создать хороший задел на будущее.

С другой стороны, авария на АЭС "Фукусима-1" превратилась в хороший аргумент для тех, кто говорит о необходимости строить новые блоки. Представитель компании "Westinghouse" заявил, что "если бы на TMI-2 (Three Mile Island Unit 2) стоял реактор AP-1000, у США не было бы повода вспоминать об аварии на этом блоке. Он бы до сих пор прекрасно работал". Абсолютное большинство из 104 американских реакторов было построено в прошлом веке. Если все они будут заменены новыми проектами, безопасность атомной энергетики существенно увеличится. Но сделать это трудно, так как конкуренция с другими видами производства энергии велика. В США принят подход "ограниченной диверсификации" энергетики. На-

ряду с выдачами госгарантий под строительство новых атомных блоков будет поддерживаться развитие солнечной и ветряной энергетики, нефтяных и газовых станций. Сверхдешевый природный газ делает с точки зрения экономики малопривлекательными любые другие энергоисточники, будь то атом, солнце или ветер.

Китай и Индия, где потребность в энергии быстро растет, сворачивать свои ядерные программы не собираются. Возможно, будут пересмотрены схемы размещения новых атомных объектов. Индия планирует построить 23, Китай — 77 АЭС.

В Южной Корее функционирует 21 реактор, обеспечивающий треть всей электроэнергии страны. Запланировано строительство еще 11 реакторов.

Что касается стран, входивших в СЭВ, от строительства АЭС они не отказались. У России (32 действующих энергоблока, 9 — строится, 5 — за границей) также нет оснований отказываться от своей энергетической стратегии. Продолжится строительство запланированных АЭС с реакторами ВВЭР-1000. Они заменят старые реакторные блоки. Ускоряются темпы работ по развитию реакторов на быстрых нейтронах с замкнутым топливным циклом, что позволит России увеличить запасы ресурсов ядерного топлива более чем на тысячу лет. Рост установленной мощности в России за 10 лет должен составить 18,3 ГВт. В соответствии с государственной программой разрабатываются проекты реакторов на быстрых нейтронах с тяжелым теплоносителем (свинцовым и свинцово-висмутовым). Особое внимание будет уделяться реакторам с естественными системами безопасности, с нулевой вероятностью тяжелых аварий.

В рамках ФЦП "Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года" финансируются работы по опытному реактору БРЕСТ мощностью 300 МВт со свинцовым теплоносителем. Рассматривается проект ПРОРЫВ — два реактора БРЕСТ-1200 с пристанционным замкнутым циклом. В случае его реализации, как полагают авторы проекта, атомная энергетика окончательно разрешит проблемы безопасности АЭС и их ресурсного обеспечения.

Строится реактор на быстрых нейтронах БН-800. На заключительном этапе находится строительство плавучей атомной тепловой электростанции с энергоблоками КЛТ-40С. Планируется развитие атомной энергетики малой мощности до 100 МВт, э. для энергообеспечения отдаленных регионов страны и космических исследований. Конструкторами предложено несколько проектов: УНИТЕРМ, АБВ, СВБР-100.



Большое внимание уделяется радиационной и ядерной безопасности, совершенствованию законодательства и технического регулирования. Решается проблема централизованного хранения ОТВС ядерных реакторов.

Второй раз после Чернобыльской аварии атомная энергетика оказалась перед угрозой вспышки недоверия мировой общественности к атомным технологиям. Для восстановления положительно-го импульса развития ядерной энергетике пред-

стоит большая разъяснительная работа среди населения, специалистов и политиков.

Надеемся, полученные уроки пойдут человечеству на пользу. Атомные реакторы станут гораздо надежнее и безопаснее. И тогда, если в будущем и произойдет крупная авария на АЭС, то лишь из-за прямого попадания в нее астероида. Наша главная обязанность — извлечь из аварии на АЭС "Фукусима-1" все полезные уроки и применить полученные знания на практике.

УДК 519.72

Н. Ю. Илькухин, инж., **А. Б. Вишневкин**, канд. техн. наук, зам. директора, ОАО "Научно-Технический Центр "РАТЭК", г. Санкт-Петербург
E-mail: nikitailkuhin@mail.ru

Статистическое моделирование процесса досмотра ручной клади и багажа пассажиров высокоскоростных поездов "Сапсан" с использованием установок нейтронного радиационного анализа

Приведены результаты исследования параметров потока пассажиров поезда "Сапсан" на досмотровой пункт Московского вокзала (г. Санкт-Петербург). С использованием метода статистического моделирования разработана программа оптимизации числа установок для досмотра багажа и ручной клади пассажиров поезда "Сапсан". Полученные результаты могут быть использованы для решения задач обеспечения безопасности пассажиров высокоскоростных поездов.

Ключевые слова: статистическое моделирование, система массового обслуживания, обеспечение безопасности на транспорте

Ilkuhin N. Y., Vishnevkin A. B. Statistical modelling of process of examination of hand luggage and luggage of passengers yigh-speed trains "Sapsan" with use of systems of the neutron radiating analysis

The paper presents the results of analyzing the parameters of passenger of a high-speed train "Sapsan" on the customs point of the Moscow station (St.-Petersburg). The task of optimizing of number of installations for examination of luggage and hand luggage of passengers of a train "Sapsan". The received results can be used to deal with problems of safety of passengers of high-speed trains.

Keywords: statistical modeling, mass service system, safety on transport

В связи с началом организации движения высокоскоростных поездов в Российской Федерации возрастает угроза террористических атак на объекты железнодорожного транспорта, так как ущерб и общественный резонанс, который может возникнуть в результате катастрофических последствий таких актов, особенно повлекших полный сход поезда с рельсов, будет значительно больше, чем в случае террористических актов на авиационном транспорте.

Поэтому наряду с мерами по ограничению доступа к железнодорожному полотну, которое реализуется для уменьшения возможных угроз по минированию железнодорожных путей, необходимо осуществление мероприятий по предотвращению проноса взрывчатых веществ на поезда.

Для решения актуальной задачи обеспечения безопасности пассажиров высокоскоростных составов в отношении пресечения проноса взрывчатых веществ (ВВ) в вагон для осуществления террористического акта в настоящее время предложен ряд методов, в разной степени использующихся на практике.

Наибольшее распространение в практике превентивных мер обеспечения безопасности на объектах транспортной инфраструктуры получили рентгентелевизионные интроскопы. Несмотря на огромный прогресс, наблюдающийся в последнее время в разработке все более совершенных рент-

геновских установок, вопрос о повышении вероятности обнаружения замаскированных под обычные предметы ВВ остается актуальным, так как даже томографическое рентгеновское изображение предметов не дает возможности близкого к 100 %-ному обнаружению этих ВВ.

Кроме этого попытки повысить вероятность обнаружения ВВ, особенно в автоматическом режиме без участия в процессе решения человека-оператора, приводят как правило к резкому возрастанию вероятности ложных тревог. Использование различных комбинаций рентгеновских установок приводит к увеличению цены линий досмотра.

Естественным путем повышения достоверности обнаружения ВВ (особенно в автоматическом режиме) является комбинирование различных физических принципов их обнаружения. При этом использование ядерно-физических методов, которые по своей сути приводят к автоматизации процесса обнаружения ВВ, остается достаточно актуальным для создания комбинированных систем обнаружения ВВ и других объектов угрозы.

Одним из перспективных для использования в комбинированных системах обнаружения ВВ является метод нейтронного радиационного анализа (НРА) [1], основанный на зондировании объекта контроля тепловыми нейтронами и регистрацией вторичного гамма-излучения с энергией 10,83 МэВ с использованием блоков детектирования и дальнейшей обработкой полученных данных для принятия решения о наличии или отсутствии ВВ. Исследования, проведенные в ОАО НТЦ "РАТЭК", показали, что эти установки со специальной конструкцией и алгоритмами обработки данных (рис. 1 — см. 2-ю стр. обложки) могут с успехом быть использованы при создании комплексных многоуровневых систем обнаружения ВВ, способных надежно решать задачу обнаружения минимальных масс безоболочных ВВ и обеспечивать приемлемый уровень безопасности на объектах транспортной инфраструктуры в отношении проноса ВВ и взрывчатых устройств (ВУ), а также обеспечивать низкие показатели по количеству ложных тревог.

Порядок работы комплексной системы досмотра (рис. 2 — см. 2-ю стр. обложки), состоящей из одного рентгенотелевизионного интроскопа и одной или двух установок на основе метода НРА, следующий. После контроля на первой линии досмотра предмет, вызвавший подозрение у оператора рентгеновской установки, направляется в накопитель перед установкой НРА. Если установка НРА свободна, то предмет перемещается в ее багажную камеру, где осуществляется последующий досмотр. В противном случае, предмет находится в

накопителе до того момента, пока установка НРА не освободится.

Однако если предмет направлен в накопитель установки НРА, который не имеет свободного места, то на рентгеновский интроскоп подается команда прекратить работу до момента освобождения одного места в накопителе. Будем называть такую остановку рентгеновского интроскопа критической. После того, как предмет попадает в накопитель, рентгеновская установка продолжает последующий досмотр. Зона досмотра при использовании комплексной системы обнаружения ВВ показана на рис. 3 (см. 2-ю стр. обложки).

Для разработки процесса досмотра багажа и ручной клади пассажиров поезда "Сапсан" был использован метод статистического моделирования. Для формирования технического оснащения зоны досмотра по 100 %-ному инспектированию багажа и ручной клади пассажиров поезда "Сапсан" на наличие взрывчатых и других запрещенных веществ и предметов требуется определить необходимое число рентгенотелевизионных интроскопов и установок НРА, функцию распределения времени прибытия пассажиров к зоне досмотра, среднее количество ручной клади и багажа, приходящееся на одного пассажира.

Зона досмотра представляет собой характерный пример системы массового обслуживания, основными элементами которой являются входящие потоки требований и обслуживающие их аппараты [2].

Анализ систем массового обслуживания существенно упрощается в случае, если входящий в систему поток требований является простейшим (стационарным пуассоновским), т. е. удовлетворяет условиям ординарности, стационарности и отсутствия последствия. Входящим потоком в рассматриваемом случае является поток багажа и ручной клади пассажиров поезда "Сапсан", который необходимо проконтролировать на наличие ВВ и других запрещенных предметов.

Требование *ординарности* исключает появление в рассматриваемом промежутке времени одновременно двух и более событий, хотя в действительности пассажиры могут прибывать группами к досмотровому пункту.

Требование *стационарности* означает, что вероятностные факторы потока не изменяются, т. е. переходные процессы отсутствуют. На самом же деле интенсивности потока пассажиров неоднородны в течение часа до отправления поезда.

Отсутствие *последствия* означает, что вероятность появления некоторого события в рассматриваемом интервале времени не зависит от того, имело ли место такое событие в любом другом интервале, например, в предыдущем.

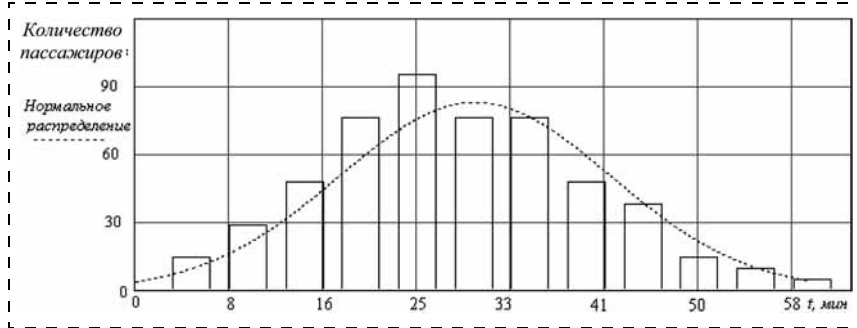


Рис. 4. Распределение времен прибытия пассажиров к досмотровому пункту

Отсюда следует, что использование простейшего потока при изучении систем обслуживания пассажиров несет в себе методологическую погрешность. Следовательно, единственным методом решения поставленной задачи является статистическое моделирование (метод Монте-Карло).

В качестве исходных данных были взяты фактические данные, характеризующие процесс прибытия пассажиров поезда "Сапсан" к досмотровому пункту Московского вокзала г. Санкт-Петербурга, в котором контроль за багажом и ручной кладью пассажиров осуществляется с использованием рентгенотелевизионных интроскопов. Поскольку в результате наблюдений не зафиксировано ни одного пассажира, прибывшего на досмотровый пункт ранее одного часа до отправления поезда "Сапсан", то в качестве интервала времени для статистического моделирования функционирования досмотрового пункта примем 1 ч. Проведенный статистический анализ полученных данных позволил получить вероятностное распределение параметра входящего потока. Гистограммы выборки приведены на рис. 4. По оси абсцисс отложены величины интервалов времен прибытия пассажира от момента начала работы досмотрового пункта до момента отправления поезда.

Анализ построенной по результатам обработки наблюдений гистограммы распределения времени прибытия пассажиров к досмотровому пункту позволяет выдвинуть гипотезу о принадлежности рассматриваемой случайной величины нормальному закону распределения. Проверка статистической гипотезы с использованием стандартного алгоритма критерия хи-квадрат (χ^2) Пирсона подтвердила ее.

Также в результате наблюдений за пассажирами выявлено, что на одного пассажира приходится 0,21 единица багажа и 0,9 единиц ручной клади соответственно. Вместимость поезда "Сапсан" составляет 538 человек. Следовательно, в течение 1 ч необходимо досмотреть 598 единиц багажа и ручной клади пассажиров. Время досмотра одного

предмета на рентгенотелевизионном интроскопе и установке НРА равно 5 и 20 с соответственно.

С учетом изложенных выше результатов исследования и ограниченный разработана программа, моделирующая поток требований (предметов), который приходит в комплексную систему досмотра, и поток предметов, поступающих на установку НРА, определяемый количеством ложных тревог от рентгенотелевизионного интроскопа [3]. В программе вычисляется общее время досмотра

предметов; среднее время ожидания пассажира в очереди перед рентгеновской установкой; общее время, в течение которого рентгеновская установка не работала вследствие критической остановки, количество критических остановок.

Результаты статистического моделирования комплексного пункта досмотра, состоящего из одного рентгенотелевизионного интроскопа и одной или двух установок НРА с различными емкостями накопителей, представлены в таблице, где $P_{лт}$ — вероятность ложных тревог на рентгенотелевизионном интроскопе; $T_{крит}$ — общее время критических остановок рентгенотелевизионного интроскопа; $N_{крит}$ — количество критических остановок; $T_{ожид}$ — среднее время ожидания пассажира в очереди перед пунктом досмотра; $N_{НРА}$ — количество установок НРА; $T_{досмотр}$ — общее время работы досмотрового пункта для инспектирования 598 предметов; $V_{накоп}$ — емкость накопителя перед второй линией досмотра.

Данные, приведенные в таблице, позволяют сделать следующие выводы.

$P_{лт}$	$N_{НРА}$	$V_{накоп}$	$T_{ожид}, с$	$T_{досмотр}, с$	$T_{крит}, с$	$N_{крит}$
0,15	1	2	295	3601	22,4	3,4
		3	285	3589	6,5	0,7
	2	1	281	3577	1,4	0,3
		2	280	3577	0	0
0,2	1	2	383	3726	120	12,7
		3	318	3665	41,5	4,2
	2	1	284	3581	5	0,9
		2	280	3577	0,3	0,05
0,3	1	2	649	4241	601	56,4
		3	618	4189	571	53
	2	1	307	3609	31,7	5,7
		2	285	3586	5,05	0,87

Для решения задачи досмотра 598 предметов за 1 ч при ложных тревогах от рентгенотелевизионного интроскопа не более 30 % достаточно двух установок НРА с накопителями для двух контролируемых предметов. При данном составе комплексного пункта досмотра будет достигнуто повышение уровня обеспечения безопасности на транспорте в отношении несанкционированного проноса ВВ и ВУ и минимальное влияние на процесс посадки пассажиров поезда "Сапсан" для поддержания конкурентных преимуществ высокоскоростного движения.

В настоящее время НТЦ "РАТЭК" продолжает интенсивные разработки технических средств в целях их применения для обеспечения безопас-

ности пассажиров на различных видах транспорта. В разрабатываемых системах используются новейшие научные достижения и технические решения, что позволит максимально повысить уровень защиты людей и имущества при перевозках.

Список литературы

1. **Илькухин Н. Ю.** Новый принцип досмотра багажа авиапассажиров с использованием установок на основе метода нейтронного радиационного анализа // Безопасность жизнедеятельности. — 2011. — № 11. — С. 47–50.
2. **Гнеденко Б. В., Коваленко И. Н.** Введение в теорию массового обслуживания. — М.: Наука, 1987.
3. **Советов Б. Я., Яковлев С. А.** Моделирование систем: Учеб. для вузов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 2001.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 574.24

Н. В. Яковенко, канд. геогр. наук, доц., Шуйский государственный педагогический университет
E-mail: n.v.yakovenko71@gmail.com

Питание населения Ивановской области как показатель состояния здоровья

Приведены данные анализа состояния питания различных групп населения Ивановской области. Показана динамика заболеваемости населения с учетом питания. Рассмотрены основные причины несбалансированности питания населения. Раскрыты особенности и недостатки питания населения детского возраста. Предложены меры по обеспечению качественными продуктами питания населения Ивановской области.

Ключевые слова: питание, заболеваемость, качество, сбалансированность

Yakovenko N. V. *A food of the population of the Ivanovo region as an indicator of a health status*

The analysis of a condition of a food of various groups of the population of the Ivanovo area is carried out. Dynamics of disease of the population taking into account a food is shown. Principal causes of imbalance of a food of the population are considered. Features and lacks of a food of the population of children's age are opened. Measures on maintenance with qualitative foodstuff of the population of the Ivanovo region are offered.

Keywords: a food, disease, quality, equation

Одним из важнейших факторов, определяющих качество жизни населения, является питание населения. В соответствии с Основами государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 г., утвержденными распоряжением Правительства Российской Федерации от 25.10.2010 № 1873-р, целями государственной политики в области здорового питания являются сохранение и укрепление здоровья населения, профилактика заболеваний, обусловленных неполноценным и несбалансированным питанием [1].

Под качественным питанием понимается питание, которое должно обеспечивать организм человека достаточной для нормального развития пищей, количеством калорий, и, что особенно важно, быть сбалансированным по составу питательных веществ: белков, жиров, углеводов, минеральных веществ и витаминов. Для сохранения здоровья человека, его трудоспособности, правильного роста и развития детей необходимо потребление белков, особенно животного происхождения. Рациональной нормой определяется, что доля белков не должна быть меньше чем 15 %, жиров — меньше чем



30 %, а доля углеводов должна составлять соответственно 55 % суточного потребления. Недостаток тех или других элементов приводит к нарушению жизненно важных функций человека.

Согласно официальным данным в последние десять лет состояние здоровья россиян ухудшается: продолжительность жизни в стране значительно ниже, чем в развитых странах мира, кроме того, у большей части населения выявлены нарушения полноценного питания. По мнению специалистов Министерства здравоохранения и социального развития РФ это связано с низкой покупательной способностью россиян, а также с плохим качеством продуктов. По информации, предоставленной оргкомитетом конгресса [2], сейчас на большей части территории России в структуре питания преобладают картофель, крупяные, макаронные и хлебобулочные изделия, а также избыточное количество животных жиров.

Все это приводит к различным заболеваниям: так, например, у 55 % взрослого населения старше 30 лет наблюдается избыточная масса тела и ожирение. А дефицит потребления железа, йода, витамина А, витаминов групп В и Е выражается не только в показателях общей заболеваемости, но еще и в росте числа заболеваний эндокринной системы, системы пищеварения, нарушений обмена веществ.

При исследовании состояния питания различных групп населения Ивановской области установлено избыточное потребление жиров при дефиците полиненасыщенных жирных кислот. Выявлено недостаточное потребление овощей, фруктов, цельного молока, молочных продуктов, яиц, мясопродуктов — основных источников белка, незаменимых аминокислот, витаминов и минеральных веществ. В структуре питания преобладают картофель, крупяные, макаронные и хлебобулочные изделия.

Таким образом, складывается преимущественно углеводная модель питания при недостатке белков животного происхождения. Кроме того, из-за постоянного роста цен пищевые продукты приобре-

таются населением без учета их биологической ценности, что приводит к еще большему дефициту белка, витаминов и микроэлементов. В целом можно сказать о том, что пищевая и энергетическая ценность рациона на душу населения Ивановской области не соответствует рекомендуемой по низкому содержанию белков, жиров и углеводов, в том числе белков и жиров животного происхождения, что приводит к появлению избыточной массы тела и ожирению, способствует развитию анемии, атеросклероза и таких заболеваний, как ишемическая болезнь сердца, инфаркт миокарда, гипертоническая болезнь, инсульт (см. таблицу).

В 2010 г. в сравнении с 2009 г. заболеваемость взрослого населения Ивановской области снизилась только по анемиям, болезням системы пищеварения, язве желудка и 12-перстной кишки. Повышение заболеваемости взрослого населения отмечается по болезням эндокринной системы, расстройствам питания, нарушению обмена веществ, гастриту и дуодениту, ожирению и повышению кровяного давления.

Отрицательная динамика по заболеваемости детского населения в 2010 г. отмечается по повышению кровяного давления, анемиям, болезням эндокринной системы, расстройствам питания, нарушения обмена веществ, гастриту и дуодениту и ожирению. Повышение заболеваемости детского населения отмечается по болезням системы пищеварения. Вопрос обеспечения населения минеральными веществами и микроэлементами, преодоления естественных дефицитов микронутриентов касается, прежде всего, йододефицита. Ситуация природного йододефицита осложняется ростом относительного йодного дефицита, связанного с низким уровнем потребления йодсодержащих продуктов (молочные, мясные, морепродукты), особенно у населения с низкими доходами [3].

В 2010 г. выявлено увеличение щитовидной железы разной степени у 9861 человек, что составляет 1,9 %. Удельный вес лиц взрослого населения с увеличением щитовидной железы (эндемическим

Заболеваемость населения Ивановской области по основным группам неинфекционных заболеваний

Основные группы неинфекционных заболеваний	Заболеваемость на 100 тыс. населения по годам									
	2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
	Взрослые					Дети (0—14 лет)				
Повышенное кровяное давление	7280	7280	8762	10317	10791	50	50	48	72	54
Ишемическая болезнь сердца без гипертонии	4090	4090	3822	3898	3883	0	0	0	0	0
Анемия	600	600	652	601	597	1770	1870	1807	1671	1647
Болезни эндокринной системы, расстройства питания, нарушения обмена веществ	6830	6830	4922	5212	5470	5020	4580	3948	4292	3939
Болезни системы пищеварения	5530	5530	5228	6663	5425	11620	12370	11748	11806	16283
Язва желудка и 12-перстной кишки	1360	1360	1197	1256	1173	70	70	57	58	51
Ожирение	760	760	610	474	529	600	610	706	680	639
Гастрит и дуоденит	1680	1680	1599	1605	1733	2180	2190	2139	1924	1808

зобом) в сравнении с 2009 г. снизился (в 2009 г. он составлял 3,1 %). Удельный вес лиц детского и подросткового возраста с увеличением щитовидной железы в сравнении с 2009 г. также снизился и составил 3,9 % (в 2009 г. данный показатель составлял 5,5 %). Управление Роспотребнадзора по Ивановской области продолжает осуществлять контроль за поставкой и реализацией йодированной соли. На учете находятся оптовые базы, склады, магазины, реализующие йодированную соль. При общей потребности населения в йодированной соли около 2000 т/год, в настоящее время обеспеченность в среднем по Ивановской области составляет 49,5 %, так как в 2010 г. оптовыми базами и складами закуплено 990 т пищевой поваренной йодированной соли (в 2009 г. обеспеченность населения области йодированной солью составляла 957 т). На 1 января 2011 г. йодированная соль реализовывалась в 1047 организациях торговли, в том числе имелась в наличии на 10 оптовых базах; использовалась в 475 организациях общественного питания, на семи предприятиях пищевой промышленности, в 62 лечебно-профилактических учреждениях (ЛПУ), в 452 дошкольных образовательных учреждениях (ДОУ) и школах. Управление Роспотребнадзора по Ивановской области продолжает осуществлять надзор за качеством йодированной соли.

В 2010 г. исследовано 300 проб поваренной пищевой йодированной соли (2009 г. — 420). Качество пищевой поваренной йодированной соли в сравнении с 2009 г. улучшилось — содержание йода ниже нормативного уровня отмечено в 10 пробах, что составляет 3,3 % (2009 г. — 4,0 %). Качество йодированной соли, поступающей по импорту, несколько ухудшилось — количество проб с содержанием йода ниже нормативного уровня составило 1,4 % (в 2009 г. — 1,1 %).

Необходимым условием для рационализации питания населения, снижения алиментарно-зависимых заболеваний у детей и взрослых, в том числе связанных с дефицитом не только йода, но и железа, витаминов и других микронутриентов, продления жизни, повышения работоспособности является внедрение в отрасли пищевой промышленности производства пищевых продуктов, обогащенных микронутриентами, биологически активными добавками, производства диетических и лечебно-профилактических продуктов питания. Обогащенную витаминами и микроэлементами продукцию по состоянию на начало 2011 г. в области вырабатывают шесть предприятий пищевой промышленности (2009 г. — 7), в том числе четыре хлебокомбината (г. Иваново, г. Кинешма, г. Шуя), один молокозавод (г. Родники) и один экспериментальный комбинат детского питания (г. Иваново). Объем выработанной и реализованной обога-

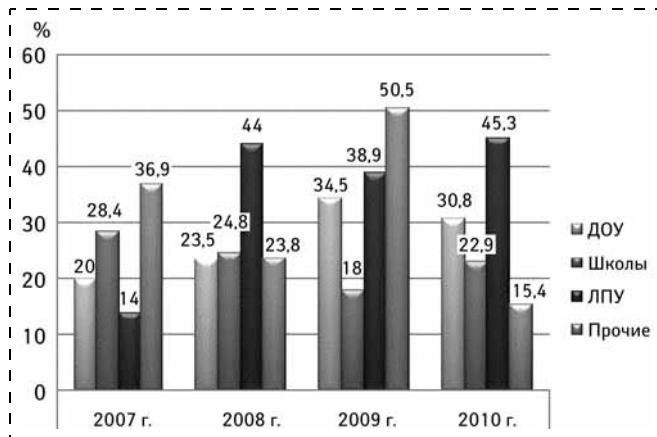
щенной продукции за 2010 г. в сравнении с 2009 г. также увеличился и составил 5152,7 т (в 2009 г. было выработано 2797,2 т).

Важнейшей проблемой является организация питания детей, особенно первых лет жизни. При повсеместном снижении грудного вскармливания детей возрастает потенциальная опасная зона ряда заболеваний. Существуют серьезные недостатки в системе организации питания детей, особенно данного возраста. Снижается количество функционирующих детских молочных кухонь из-за недостаточного финансирования. В 2010 г. в области функционировала только одна молочная кухня (в 2009 г. — 1). При исследовании готовой продукции детской молочной кухни (273 пробы кефира, пастеризованного молока и закваски) на соответствие требованиям Федерального закона от 12.06.2008 г. № 88-ФЗ "Технический регламент на молоко и молочную продукцию" неудовлетворительных проб, как и в 2009 г., не было; исследовано 345 смывов с оборудования, инвентаря и рук персонала (неудовлетворительных результатов, как и в 2009 г., не было) и 24 пробы водопроводной воды, из которых все соответствовали гигиеническим нормативам, как и в 2009 г.

Существуют проблемы с обеспеченностью детских молочных кухонь технологическим оборудованием, посудой, автотранспортом и пр. Продукты на основе фруктов, мяса не производятся. Ситуации по обеспечению питанием детей раннего возраста в области несколько улучшилось в связи с вводом в эксплуатацию в 2008 г. ОАО "Экспериментальный комбинат детского питания", где производятся продукты детского питания на молочной, зерновой и плодоовощной основах. Первый пусковой комплекс обеспечил выпуск молочных продуктов для детского питания мощностью 7...11 тыс. т/год, а также производство цельномолочной продукции мощностью до 100 т/сутки перерабатываемого молока.

Ассортимент продуктов предназначен для обеспечения питанием детей до трехлетнего возраста жидкими молочными продуктами, а также молочными продуктами детей дошкольного и школьного возраста. Предусмотрена выработка стерилизованных молочных продуктов, кисломолочных продуктов, творога методом ультрафильтрации и сепарированием сквашенного молока. Стерилизованные и кисломолочные жидкие продукты предназначены для смешанного или искусственного вскармливания здоровых и ослабленных детей в возрасте от рождения до 1 года, а также детей до 3-летнего возраста. Детский творог предназначен для питания детей в возрасте с 6 месяцев при искусственном и смешанном вскармливании в качестве прикорма.

По второму пусковому комплексу комбинат производит продукты питания на зерно-молочной основе мощностью 2000 т/год, соков мощностью



Исследования блюд на калорийность: динамика показателей калорийности, не отвечающих требованиям заданной калорийности

80 тыс. т/год и пюре мощностью 22 000 т/год. В 2010 г. на комбинате выработано 4652,874 т продукции детского питания на молочной, зерновой и плодоовощной основах. Большой проблемой остается питание организованных коллективов (детских и подростковых учреждений, больниц и т. п.). Исследование 1260 блюд на калорийность показало, что из них не отвечало требованиям заданной калорийности 315 блюд, или 25,0 % (в 2009 г. — 36,2 %).

На фоне улучшения показателей по калорийности блюд в целом, ухудшилась динамика показателей по калорийности в школах и лечебно-профилактических учреждениях, вместе с тем в ДОУ по сравнению с 2009 г. ситуация улучшилась (см. рисунок). В связи с интенсивным развитием генно-инженерной деятельностью возникает необходимость в организации эффективного госсанэпиднадзора за производством и оборотом пищевых продуктов, полученных из генетически модифицированных организмов (ГМО).

При осуществлении госсанэпиднадзора за пищевыми продуктами, полученными из генетически модифицированных источников, санитарная служба Ивановской области руководствуется постановлениями Главного государственного санитарного врача Российской Федерации № 13 от 08.11.2000 г. "О нанесении информации на потребительскую упаковку пищевых продуктов, полученных из генетически модифицированных источников", № 14 от 08.11.2000 г. "О порядке проведения санитарно-эпидемиологической экспертизы пищевых продуктов, полученных из генетически модифицированных источников", № 13 от 31.12.2004 г. "Об усилении надзора за пищевой продукцией, полученной из ГМИ" и № 80 от 30.11.2007 г. "О надзоре за оборотом пищевых продуктов, содержащих ГМО". За 2010 г. исследована 332 пробы продовольственного сырья и пищевых продуктов на на-

личие компонентов, полученных с применением ГМО (в 2009 г. — 371 проба). Из них компоненты ГМО содержали 7 проб — 2,1 % (в 2009 г. — 2,1 %). Информация на этикетке о наличии ГМО в продукте отсутствовала во всех случаях.

Для предотвращения появления на потребительском рынке области некачественной алкогольной продукции специалистами Управления Роспотребнадзора по Ивановской области проводятся надзорные мероприятия в отношении юридических лиц, осуществляющих производство и реализацию алкогольной продукции. Под текущим санитарным надзором находятся 2247 предприятий, занимающихся производством и реализацией спиртов и алкогольной продукции, в том числе: производством этилового спирта и алкогольной продукции — 2, реализацией алкогольной продукции — 2245.

В 2010 г. проведено 146 плановых, в том числе 1 внеплановая проверка деятельности юридических лиц, занятых производством и оборотом алкогольной продукции (в 2009 г. — 399).

В ходе проверок были выявлены такие нарушения санитарного законодательства и законодательства в сфере защиты прав потребителей, как:

- реализация алкогольной продукции, не соответствующей требованиям нормативной документации по органолептическим и физико-химическим показателям;
- нарушение условий хранения алкогольной продукции;
- продажа без документов, подтверждающих качество, безопасность и легальность оборота алкогольной продукции;
- неполная маркировка товаропроизводителя в части отсутствия информации для потребителя о дате розлива, информации на русском языке об изготовителе, его юридическом адресе;
- неправильное оформление ценников на алкогольную продукцию;
- продажа алкогольной продукции без акцизных марок.

Для подтверждения качества и безопасности реализуемой населению алкогольной продукции в ходе надзорных мероприятий в лаборатории ФГУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Ивановской области" осуществляется отбор проб. В 2010 г. была исследована 251 проба алкогольной продукции и пива, 2 из которых не соответствовали требованиям нормативов (0,7 %) (2009 г. — 314, все соответствовали требованиям гигиенических нормативов), в том числе исследовано 5 проб импортной продукции, все соответствовали требованиям нормативов.

По результатам проверок забраковано 58 партий алкогольной продукции и пива объемом 229,2 л (2009 г. — 48 партий объемом 221 л), из них одна

партия импортной продукции объемом 3 л. Причина забраковок — отсутствие документов, подтверждающих происхождение, качество и безопасность продукции, нарушение укупорки, маркировки продукции, несоответствие требованиям ГОСТ. В 2010 г. зарегистрировано 256 случаев отравлений этиловым спиртом, из них 228 случаев с летальным исходом. В 2009 г. был зарегистрирован 421 случай алкогольных отравлений, в том числе 348 — с летальным исходом.

Таким образом, анализ состояния питания населения Ивановской области и обеспечение его качественными продуктами питания требуют решения первоочередных задач, главными из которых выступают:

- активная пропаганда здорового питания, его правильной организации среди населения через средства массовой информации;
- повышение квалификации медицинских работников по вопросам диетологии;

- витаминизация продуктов питания (хлеба, молока, соли и др.);
- усиление гигиенического контроля за качеством пищевого сырья и готовой продукции;
- проведение мониторинга по обеспечению населения основными продуктами питания.

Список литературы

1. **Государственная политика** России в области здорового питания населения // Российская газета — Федеральный выпуск. — 3 ноября 2010 г. — № 5328.
2. **Конгресс** "Здоровое питание населения России" // URL: http://www.foodsmarket.info/news/content.php?id_news=372&id_groups=3 (дата обращения: 8.01.2012).
3. **О санитарно-эпидемиологической обстановке** в Ивановской области в 2010 году // Материалы для государственного доклада. Иваново. Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ивановской области, ФГУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в Ивановской области", 2011. — 150 с.

ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 372.016:614

С. В. Горбачев, асп., **В. П. Соломин**, д-р пед. наук, проф., ректор, РГПУ им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург
E-mail: vileyto@mail.ru

Формирование знаний о природных опасностях на основе приемов организационно-деятельностной интеграции в курсе ОБЖ

В статье обосновано применение на уроках по основам безопасности жизнедеятельности в 7-м классе метаметодических приемов — мини-технологий межпредметной организационно-деятельностной интеграции, использование которых по различным дисциплинам позволяет эффективно формировать знания о природных опасностях, осваивать способы деятельности, применяемые учащимися при решении различных проблем.

Ключевые слова: природные опасности, опасные природные явления, приемы организационно-деятельностной интеграции, метаметодические результаты

Gorbachev S. V., Solomin V. P. Formation of knowledge of natural hazards on the basis of the techniques of organizational-active integration into the course principles of personal and social safety.

In the article the application of the lessons on the basics of life safety in the 7th grade receptions — mini-interdisciplinary technologies of organization-activity integration, whose use in the classroom in different disciplines, can effectively build knowledge about natural hazards, to ways of activity, pupils used to solve various problems.

Keywords: natural hazards, methods of organization and activity-integration, learning outcomes for a single methodical for teaching



В повседневной жизни человек подвергается воздействию различного рода опасностей как природного и техногенного, так и социального характера. Защита населения и территорий от проявления различного рода опасностей — одна из важнейших функций государства наряду с обеспечением национальной безопасности и устойчивого развития государства. Важнейшим элементом обеспечения личной безопасности человека являются его знания, умения, готовность к адекватным действиям в любых экстремальных ситуациях. Знания о природных явлениях, в том числе опасных для жизни и деятельности человека, наряду с биологическими, климатологическими, геологическими, экологическими знаниями играют основополагающую роль во всей системе естественно-научных знаний. Без овладения знаниями о природных опасностях невозможно решить задачи, связанные с потребностью современного общества — видеть личность, способную к ответственности в принятии решений в реальных жизненных ситуациях по обеспечению личной безопасности и безопасности окружающих [7].

Курс "Основы безопасности жизнедеятельности. 7 класс" призван подготовить школьников:

- к безопасному поведению человека в тех или иных экстремальных и чрезвычайных ситуациях природного и социального характера;
- к овладению умениями действовать в опасных и чрезвычайных ситуациях;
- к ценностному отношению к человеческой жизни.

Это многогранный курс, требующий от учащегося применения знаний по многим школьным дисциплинам. Ведь для того, чтобы представить последствия того или иного опасного явления в природной среде, необходимо знать причину его возникновения. В противном случае знания у учащихся будут формальными, действия — лишены смысла [5].

Примерная программа основного общего образования по основам безопасности жизнедеятельности (базисный учебный план) выделяет на изучение раздела "Чрезвычайные ситуации природного характера, их последствия и правила безопасного поведения" ограниченное количество времени — 7 часов. Такой объем времени по изучению безопасности и защите человека в ЧС природного характера не позволяет учащимся в полной мере овладеть системой знаний и умений "востребованных в повседневной жизни, позволяющих адекватно воспринимать окружающий мир, предвидеть опасные и чрезвычайные ситуации и в случае их наступления правильно действовать" (Образовательный стандарт основного общего об-

разования по ОБЖ (приказ Министерства образования России от 05.03.2004 г. № 1089). Уроки (в объеме 7 часов), отводимые на изучение этой темы, должны быть направлены не только на актуализацию знаний (с учетом внутрипредметных и межпредметных связей) по различным видам природных опасностей, но и на изучение, отработку алгоритма правильного поведения в сложных жизненных ситуациях (стихийные бедствия, природные катастрофы).

Такой подход к обучению требует поиска новых форм, методов и технологий, направленных на эффективное и качественное усвоение знаний по основам безопасности жизнедеятельности (природным опасностям). Среди таких методик заслуживает положительной оценки использование приемов и мини-технологий организационно-деятельностной интеграции, которая позволяет более мобильно и системно изучать школьникам 7 класса природные стихийные явления, определять их место в нарушении гармонии системы "Природа—Человек—Общество", получать знания о возможности прогноза, предупреждения и оценки стихийных бедствий, правилах поведения для снижения ущерба здоровья и сохранения жизни.

Организационно-деятельностная интеграция обеспечивает реализацию деятельностных межпредметных связей, когда на уроках по разным предметам используются одни и те же приемы организации активной учебной деятельности учащихся; когда учителя вступают в своеобразную кооперацию и не тратят время на объяснение учащимся правил выполнения нестандартных заданий. Это обеспечивает регулярность и систематичность включения учащихся в разноуровневую активную деятельность в различных формах посредством использования группы метаметодических приемов, обеспечивающих достижение соответствующих результатов освоения основной образовательной программы (в том числе формирование универсальных учебных действий) [6]. Теоретическое обоснование и обобщение опыта учителей и преподавателей по использованию приемов организационно-деятельностной интеграции отражено в работах таких ученых и методистов, как Т. К. Донская, Г. Н. Ионин, Н. Е. Кузнецова, Н. С. Подходова, В. П. Соломин, Н. Л. Стефанова, Е. П. Суворова, И. М. Титова, М. С. Шаталов и др.

При организации познавательной деятельности на уроках по ОБЖ следует учитывать общие требования к межпредметным мини-технологиям:

- возможность применения различных форм организуемой работы (групповой и фронтальной);
- необходимость непосредственных действий от каждого учащегося;

— участие всех присутствующих в классе учеников;

— возможность (и необязательность) самостоятельного вступления учащегося в диалог (по собственному желанию);

— диалогичность;

— небольшая затрата времени (исключение — решение ситуационных задач);

— возможность (для учащегося) узнать правильное решение в краткие сроки [2].

Приемы включают в себя тренинговые мини-технологии и являются универсальным средством организации адаптационно-развивающего общения на уроках по разным предметам. Рассмотрим некоторые из них и приведем примеры их использования в процессе изучения природных опасностей в курсе ОБЖ:

1. Мини-технология "Опрос учащихся по перечням определений".

2. Фронтально-тренинговочные диалоги по матричным основам (мини-тренажеры ММТ).

3. Предметные диктанты.

4. Дидактические игры.

5. Ситуационные задачи.

Суть приема "Опрос учащихся по перечням определений" состоит в том, что для каждой учебной темы составляется перечень ведущих изучаемых понятий (определенных требованиями стандарта образования и программой дисциплины ОБЖ), которые в столбик в пронумерованном виде выписываются на демонстрационном плакате либо готовятся для предъявления учащимся иным способом: подготовка отдельных карточек, оформление списка на доске перед уроком, изготовление кодослайдов или компьютерных слайд презентаций и т. д. Учитель знакомит с ним учащихся и объясняет правила опроса, и с этого момента начинается работа школьников над перечнем понятий. Каждый ученик должен уметь давать определение всем понятиям и конкретизировать их. Прием можно использовать на разных этапах урока: при проверке домашнего задания, на этапе закрепления изучаемого материала, на этапе контроля и оценивания знаний.

Перечень определений по теме "Наводнения": нагонное наводнение, подтопление, затопление, дамба, паводок, затор, река Нева.

Контроль знаний по определениям и основным понятиям темы или раздела можно проверять также с использованием тестов. Учитель осуществляет подбор тестовых заданий с выбором одного правильного ответа, направленных на выявление уровня усвояемости содержания понятий темы, раздела или курса. Даная мини-технология начи-

нается с составления инструкций для учащихся, текста задания и вариантов ответов.

Примеры контрольной тестовой проверки знаний учащихся о природных опасностях и ЧС природного характера в курсе "Основы безопасности жизнедеятельности 7 класс".

Вариант 1. Проверка усвоения понятия от термина к простому воспроизведению (тема "Наводнения"):

Нагонное наводнение — это наводнение, ... :

А. Вызванное весенним таянием снега на равнинах или таянием снега и ледников в горах. *В. Вызванное под действием на водную поверхность сильного ветра, циклонов на берегу больших водоемов и в морских устьях крупных рек.*

Б. Вызванное дождями и ливнями или быстрым таянием снега при зимних оттепелях. *Г. Вызванное прорывом плотин при переливе воды через гребень плотины.*

Вариант 2. Проверка усвоения понятия от содержания определения к термину (тема "Оползни, сели, обвалы, лавины"):

Горный поток, состоящий из смеси воды и рыхло-обломочной горной породы, это:

А. Оползни. *В. Лавина.*

Б. Обвал. *Г. Сель.*

Вариант 3. Соотнесение терминов и содержания понятий:

Термин	Содержание понятия
Обвал	<i>А. Паводок, временный поток смеси воды и большого количества обломков горных пород, возникающий в бассейне небольших горных рек и вызванный ливневыми осадками или таянием снегов</i>
Оползень	<i>Б. Быстрое перемещение масс горных пород, образующих преимущественно крутые склоны долин</i>
Сель	<i>В. Скользящее смещение (сползание) масс грунтов и горных пород вниз со склонов гор и оврагов, крутых берегов морей, озер, рек под влиянием силы тяжести</i>
Лавина	<i>Г. Быстрое, внезапно возникающее движение снега и(или) льда вниз по крутым склонам гор</i>

Фронтально-тренинговочные диалоги по матричным основам (мини-тренажеры ММТ). Суть данной технологии заключается в том, что учитель формулирует всему классу общее задание для устной (письменной) фронтальной работы на карточках, предлагая одному из учащихся начать ответ. Поскольку все карточки комплекта одинаковые, каждый из учащихся обязан следить за правильностью ответа вызванного ученика, поднимать руку в тех случаях, когда необходимо внести дополнение или исправление и быть готовыми в любой момент продолжить ответ с любого места, вносить дополнение или исправления в тех случаях, когда это необходимо. После двух-трех тренировок с



карточками ММТ учащиеся легко осваивают этот прием работы, и он оказывается весьма эффективным, поскольку обеспечивает быструю мобилизацию внимания всех присутствующих в классе учащихся, предоставляет им условия для постоянной самопроверки, и, что особенно ценно, обеспечивает возможность получения инициативы при вступлении в общий диалог. Определение перечня вопросов по тренажеру зависит от поставленной цели урока и уровня обученности учащихся. Варианты могут иметь дифференциацию по уровню сложности.

Пример тренажера, направленного на проверку сформированности знаний по опасным природным явлениям учащихся по материалу курса, раздел "Опасные и чрезвычайные ситуации природного характера и защита населения от их последствий".

I вариант	II вариант
Ветровой нагон	Половодье
Овраг	Площадь затопления
Наводнение	Обвал
Затор	Катастрофическое наводнение
Крупный оползень	Изменение ландшафта
Цунами	Карст
Выброс судна на берег	Ливневые осадки

Вопросы для учащихся:

1. Выберите из перечисленных терминов опасные природные явления.
2. Выберите из перечисленных терминов явления, которые характерны для вашей местности.
3. Сгруппируйте их по соотнесенности к различным классификациям (классификации по происхождению, мощности, масштабу и т. д.)
4. Определите, к какому типу опасностей они относятся. Возможен также другой тип вопроса: "Какие из предложенного перечня явлений относятся к гидрологическим (морским гидрологическим, метеорологическим и т. д.) явлениям?"
5. Определите, какие из представленных терминов являются последствиями, а какие причинами.
6. Расскажите об опасностях явлений (какие опасности представляют данные явления для населения, сельского хозяйства, окружающей природной среды и т. д.).

Предметные диктанты являются традиционным, но не достаточно используемым средством активизации учебной деятельности учащихся. В зависимости от функции (обучающая, контролирующая, проверяющая, мотивирующая и т. д.) они используются на различных этапах урока и могут включать различные типы вопросов (воспроизведение в том или ином виде факта, закончить предложение или заполнить пропуски, ответить "Да"

или "Нет", выбрать вариант из нескольких предложений, решить устно задачу и т. д.).

Пример терминологического диктанта по теме "Правила безопасного поведения при возникновении обвалов, оползней и селей".

Обычно места, где могут сходить селевые потоки известны. Перед выходом в горы _____ эти места на маршруте своего движения и _____ их, особенно после _____ дождей. Всегда помните, что врасплох застигнутому селевым потоком человеку _____, как правило, не удастся. От селевого потока можно спастись, только избежав его. В селеопасных районах устраиваются противоселевые _____ и _____, сооружаются обводные каналы, снижается уровень горных озер, укрепляется земля на склонах путем посадки _____, проводятся наблюдения.

Слова, которые надо вставить: эвакуация, оповещение, деревья, изучать, избегать, обильный, спастись.

При организации и проведении **дидактической игры** требуется разъяснение учащимся игровых правил, проведение минимальных организационных мероприятий (выбор ведущих, распределение по командам, подготовка игрового оборудования и т. д.). Если учителя работают согласованно, пользуясь единым комплексом приемов организации познавательной деятельности учащихся, тогда каждый использует то, что наработано коллегами. Правила включения в игру закрепляются по мере ее использования учителями различных предметов, и она становится вполне доступным способом активизации познавательной деятельности учащихся и формирования универсальных учебных действий. Традиционными являются такие игры, как "Черный ящик", аукцион "Знаний", блиц-турнир "Радуга", "Эстафета" и др.

К наиболее универсальным, требующим минимальных затрат учебного времени, характеризующихся технологичностью игровых правил и подготовки, а также использованием очень простого, но характерного игрового оборудования относятся такие модели, как "Третий лишний" (может быть "Пятый..." и т. д.), "Почта", "Правильно собери", "Цепочка", "Узнай объект", "Знаешь ли ты это...", "Ошибки в тексте", "Кто быстрее".

Пример использования дидактических игр в рамках курса ОБЖ.

Модель 1 "Узнай объект". По тексту учащийся должен установить, какое явление является причиной создания той или иной опасной ситуации и определить ее характеристики.

"12 сентября 2008 г. искусственные спутники Земли в точке с координатами 57° северной широты

161° восточной долготы зафиксировали серию пепловых выбросов на высоту 4 км. По словам представителя геофизической службы облака и шлейфы из пепла растягиваются на сотни километров и несут угрозу авиации, поэтому данный район и ближайшие аэропорты закрыты для полетов". О каком опасном явлении идет речь? Какую карту необходимо выбрать, для того чтобы подробнее изучить место стихийного бедствия?

1. Европы 2. Азии 3. Северной Америки 4. Южной Америки.

Модель 2 "Цепочка". При выполнении задания необходимо дополнить цепочку действий человека, оказавшегося во время землетрясения дома (в квартире):

- А) не выбегать на балкон
- Б)
- В)
- Г)
- Д)
- Е) закрыть лицо и голову руками

Модель 3 "Ошибки в тексте". Учащимся в работе с такого рода моделями предлагается выявить фактологические или терминологические ошибки, имеющиеся в данном тексте. Работа над текстом с ошибками предполагает развитие критического отношения к тексту, позволяет совершенствовать навык использования терминов и понятий по основам безопасности жизнедеятельности в доступной и интересной форме. Такие задания используются в качестве проверки усвоенных знаний по определенной теме на повторительно-обобщающих уроках, в качестве фрагментарного задания на различных по дидактической цели типах уроков и в игровых ситуациях.

Модель 4 "Третий лишний". Это задание на исключение "лишнего" объекта из списка. Например, учащимся выдаются наборы карточек с объектами, принадлежащими к одной группе и одну—две из другой группы. Предлагается найти лишние объекты и объяснить, почему они лишние:

1. ЧС природные, техногенные, социальные, гидрологические, экологические.

2. Буря, ураган, смерч, ливень, сильный снегопад, наводнение, засуха.

Приведенная задача имеет простое решение, но можно предложить учащимся самим составлять такие задачи, и такое составление становится логической задачей. Использовать этот вид задач можно повсеместно в процессе обучения: при изучении классификаций, видов природных объектов и их элементов, при проверке правил действий в опасной ситуации и т. д. (при этом происходит активизация межпредметных связей с географией, экологией, историей).

Модель 5 "Кто быстрее". На этапе закрепления знаний по теме "Землетрясения" можно предложить игру " Кто быстрее". Класс делится на группы. Каждая команда получает конверт, в котором на карточках описаны действия людей при землетрясении. Задача группы — положить их в правильном порядке.

Еще один прием, который используется на различных предметах — решение **ситуационных задач** с практической направленностью, с обоснованием выбираемых решений. Они позволяют учащимся не только осмыслить практическую жизненную проблему, возможно экстремальную, но и актуализировать определенный комплекс знаний (мировоззренческих, оценочных, краеведческих и др.), необходимый для усвоения при разрешении данной проблемы.

В методике обучения безопасности жизнедеятельности методами обучения с использованием ситуационных задач занимались Т. С. Назарова, С. П. Данченко, А. В. Старостенко и др. Это так называемые смыслоориентированные задачи (ситуационные) — новый тип самостоятельной работы с ясно обозначенным требованием выразить свое отношение, свою оценку рассматриваемой ситуации. В зарубежной педагогике решение ситуационных задач носит название кейс-метода.

Школьный курс "Основы безопасности жизнедеятельности. 7 класс" обладает большим потенциалом в реализации кейс-метода по решению задач с использованием материала по изучению природных опасностей. Источниками его может быть художественная и публицистическая литература, оперативная информация из средств массовой информации, Интернет-ресурсы, а также статистические и научные публикации. Задачи могут быть разного уровня сложности: 1-й уровень — информационно-рецептивный; 2-й уровень — репродуктивный, 3-й уровень — творческий.

Содержательное наполнение задач 1-го уровня ограничивается требованиями образовательного стандарта и фактически может представлять прямое преобразование текста учебного пособия. Ключевыми к этим задачам можно считать вопросы: Кто? Что?

Приведем пример такой задачи с использованием материала по изучению природных опасностей и ЧС природного характера:

Нагонные наводнения в устье реки Невы складываются из трех составляющих:

длинная волна, которая может повысить уровень воды в Неве на 200...250 см;

ветровой нагон, который может повысить уровень воды в Неве на 40...50 см;

сейша, которая может повысить уровень воды в Неве на 140...150 см.



Какой максимальный уровень подъема воды возможен в условиях Невы? Каков наибольший подъем уровня воды в Неве наблюдался? [4]

Ключевыми словами к задачам 2-го уровня могут быть вопросы: Почему? Как? При решении задач общего уровня учащиеся могут работать в парах и малых группах. Во время групповой работы учитель может являться консультантом, поочередно работая с каждой группой. Затем каждая группа может предложить свой вариант решения задачи и отчитаться перед классом.

Или другой пример. На Всероссийской конференции по неблагоприятным природным явлениям присутствовали представители Мурманска, Нальчика, Оренбурга, Санкт-Петербурга, Улан-Удэ, Южно-Курильска. Каждый из них сделал по одному из следующих докладов: "Наводнения сгонно-нагонного характера", "Цунами", "Землетрясения", "Пыльные бури", "Туманы как неблагоприятный фактор для навигации", "Снежные лавины".

Как вы думаете, какой именно доклад был сделан каждым из участников конференции? Кто из делегатов мог особенно заинтересоваться докладами своих коллег и какими именно?"

При решении задач 3-го уровня сложности (повышенный уровень) кроме логических операций применяются эвристические операции, которые составляют невыводные компоненты решения. Эти операции направлены на снятие "барьеров" прошлого опыта, на пополнение опыта новыми знаниями не путем их логического выведения из уже имеющихся, а посредством дополнительного изучения предложенной ситуационной задачи, анализа ее с новых сторон. Как правило, задача включает в себя: название; ситуацию — проблему (случай); личностно-значимый познавательный вопрос; информацию по данному вопросу, представленную в разнообразном виде (текст, таблица, график, статистика); вопросы и задания для работы с задачами различной сложности (ознакомление—понимание—применение—анализ—синтез—оценка). При отборе материала по ситуационным задачам такого уровня (кейс-метода) учителю рекомендовано придерживаться следующих критериев для создания хорошего кейса [1]. Он должен быть с хорошей фабулой; фокусироваться на теме, вызывающей интерес; включать цитаты из разнообразных источников; содержать проблемы, понятные ученику. Кроме того, он может вызвать чувство соперничества с его главными действующими лицами и требует высокой оценки уже принятых решений.

Приведем пример такой задачи по теме "Цунами", разработанную на материале сайта: Все о Цунами (поражающие факторы, причины воз-

никновения, правила безопасности при цунами и др., новости о цунами, видеосюжеты, фотобанк) <http://www.cunami.com/index.html>, которую можно применить при изучении природных опасностей в курсе ОБЖ.

26 декабря 2004 г. на побережье Шри-Ланки, Индии, Индонезии, Таиланда, Малайзии, Сомали, Кении обрушилась проливная волна 10-метровой стеной; она прошла по побережьям этих стран. Причиной катастрофы стало землетрясение магнитудой 9,0 по Рихтеру — самое мощное за последние 40 лет. Очаг землетрясения залегал на 30-километровой глубине недалеко от провинции Ачех на северо-западе острова Суматра. Общее число погибших от этой катастрофы составило около 300 тыс. человек.

1. Задание на ознакомление.

Как называется волна, ставшая причиной этой разрушительной катастрофы?

2. Задание на понимание.

Почему именно в этом регионе последствия от землетрясения приобрели такой разрушительный характер?

3. Задание на применение.

Какие действия вы бы предприняли в этой опасной ситуации, если бы оказались в ней? Оцените степень вашей готовности к ситуации.

4. Задание на анализ — синтез.

Профилактику каких действий и мероприятий нужно проводить службам ЧС в этом регионе?

5. Задание на оценку.

Какие экологические, социально-экономические, политические проблемы принесла эта катастрофа данному региону? Ответ обоснуйте, используя дополнительную информацию сайта.

Важная категория данного приема обучения — понятие "анализ". Существует множество видов анализа: системный, корреляционный, факторный, статистический и др. Все эти виды анализа могут использоваться в ситуационных задачах, что в значительной мере расширяет их возможности [8].

Таким образом, охарактеризованные приемы — мини-технологии организационно-деятельностной интеграции способствуют созданию учебно-воспитательной среды, в которой ученик может активизировать свою познавательную деятельность по приобретению знаний, умений и навыков безопасного поведения при проявлении различного рода природных опасностей. Отбор преподавателями ОБЖ интегративных приемов обучения позволяет осваивать учащимся способы деятельности (в т. ч. универсальные учебные действия), применимые как в рамках образовательного процесса по основам безопасности жизнедеятельности, так и при решении проблем в реальных жизненных ситуациях. Этот факт позволяет говорить о достижении

определенных метапредметных результатов, которые сегодня являются необходимыми требованиями освоения основной общеобразовательной программы в области безопасности жизнедеятельности [4].

Список литературы

1. **Акулова О. В.** Конструирование ситуационных задач для оценки компетентности учащихся: Учеб-метод. пособие для педагогов школ / О. В. Акулова, С. А. Писарева, Е. В. Пискунова. — СПб.: КАРО, 2008. — 96 с.
2. **Вилейто Т. В., Верещагина Н. О.** К вопросу о межпредметной организационно-деятельностной интеграции на примере географии и иностранного языка. Географическая наука и географическое образование: традиции и новации // Сборник научных трудов. — СПб: Облик, 2005. — 162 с.
3. **Данченко С. П.** Сборник ситуационных задач по курсу основ безопасности жизнедеятельности: учеб-метод. пособие / С. П. Данченко. — СПб: СПбАППО. — 184 с.
4. **Концепция** федеральных государственных образовательных стандартов общего образования: проект / Рос. Акад. образования; под ред. А. М. Кондакова, А. А. Кузнецова. — 2-е изд. — М.: Просвещение. 2009 — 39 с.
5. **Маслов А. Г.** Основы безопасности жизнедеятельности на уроках географии. 6—9 класс: Учебно-метод. пособие / А. Г. Маслов. — М.: Дрофа, 2009. — 109 с.
6. **Примерные программы** основного общего образования. Основы безопасности жизнедеятельности. — М.: Просвещение, 2010. — 40 с.
7. **Соломин В. П.** Безопасность жизнедеятельности. Учеб. для высших учебных заведений / В. П. Соломин, Л. А. Михайлов, В. М. Губанов. — М.: Академия, 2008. — 272 с.
8. **Сулов В. Г., Павленко Е. К.** Ситуационные задачи в курсе "География России" // География и экология в школе XXI века. — 2010. — № 2. — С. 57—62.

УДК 614.8

Л. В. Сулова, канд. биол. наук, доц., Казанский государственный энергетический университет
E-mail: surova58@mail.ru

Современные методы преподавания БЖД при подготовке бакалавров

Описаны трудности и проблемы, которые необходимо решать при переходе на подготовку бакалавров. Обоснована необходимость активных и интерактивных форм проведения занятий по безопасности жизнедеятельности (БЖД). Установлена необходимость развития у студентов навыков самостоятельной работы. Выявляются особенности домашней работы при выполнении определенных практических работ по БЖД.

Ключевые слова: компетенции бакалавра по БЖД, самостоятельная работа студентов, групповая работа

Surova L. V. Innovative methods in the preparation of bachelors on the safety of human life

Describes the difficulties and problems that must be addressed when you go to the training of bachelors. Justified, the need for active and interactive forms of training for safety. Installed, need to develop students skills of independent work. Identifies the characteristics of home work, when you perform certain practical works on the safety of human life.

Keywords: the competence of the bachelor of the safety of human life, independent work of students, group work

Вузы России переходят на двухуровневую систему высшего образования "бакалавр — магистр" на основе компетентностного подхода, на что ориентирует и Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС).

Для вузов двухуровневая система высшего образования предполагает иную технологию всего образовательного процесса. Если в действующих ГОС (с 2000 г.) основное внимание уделяется качеству содержания образования и качеству учебного процесса, то в ФГОС, по идее разработчиков, — качеству результатов обучения и освоения образовательных программ, выраженное в компетенциях [1, 2]. Но при этом качество содержания образования и качество учебного процесса являются проверяемыми составляющими любого образования, тогда как результаты обучения и освоения образовательных программ, выраженное в терминах компетенций, в принципе не могут быть проверяемыми. Большинство формулировок компетенций в ФГОС [3] начинаются со слова "способность", но способности — это индивидуальные психологические особенности личности, являющиеся условием успешного осуществления дея-



тельности. Поэтому проявление и развитие профессиональных способностей (компетенций) выпускника возможно только в самой деятельности по выбранной профессии, а не на этапе обучения и даже окончания вуза [4]. Кафедры вуза могут заложить лишь основы для развития потенциальных профессиональных способностей. В процессе профессионального образования студенты должны обрести необходимые компетенции.

Анализ профессиональных задач бакалавра, формулируемых ФГОС, свидетельствует о том, что профессиональная деятельность бакалавра несет на себе исполнительские функции, направленные на непосредственную реализацию в производственной практике инженерных идей, проектов и планов, а вот генерировать эти идеи, вероятно, будут выпускники магистратуры [3, 2].

По рекомендациям учебно-методического совета по техносферной безопасности в составе УМО по университетскому политехническому образованию при МГТУ им. Н. Э. Баумана, а также научно-методического совета по безопасности жизнедеятельности Министерства образования и науки РФ в компетенцию бакалавра по БЖД должны входить:

- знания основ культуры безопасности;
- знания комплекса опасностей, действующих на человека и природу;
- глубокие знания опасностей, возникающих в сфере профессиональной деятельности;
- умение прогнозировать опасности при создании новых технических средств, организации и проведении технологических процессов, а также в условиях создания санитарных зон;
- умение минимизировать опасности до нормативных значений за счет применения рациональных средств и методов защиты;
- новые достижения личной безопасности в любых условиях жизнедеятельности, соблюдения условий коллективной безопасности в повседневной деятельности и при возникновении чрезвычайных ситуаций;
- умение проведения предупреждающих действий с целью не допустить возникновения несоответствий, приводящих к опасностям, а также навыки ликвидации последствий их воздействия на человека и среду обитания.

Для реализации данных компетенций в подготовке бакалавра содержание дисциплины БЖД, отличающееся большим объемом и разнообразием, насыщенностью терминологическим и фактологическим материалом, нуждается в глубоком анализе и существенной доработке. Этому спо-

собствует и существующая тенденция сокращения аудиторной нагрузки, особенно лекционной, которая делает все более проблематичным полноценное освоение полного объема учебной дисциплины.

Так как сокращается число лекционных занятий, то увеличивается доля самостоятельной работы студента, вводятся новые формы занятий: активные и интерактивные, которые должны составлять не менее 20 процентов аудиторных занятий. Все это требует соответствующей методической проработки. Кроме того, изменения методики требуют и новые условия, сложившиеся в настоящее время. Рассмотрим некоторые из них:

Во-первых, за последние годы кардинально изменилось количество домашних компьютеров. Так, если в середине 90-х годов прошлого столетия в аудитории из 100 человек лишь единицы утвердительно отвечали на вопрос о наличии в семье компьютера, то в 2010 г. в аналогичной аудитории примерно две трети утвердительно отвечают на вопрос о наличии в семье более одного компьютера [5].

Во-вторых, значительное снижение уровня подготовки современного контингента студентов и заметное снижение уровня мотивации к обучению у современной молодежи.

В-третьих, в образовательный процесс активно внедряются мультимедийные лекции, которые позволяют резко повысить интенсивность процесса обучения.

Первое условие является закономерным результатом развития нашей цивилизации, является ее неотъемлемой частью и, конечно, носит прогрессивный и положительный характер. Одна из граней процесса получения качественного образования: самостоятельность. Пока студент самостоятельно не решит некоторую задачу, не выполнит самостоятельно лабораторную работу или расчетное задание, он ничему не научится. Термин "*самостоятельная работа*" и лежит в основе системы высшего образования.

Но учитывая **второе условие**, чем дальше, тем больше становится процент студентов, стремящихся уйти от самостоятельной работы. И для этого подобным студентам широчайшие возможности предоставляет современная техника и средства связи и коммуникаций, Internet. Второе условие при всей своей прогрессивности носит оттенок "отрицательности" и должен учитываться при составлении заданий для самостоятельного выполнения и проведения зачетных занятий.

В соответствии с образовательным стандартом студент за семестр должен выполнить и защитить определенный набор лабораторных работ по дисциплине. Значительный процент современных студентов в силу отмеченных выше причин сделать это в отведенные учебные часы просто не в состоянии. Требуется увеличение времени на выполнение каждой работы. И вот здесь значительный резерв времени могут предоставить домашние компьютеры, если перенести процесс собственно выполнения работы в домашние условия. Тогда учебные, аудиторные, часы лабораторной работы можно отвести под защиту, когда студенты показывают выполнение, задают вопросы, устраняют недоделки и доказывают свое авторство и понимание выполненной работы.

Очевидные достоинства подобного решения:

- значительное увеличение времени, отводимого на выполнение работы;
- индивидуализация проведения занятий, так как все два учебных часа преподаватель тратит на непосредственный предметный контакт со студентами, а не ждет выполнения задания.

Кроме того, необходим учет разноразности студенческих групп, что безусловно усложняет задачу преподавателя. В каждой из них есть сильные студенты, середнячки, слабые и откровенно слабые. Сильным студентам часто приходится использовать свои навыки лишь наполовину, в то время как слабые — не успевают выполнять задания в полной мере. Однако существует несколько способов, которые можно использовать, чтобы справиться с этой ситуацией. Здесь самым логичным решением является групповые работы на занятии. Варьирование различных способов работы студентов поможет уравнивать различные уровни подготовки студентов.

Работа в парах. Можно объединять в пару сильного студента и слабого, слабого и слабого, либо объединять слабого с сильным студентом. Разнообразие в объединении студентов по парам является ключевым моментом и поможет разобраться, какой подбор является наиболее эффективным на занятиях.

Работа в группах. Группы могут быть смешанных уровней или одинаковых. Чем малочисленнее группа, тем больше возможности для слабых студентов внести свой вклад в общее задание. Кроме того, если группа работает с набором информации, желательно разделить информацию между студентами, заставляя их работать вместе. Можно рассмотреть возможность распределения студентов на

группы по уровню на все занятие, что позволяет предоставить ряд задач для каждого уровня.

Индивидуальный подход. Этот метод включает в себя создание и обеспечение различными заданиями студентов различных уровней. Это, конечно же, увеличит время подготовки к занятиям для преподавателя. Однако вполне возможно просто разрабатывать дополнительные задания для более сильных студентов.

Дополнительные домашние задания. Очень эффективно в разноразных группах предлагать различные по уровню домашние задания, что позволит более слабым студентам увеличить время на выполнение каждой работы, а сильным — расширить свои знания.

В целом, разнообразие типов рабочих групп, состоит в создании положительной рабочей среды, которая обеспечивает более эффективное обучение на всех уровнях.

Третье условие дает одно из решений проблемы низкого уровня подготовки контингента за счет интенсификации процесса обучения, внедрения в образовательный процесс мультимедийных технологий. Чтобы сохранить высокую интенсивность занятий, проводимых с помощью данных средств, необходима соответствующая методическая поддержка. В первую очередь это касается сведения к минимуму рукописной записи различных текстов, перерисовывания схем. Общеизвестным результатом посещения лекционных занятий является заполненный лекционный конспект, по которому студенты, как правило, готовятся к экзамену. Но если говорить о сохранении мультимедийного темпа лекций, такого конспекта быть не может в принципе. Необходимо поиск альтернативы. Здесь может быть несколько вариантов. Первый из них, лежащий на поверхности, — издание конспекта лекций. Тогда можно будет на каждую последующую лекцию выдавать студентам задания по подготовке к ней. В результате можно будет:

- на лекции проводить некоторые кратковременные предварительные опросы;
- уйти от монолога лектора к диалогу с аудиторией;
- сохранить высокий темп занятий;
- уделить значительную часть времени ответам на вопросы и объяснению наиболее сложных разделов.

Конечно, подобный подход резко ужесточает требования к методической проработке дисциплины, а именно:

- номенклатура работ должна быть объявлена заранее;



- на каждую работу студент должен получать строго индивидуальное задание;
- по каждой работе должно быть разработано подробное методическое пособие с примерами выполнения.

Кафедрам вузов, выпускавшим многие десятилетия инженеров, отныне предстоит выпускать бакалавров, а работодателям — использовать их для решения производственных задач. Поэтому важно осмыслить особенности их подготовки, диктуемые нормативными документами, определиться с возможными проблемами, чтобы находить их конструктивные решения в условиях новой социально-экономической и технологической реальности.

Список литературы

1. **Сенашенко В. С., Кузнецов В. А., Кузнецов В. С.** О компетенциях квалификации и компетентности // Высшее образование в России. — 2010. — № 6.
2. **Компетентностный подход.** Управление двухуровневой системой подготовки и качества образования: реферативный бюллетень / Сост. В. И. Байденко. — М.: РГГУ, 2005.
3. **Федеральный Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования (проект)** по направлению подготовки "Электроэнергетика и электротехника". Уровни подготовки: бакалавр, магистр. — М., 2007.
4. **Дружилов С. А.** О подготовке бакалавров энергетического профиля // Высшее образование в России. — 2011. — № 3.
5. **Чертков И. А.** Новые условия требуют новую методику: Энергетика, информатика, инновации. — Смоленск: РИО ГОУВПО МЭИ (ТУ), 2011.

Информация

Четвертая Международная научно-практическая конференция УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ — ОСНОВА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ

23 – 25 октября 2012 г., г. Новокузнецк

Цель конференции: обмен отечественным и зарубежным опытом в области теории и практики управления промышленными и бытовыми отходами; распространение опыта организации экологически безопасных полигонов для захоронения ТБО, извлечение и утилизация биогаза; поддержка отходоперерабатывающих предприятий.

Тематика конференции: теоретические, эколого-экономические и социальные аспекты управления отходами; технологии переработки и обезвреживания отходов, экологически безопасного захоронения их; нормативно-правовые и санитарно-гигиенические аспекты обращения с отходами.

Контакты оргкомитета:

Гладких Инна Васильевна

Тел.: (3843) 74-87-92, моб. 8-960-904-82-66

E-mail: kaf@ercm.sibsiu.ru

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии""

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

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

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

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

Дизайнер *Т. Н. Погорелова*.

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

Сдано в набор 07.06.12. Подписано в печать 24.07.12. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ812.

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

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Оригинал-макет ООО "Авансед солюшнз".

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