



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

5(101)
2009

Редакционный совет:

АКИМОВ В. А.
БАЛЫХИН Г. А.
БЕЛОВ С. В.
ЗАЛИХАНОВ М. Ч.
(председатель)
МАХУТОВ Н. А.
ПАВЛИХИН Г. П.
СИДОРОВ В. И.
СОКОЛОВ Э. М.
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:

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

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Бузановский В. А. Системы безопасности (физико-химические измерения) 2

ОХРАНА ТРУДА

Богданов А. В. Улучшение показателей микроклимата в кабинах мобильных машин 8

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Красногорская Н. Н., Елизарьев А. Н., Смирнов Ю. М., Ахтямов Р. Г., Хаердинова Э. С. Электрометрический способ повышения промышленной и экологической безопасности функционирования подземных коммуникаций 11
Кулаков П. А., Шарафиев Р. Г., Ризванов Р. Г. Основные этапы анализа риска установок производства катионных нефтеполимерных смол и пути повышения безопасности 14

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Ковтунов А. В., Левченко А. С., Лаврусъ О. Е., Мулюкин О. П., Финогенов С. А. Обеспечение экологической безопасности транспортировки рабочих сред под давлением в железнодорожных цистернах с предохранительными мембранами 18
Яйли Е. А. Концепция риска для управления уровнем экологической безопасности на урбанизированных территориях. 23

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

Галеев А. Д., Поникаров С. И. Прогнозирование зон токсической опасности и пожаровзрывоопасности при авариях на объектах хранения нефтепродуктов 29
Лазарев А. И., Белалов В. Р. Учебный стенд для изучения систем пожарной автоматики зданий 34
Минько В. М. Уроки взрыва 37

ОБРАЗОВАНИЕ

Павлихин Г. П., Ванаев В. С., Козьяков А. Ф. История кафедры "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана в период 1953—1959 годы. Кушвид Петр Григорьевич (1898—19__?) 40
Дубинин А. П., Бахарев В. П., Муравьев Н. С., Резчиков Е. А. Трансдисциплинарный подход к изучению вопросов безопасности в техносфере 46

ИНФОРМАЦИЯ

Новиков Н. Н., Сердюк В. С. О мировых проблемах в области техносферной безопасности и возможных путей их решения (по материалам XVIII Всемирного конгресса по охране труда в г. Сеуле). 50
Социально-экологические аспекты водоснабжения населения России: Рецензия на монографию А. П. Свинцова, В. С. Квартенко "Социально-экологическая безопасность водоснабжения населения". 53
О выпуске IV тома "Атласа временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов" 54
Приложение. Рылов М. И., Тихонов М. Н. Ядерно-радиационное наследие на Северо-Западе России: проблемы, пути решения, роль общественности.

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 в базу данных Российского индекса научного цитирования.

УДК 543.08

В. А. Бузановский, канд. техн. наук,
НПО "Химавтоматика", Москва

Системы безопасности (физико-химические измерения)

Рассмотрены правила построения информационно-измерительных систем физико-химического состава и свойств веществ, предназначенных для использования в системах безопасности труда, экологической безопасности, безопасности эксплуатации технических изделий и т. д.

Ключевые слова: информационно-измерительная система, физико-химический состав, физико-химическое свойство, вещество, безопасность.

Buzanovsky V. A. Systems of safety (physico-chemical measurements)

Rules of construction of data acquisition systems for physicochemical composition and properties of substances intended for use in systems of job safety, ecological safety, safety of operation of technical products, etc. are considered.

Keywords: data acquisition system, physicochemical composition, physicochemical property, substance, safety.

Системы безопасности получили широкое распространение практически во всех областях человеческой деятельности — промышленности, обороне, экологии и т. д. Данные системы обеспечивают безопасность эксплуатации технических изделий, безопасность труда, экологическую безопасность, пожарную безопасность и т. п.

Напомним, что под информационно-измерительной системой понимают совокупность функционально объединенных измерительных, вычислительных и других вспомогательных технических средств, предназначенных для получения измерительной информации, ее преобразования и обработки с целью представления в требуемом виде, осуществления логических функций контроля, диагностики, идентификации и др.

Системы, измерительной информацией которых является информация о физико-химическом составе веществ и (или) их физико-химических свойствах, образуют класс информационно-измерительных систем физико-химического состава и свойств веществ. При этом различают ионный, элементный, молекулярный, функциональный или фазовый состав веществ, выражаемый через концентрации их компонентов. Физико-химические свойства веществ характеризуют такими величинами как плотность, вязкость, теплопроводность и др., которые неразрывно связаны с их физико-химическим составом [1].

Естественно, что системы безопасности, основывающиеся на физико-химических измерениях, должны соответствовать правилам построения информационно-измерительных систем физико-химического состава и свойств веществ.

Классификация информационно-измерительных систем физико-химического состава и свойств веществ

В зависимости от объема выполняемых функций класс информационно-измерительных систем физико-химического состава и свойств веществ может быть разделен на три подкласса [2]:

- информационно-измерительные системы первого уровня;
- информационно-измерительные системы второго уровня;
- управляющие информационно-измерительные системы.

Подкласс информационно-измерительных систем первого уровня предназначен только для получения измерительной информации. Системы данного подкласса могут быть подразделены на две главные группы — системы разноименных и одноименных веществ. В качестве примера системы разноименных веществ можно назвать систему, предоставляющую информацию о физико-химическом составе атмосферного воздуха, природной воды и почвы, а в качестве примера системы одноименных веществ — систему, определяющую физико-химический состав воздуха рабочей зоны в нескольких производственных помещениях. Отметим, что системы разноименных веществ являются объединением нескольких систем одноименных веществ.

Системы одноименных веществ можно разделить на две основные группы — многоточечные и одноточечные системы. Если в многоточечных системах не используется переключение точек измерений, то они являются объединением нескольких одноточечных систем. При применении переключения многоточечные системы содержат одну одноточечную систему и подсистему переключения точек измерений (ППТИ).

Использование переключения точек измерений возможно только при выполнении условия, что время измерения информативных параметров исследуемого вещества в каждой точке значительно превышает время выполнения измерений во всех переключаемых точках. Если данное условие не



выполняется, многоточечная система с переключением точек измерений должна быть заменена несколькими многоточечными системами с переключением меньшего количества точек или многоточечной системой, являющейся объединением одноточечных систем.

Одноточечные системы могут получать измерительную информацию по методикам выполнения прямых, косвенных и совокупных измерений (совместные измерения при определении физико-химического состава и свойств веществ практически не применяются). При этом системы, базирующиеся на совместном проведении прямых, косвенных и совокупных измерений, образуют группу комбинированных систем, а системы, основанные на их раздельном выполнении, — группу базовых систем. В свою очередь группа базовых систем распадается на три подгруппы — системы на основе прямых измерений, системы на основе косвенных измерений и системы на основе совокупных измерений. Комбинированные же системы являются комбинациями базовых систем, составляющих эти подгруппы.

В отличие от информационно-измерительных систем первого уровня системы, относящиеся к информационно-измерительным системам второго уровня, осуществляют как получение, так и обработку измерительной информации. В соответствии с этим в состав информационно-измерительных систем второго уровня входят информационно-измерительные системы первого уровня и подсистемы обработки измерительной информации (ПОИИ).

Подкласс информационно-измерительных систем второго уровня также может быть разделен на две группы — системы с комплексной и основной обработкой информации. Системы с комплексной обработкой информации используют комбинации основных видов ее обработки — формирование и представление в виде документов заданного образца, программных продуктов, световой и (или) звуковой сигнализации.

Подкласс управляющих информационно-измерительных систем характеризуется наличием функций организации и управления потоками информации, поступающей от информационно-измерительных систем второго уровня. Вследствие этого управляющие информационно-измерительные системы состоят из информационно-измерительных систем второго уровня и подсистем управления.

Из сказанного можно сделать следующие выводы. Информационно-измерительные системы первого уровня обязательно присутствуют в составе информационно-измерительных систем физико-химического состава и свойств веществ либо в качестве автономных систем, либо в качестве подсистем информационно-измерительных систем второго уровня

или управляющих информационно-измерительных систем. Помимо этого в состав информационно-измерительных систем первого уровня обязательно входят базовые системы физико-химического состава и свойств веществ.

Типы базовых систем физико-химического состава и свойств веществ

Основными функциональными частями базовых систем физико-химического состава и свойств веществ являются подсистемы, которые объединяют в себе технические средства, предназначенные для проведения операций и правил, регламентируемых методиками выполнения прямых, косвенных или совокупных измерений.

Заметим, что косвенные и совокупные измерения включают два этапа [1]:

- 1) получение первичной измерительной информации при осуществлении прямых измерений;
- 2) получение измерительной информации при проведении вычислений по известной зависимости (косвенные измерения) или при решении системы уравнений (совокупные измерения) на основе первичной измерительной информации.

Согласно функциям, выполняемым в процессе получения измерительной информации, в составе базовых систем могут быть выделены следующие подсистемы [2, 3]:

- подсистемы отбора пробы (ПОП);
- подсистемы преобразования пробы (ППП);
- подсистемы прямых измерений (ПИ);
- подсистемы пересчета результатов прямых измерений (ППИ);
- подсистемы расчета результатов косвенных измерений (ПКИ);
- подсистемы расчета результатов совокупных измерений (ПСИ).

Объединение подсистем, предназначенных для получения измерительной информации об информативном параметре исследуемого вещества (концентрации его компонента или физико-химическом свойстве), принято называть измерительным каналом. Выделяют простые и сложные измерительные каналы.

Под *простым измерительным каналом* понимают объединение подсистем, реализующих прямые измерения. *Сложный измерительный канал* представляет собой объединение подсистемы расчета результатов косвенных (совокупных) измерений и простых измерительных каналов, предоставляющих измерительную информацию, необходимую для получения результата косвенного (совокупного) измерения [4].

Количество простых измерительных каналов базовых систем совпадает с числом параметров исследуемого вещества, определяемых на основе прямых



измерений, а количество их сложных измерительных каналов — с числом параметров вещества, определяемых на основе косвенных (совокупных) измерений.

Простые измерительные каналы базовых систем могут быть предназначены для проведения "анализа на линии" ("analysis on-line") или "анализа вне линии" ("analysis off-line"). Отличие заключается в том, что при проведении "анализа вне линии" получение измерительной информации осуществляется с изъятием части исследуемого вещества (с отбором пробы), а при проведении "анализа на линии" изъятие части вещества не производится [3].

При "анализе на линии" простые измерительные каналы содержат только подсистемы прямых измерений. Главной составной частью этих подсистем обычно является средство физико-химических измерений.

Простые измерительные каналы, предназначенные для проведения "анализа вне линии", могут содержать следующие последовательно соединенные подсистемы:

- подсистемы отбора пробы и прямых измерений (при отсутствии изменения физико-химического состава пробы при ее отборе);
- подсистемы отбора пробы, прямых измерений и пересчета результатов прямых измерений (при изменении физико-химического состава пробы при отборе);
- подсистемы отбора пробы, преобразования пробы, прямых измерений и пересчета результатов прямых измерений.

Подсистемы отбора пробы чаще всего реализуют:

- отбор части вещества в его естественном (газообразном, жидком, твердом) состоянии;
- отбор и фильтрацию части газообразного (жидкого) вещества;
- отбор части жидкого вещества и добавление в нее консерванта;
- отбор и абсорбцию (хемосорбцию) части газообразного вещества жидким поглотителем;
- отбор и экстракцию части жидкого (твердого) вещества жидким реактивом;
- отбор и адсорбцию части газообразного (жидкого) вещества твердым поглотителем.

При этом только первый способ отбора пробы не связан с изменением физико-химического состава отбираемой части вещества.

Подсистемы преобразования пробы используются в тех случаях, когда:

- измерения информативных параметров пробы не могут быть выполнены непосредственно средствами физико-химических измерений, в том числе, если диапазоны измерений указанных средств не соответствуют значениям информативных параметров пробы;

— точность информации о параметрах пробы, получаемой непосредственно с помощью средств физико-химических измерений, не отвечает предъявляемым требованиям из-за недостаточной чувствительности и (или) селективности названных средств.

Следует отметить, что под преобразованием пробы понимается широкий круг операций (проведение химических реакций, сорбция, экстракция, разбавление и др.), осуществление которых приводит к изменению ее физико-химического состава.

Подсистемы пересчета результатов прямых измерений предназначены для перевода измерительной информации о физико-химическом составе пробы, полученной в подсистеме прямых измерений, в результаты измерений информативных параметров вещества. Названные подсистемы обычно реализуются на базе технических средств, входящих в состав подсистем прямых измерений, однако в ряде случаев они могут быть реализованы и на базе средств вычислительной техники подсистем расчета результатов косвенных (совокупных) измерений.

Подсистемы расчета результатов косвенных (совокупных) измерений, являющиеся составными частями сложных измерительных каналов базовых систем, обеспечивают получение измерительной информации на основе результатов измерений, поступающих от простых измерительных каналов систем. Указанные подсистемы чаще всего реализуются на базе средств вычислительной техники.

Представленные сведения позволяют разработать обобщенные структурные схемы подгрупп базовых систем физико-химического состава и свойств веществ (рис. 1).

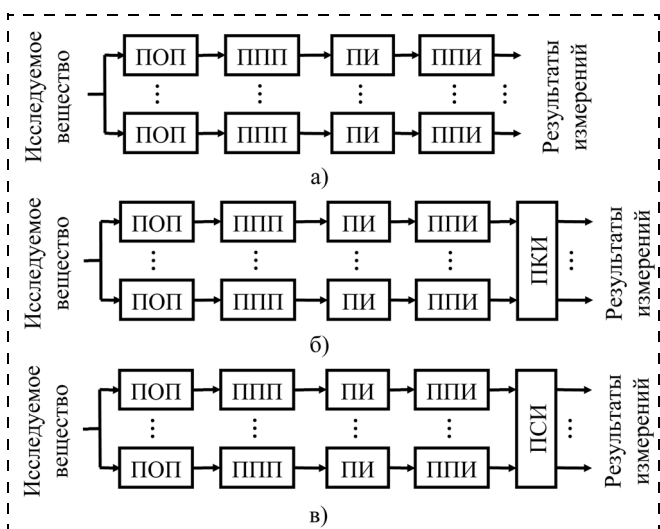


Рис. 1. Обобщенные структурные схемы базовых систем физико-химического состава и свойств веществ:

а — на основе прямых измерений; б — на основе косвенных измерений; в — на основе совокупных измерений

В зависимости от наличия или отсутствия подсистем преобразования пробы в каждой подгруппе базовых систем могут быть выделены базовые системы трех типов (табл. 1).

В обозначениях типов базовых систем (см. табл. 1) первая цифра символизирует применяемый вид измерений: 1 — прямые измерения; 2 — косвенные измерения; 3 — совокупные измерения. Вторая цифра (после точки) обозначает проведение операций по преобразованию проб: 1 — с преобразованием пробы; 2 — без преобразования пробы; 3 — как с преобразованием пробы, так и без преобразования пробы.

При сопоставлении выводов предыдущего раздела и данных табл. 1 нетрудно заметить, что получение любой измерительной информации о физико-химическом составе и (или) свойствах веществ осуществляется информационно-измерительными системами, являющимися или содержащими в своем составе базовые системы указанных девяти типов.

Системы безопасности на основе измерений физико-химического состава и свойств веществ

Приведенные материалы являются результатом анализа, систематизации и обобщения работ по созданию информационно-измерительных систем физико-химического состава и свойств веществ различного назначения. В число указанных систем входили и системы безопасности, в частности:

- автоматические газоаналитические устройства Платан-8 и Платан-8-01;
- автоматическая система контроля 13Ш34.01;
- химико-аналитический комплекс ИНЛАН-РФ;
- установка автоматического измерения УК-РГ.05.

Автоматические газоаналитические устройства Платан-8 и Платан-8-01 [5]

Эти устройства предназначены для обеспечения безопасности труда в производственных помещениях предприятий электронной промышленности. Названные устройства осуществляют контроль содержания арсина (Платан-8) и фосфина (Платан-8-01) в воздухе рабочей зоны, информируя обслуживающий персонал о возникновении аварийной ситуации (рис. 2).

Сведения о предельно допустимых концентрациях (ПДК) в воздухе рабочей зоны и классах опасности арсина и фосфина приведены в табл. 2.

В соответствии с рис. 2 устройства Платан-8 и Платан-8-01 являются информационно-измерительными системами физико-химического состава и свойств веществ, которые классифицируются как информаци-

Таблица 1

Базовые системы физико-химического состава и свойств веществ

Обозначение типов базовых систем	Базовые системы					
	на основе прямых измерений		на основе косвенных измерений		на основе совокупных измерений	
	без преобразования пробы	с преобразованием пробы	без преобразования пробы	с преобразованием пробы	без преобразования пробы	с преобразованием пробы
1.1	—	+	—	—	—	—
1.2	+	—	—	—	—	—
1.3	+	+	—	—	—	—
2.1	—	—	—	+	—	—
2.2	—	—	+	—	—	—
2.3	—	—	+	+	—	—
3.1	—	—	—	—	—	+
3.2	—	—	—	—	+	—
3.3	—	—	—	—	+	+

Таблица 2

ПДК в воздухе рабочей зоны и классы опасности арсина и фосфина¹

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³	Преимущественное агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности	Особенности действия на организм человека
Арсин Фосфин	0,1 0,1	Газообразное	I I	Остронаправленный механизм действия

¹ Представленные данные заимствованы из стандарта [6].

онно-измерительные системы второго уровня. Эти системы состоят из многоточечных систем (с переключением восьми точек измерений) на основе одной базовой системы типа 1.2 (см. табл. 1) и подсистем обработки измерительной информации (световой и звуковой сигнализации). При этом измерительный канал базовой системы является простым измерительным каналом, реализующим "анализ вне линии".

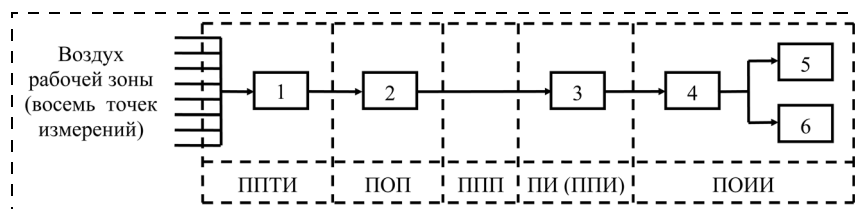


Рис. 2. Структурная схема автоматических газоаналитических устройств Платан-8 и Платан-8-01:

1 — устройство переключения точек измерений; 2 — устройство отбора пробы; 3 — хемиллюминесцентный измерительный преобразователь арсина или фосфина; 4 — устройство сбора и обработки информации; 5 — устройства световой сигнализации; 6 — устройства звуковой сигнализации



Автоматическая система контроля 13Ш34.01

Эта система также предназначена для обеспечения безопасности труда. Она выполняет непрерывное измерение содержания кислорода в воздухе рабочей зоны помещений заправочной станции и осуществляет световую и звуковую сигнализацию, если концентрация кислорода падает ниже 19 % (рис. 3).

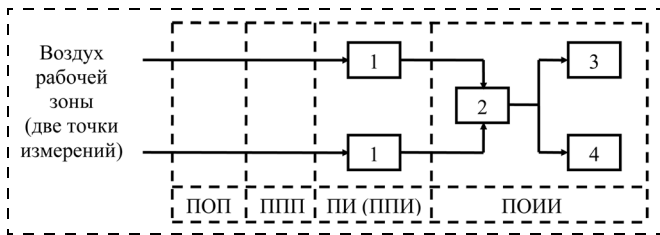


Рис. 3. Структурная схема автоматической системы контроля 13Ш34.01:

1 — электрохимический газоанализатор; 2 — блок управления сигнализацией; 3 — устройства световой сигнализации; 4 — устройства звуковой сигнализации

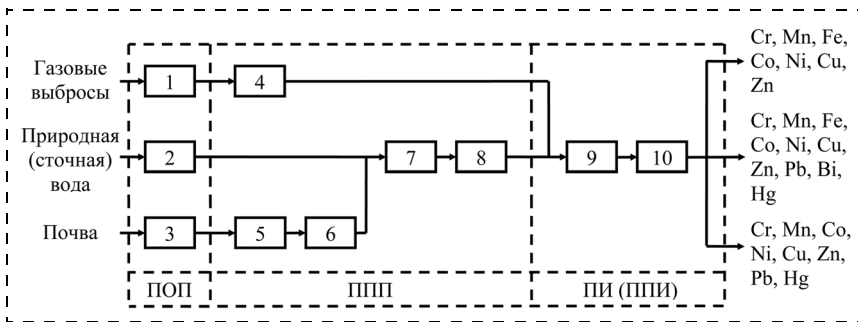


Рис. 4. Структурная схема химико-аналитического комплекса ИНЛАН-РФ:

1 — аспиратор; 2 — устройство отбора пробы природной (сточной) воды; 3 — устройство отбора пробы почвы; 4 — фильтр АФА; 5 — устройство измельчения пробы почвы; 6 — устройство приготовления почвенной вытяжки; 7 — устройство пропускания воды (почвенной вытяжки) через ДЭТАТА-фильтр; 8 — ДЭТАТА-фильтр; 9 — рентгенофлуоресцентный спектрометр; 10 — вычислительный комплекс

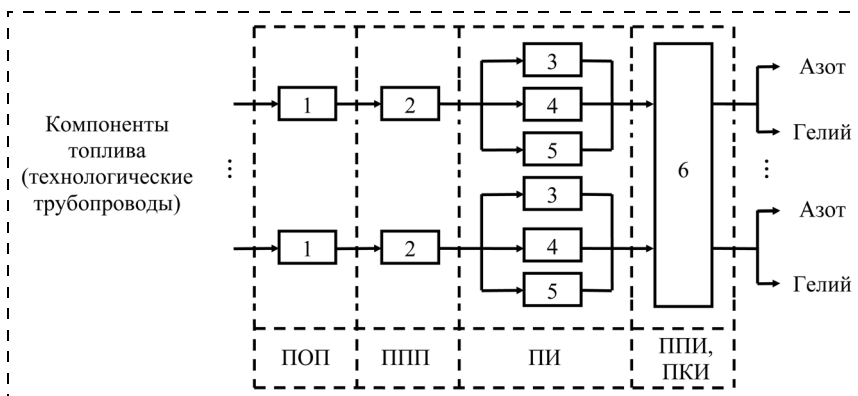


Рис. 5. Обобщенная структурная схема установки для измерения содержания азота и гелия в компонентах топлива:

1 — устройство отбора пробы с фильтром механических примесей; 2 — устройство равновесной парогазовой фазы; 3 — измерительный преобразователь давления парогазовой фазы; 4 — измерительный преобразователь температуры парогазовой фазы; 5 — термокондуктометрический измерительный преобразователь теплопроводности парогазовой фазы; 6 — вычислительный комплекс

Указанная система также относится к информационно-измерительным системам физико-химического состава и свойств веществ, являющимся информационно-измерительными системами второго уровня. В данном случае система состоит из двухточечной системы на основе двух базовых систем типа 1.2 (см. табл. 1) и подсистемы обработки измерительной информации (звуковой и световой сигнализации). Измерительные каналы названных базовых систем также являются простыми измерительными каналами, но реализующими "анализ на линии".

Химико-аналитический комплекс ИНЛАН-РФ [7]

Этот комплекс предназначен для получения измерительной информации о содержании тяжелых металлов в объектах экологического контроля и передачи ее в территориальную систему экологической безопасности. Получение измерительной информации осуществляется на основе методического обеспечения, регламентируемого Федеральными природоохранными нормативными документами ПНД Ф 14.1.2:4.133-98 и ПНД Ф 16.1.9-98 (рис. 4).

Согласно приведенной структурной схеме комплекс ИНЛАН-РФ классифицируется как информационно-измерительная система физико-химического состава и свойств веществ, которая представляет собой информационно-измерительную систему первого уровня, являющуюся системой разноименных веществ (газовых выбросов, природной (сточной) воды и почвы). Указанная система состоит из трех базовых систем типа 1.1 (см. табл. 1), измерительные каналы которых относятся к простым измерительным каналам, реализующим "анализ вне линии".

Установка автоматического измерения УК-РГ.05

Правила безопасной эксплуатации ряда образцов ракетной техники предписывают обеспечивать заданные концентрации азота и гелия в компонентах используемого топлива. Выполнение данного требования может быть осуществлено путем применения в составе системы управления их заправкой информационно-измерительной системы, предназначенной для детектирования содержания названных газов. Примером такой системы

служит установка УК-РГ.05, обобщенная структурная схема которой изображена на рис. 5.

В соответствии с представленной структурной схемой указанная установка также классифицируется как информационно-измерительная система физико-химического состава и свойств веществ, которая представляет собой информационно-измерительную систему первого уровня, являющуюся системой разноименных веществ (компонентов топлива). При этом названная система состоит из базовых систем типа 2.1 (см. табл. 1), содержащих простые измерительные каналы (для измерения температуры, давления и теплопроводности равновесных парогазовых фаз) и сложные измерительные каналы (для определения концентраций азота и гелия на основе выполняемых расчетов). Отметим, что простые измерительные каналы этих базовых систем реализуют "анализ вне линии".

Заключение

Рассмотренные информационно-измерительные системы физико-химического состава и свойств веществ предназначены для обеспечения безопасности труда, экологической безопасности и безопасности эксплуатации технических изделий. При этом информационно-измерительные системы, обеспечивающие безопасность труда (автоматические газоаналитические устройства Платан-8 и Платан-8-01, автоматическая система контроля 13Ш34.01), представляют собой системы, используемые автономно. Информационно-измерительные системы, предназначенные для обеспечения экологической безопасности и безопасности эксплуатации технических изделий (химико-аналитический комплекс ИНЛАН-РФ и установка автоматического измерения УК-РГ.05), являются подсистемами более сложных систем.

Представленные материалы иллюстрируют разнообразие информационно-измерительных систем физико-химического состава и свойств веществ, применяемых в системах безопасности. Так, в состав автоматических газоаналитических устройств Платан-8 и Платан-8-01, относящихся к информационно-измерительным системам второго уровня, входят многоточечные системы с переключением точек измерений, а в автоматической системе контроля 13Ш34.01, также являющейся информационно-измерительной системой второго уровня и содержащей многоточечную систему, переключение точек измерений не используется. В свою очередь химико-аналитический комплекс ИНЛАН-РФ и установка автоматического измерения УК-РГ.05 представляют собой информационно-измерительные системы первого уровня, которые классифицируются как системы разноименных веществ.

Наряду с этим в основе всех перечисленных информационно-измерительных систем лежат базовые системы, измерительные каналы которых являются как простыми, так и сложными, причем простые измерительные каналы реализуют и "анализ на линии", и "анализ вне линии".

Вместе с тем данные материалы также свидетельствуют и о разнообразии методов физико-химических измерений, применяемых в системах безопасности. В частности в автоматических газоаналитических устройствах Платан-8 и Платан-8-01 используется хемилюминесцентный метод анализа, в автоматической системе контроля 13Ш34.01 — электрохимический метод, в химико-аналитическом комплексе ИНЛАН-РФ — рентгенофлуоресцентный метод анализа, а в установке автоматического измерения УК-РГ.05 — термокондуктометрический метод. Причем три первые из указанных методов анализа предоставляют измерительную информацию о физико-химическом составе веществ, а последний — о физико-химическом свойстве равновесной парогазовой фазы (теплопроводности).

Хотя рассмотренные информационно-измерительные системы не охватывают всего многообразия систем безопасности, основывающихся на физико-химических измерениях, они все же указывают на достаточно большое количество возможных вариантов их построения. При этом сведения, представленные о правилах построения информационно-измерительных систем физико-химического состава и свойств веществ, можно расценивать как попытку систематизации правил построения систем безопасности, базирующихся на физико-химических измерениях.

Список литературы

1. Кулаков М. В. Технологические измерения и приборы для химических производств. — М.: Машиностроение, 1983.
2. Бузановский В. А. Аспекты синтеза информационно-измерительных систем физико-химического состава и свойств веществ // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. — 2008. — № 1. — С. 31—36.
3. Бузановский В. А. Схемы построения систем физико-химического состава и свойств веществ с "простыми" измерительными каналами // Приборостроение и средства автоматизации. Энциклопедический справочник. — 2007. — № 11. — С. 63—67.
4. ГОСТ Р 8.596—2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения.
5. Бузановский В. А., Булаев А. А. Хемилюминесцентные газоаналитические устройства для контроля вредных веществ в воздухе рабочей зоны // Безопасность труда в промышленности. — 2007. — № 12. — С. 39—46.
6. ГОСТ 12.1.005—88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
7. Бузановский В. А., Попов А. А. Рентгенофлуоресцентный химико-аналитический комплекс // Экология и промышленность России. — 2008. — Январь. — С. 4—6.

УДК 631.3 + 331.45

А. В. Богданов, канд. техн. наук, доц.,
Челябинский государственный агроинженерный университет

Улучшение показателей микроклимата в кабинах мобильных машин

Рассмотрены вопросы улучшения показателей микроклимата в кабинах мобильных машин в холодный период года путем дополнительного нагрева отдельных элементов кабины, с которыми контактирует человек.

Ключевые слова: микроклимат, кабина, мобильная машина, оператор, нагрев, сиденье, температура, электрический, регулятор.

Bogdanov A. V. Improvement of microclimate parameters in the mobile machines cabs

The article is concerned with the problems of the improvement of microclimate parameters in the mobile machines cabs during the cold period of the year by complementary heating of cab elements contacting with the operator's body.

Keywords: microclimate, cab, mobile machine, operator, heating, seat, temperature, electric, regulating device.

Для поддержания нормативных значений показателей микроклимата в холодный период года в кабинах мобильных машин предусмотрен нагрев воздуха, как правило, на основе его теплообмена с жидкостью охлаждающей системы двигателя. Регулировка подачи теплого воздуха осуществляется путем изменения частоты вращения вентилятора. При длительной работе мобильной машины и правильном подборе частоты вращения вентилятора можно достигнуть комфортных для оператора показателей микроклимата.

Недостатком такого способа является то, что после долгой стоянки при отрицательных температурах воздуха окружающей среды жидкость системы охлаждения также будет иметь отрицательную температуру. Естественно, что в начальный период работы вентилятор будет подавать в кабину холодный воздух. По мере разогрева двигателя подаваемый вентилятором воздух также будет нагреваться. При этом температура воздуха в кабине, особенно при температурах воздуха окружающей среды ниже -20°C , может достигнуть нормативных значений через достаточно длительный промежуток времени (более 10...20 мин) с момента пуска двигателя.

К показателям микроклимата относятся и температура поверхностей. Если работу оператора мобильного средства согласно СанПиН 2.2.4.548—96 [1]

отнести к категории Па, то оптимальная температура поверхностей в холодный период года должна находиться в пределах $18...22^{\circ}\text{C}$, а допустимая — в пределах $16...24^{\circ}\text{C}$ [1]. Основными поверхностями, с которыми контактирует оператор, являются сиденье (кресло) и поверхность под ногами. В холодный период года после длительной стоянки мобильной машины температура этих поверхностей может быть значительно ниже требуемой и даже отрицательной, что по данному фактору условиям труда соответствует вредным. При этом тело человека препятствует проникновению нагреваемого отопительной системой воздуха к поверхности сиденья, а само тело охлаждается, следствием чего являются простудные и другие заболевания. Аналогичная ситуация наблюдается в области ног оператора. Нужно отметить, что некоторые системы отопления кабины предусматривают подачу теплого воздуха к ногам. Но интенсивность этой подачи, как правило, довольно низка, а сразу после пуска двигателя подаваемый воздух недостаточно теплый. Часто наблюдается и неравномерность распределения потока воздуха по ногам.

Одним из путей скорейшего достижения требуемых температур поверхностей после пуска двигателя в холодный период года и поддержания их во время работы является применение нагревательных накидок (ковриков) электрического типа, расположенных непосредственно на поверхности сиденья (кресла) и на полу кабины в районе ног оператора. Наша промышленность в достаточном количестве выпускает такие нагревательные устройства, работающие от бортового напряжения 12 В. Данные устройства, как правило, выполнены из ткани, внутри которой равномерно распределен нагревательный элемент. Эти устройства могут быть встроены и непосредственно в сиденье мобильной машины. Но, как показывает практика использования таких устройств, их эффективность недостаточна. Так, опрос представителей организаций-производителей этого вида продукции показал, что в основном уделяется внимание надежности работы устройств, а не обеспечению требуемых значений температуры поверхностей. В некоторых случаях нагревательные устройства имеют регуляторы температуры, но их работа также не всегда эффективна.

Таблица 1

Изменение температуры поверхности накидки на сиденье от времени ее нагрева при температуре воздуха окружающей среды $-18,5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Время нагрева накидки на сиденье, мин.	Температура поверхности накидки, $^{\circ}\text{C}$
0	$-18,2$
1	$-2,6$
2	$11,4$
3	$18,0$
4	$20,5$
5	$23,2$
6	$24,8$
7	$26,0$
8	$27,1$
9	$28,1$
10	$28,8$
11	$29,6$
12	$30,6$
13	$31,4$

Проведенные экспериментальные исследования показали, что интенсивности нагрева поверхностей накидки на сиденье и коврика на полу кабины различные. Интенсивность нагрева также зависит от температуры окружающего воздуха — при более низкой температуре нагрев поверхности накидки или коврика происходит медленнее, и наоборот. Тем не менее, процессы нагрева этих поверхностей после длительной стоянки колесной машины при отрицательных температурах воздуха окружающей среды происходят аналогично. Сначала (после запуска двигателя при включенной системе отопления) температура поверхности, близкая к температуре воздуха окружающей среды, начинает повышаться. Через определенный промежуток времени она достигает нижнего допустимого предела. Дальнейший нагрев приводит к тому, что значение температуры поверхности становится больше верхнего допустимого предела. Затем температура начинает повышаться менее интенсивно и стабилизируется.

Так, например, при температуре воздуха окружающей среды $-18,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ после запуска двигателя автомобиля с одновременным включением накидки на сиденье температура ее поверхности в месте контакта человека и сиденья через три минуты (табл. 1) превысила нижнюю границу допустимой температуры ($16\text{ }^{\circ}\text{C}$). На шестой минуте температура поверхности накидки превысила максимально допустимую величину ($24\text{ }^{\circ}\text{C}$). Такое резкое повышение температуры обуславливается, с одной стороны, нагревом накидки за счет электроэнергии, с другой стороны, нагревом от тела человека, а также невозможностью беспрепятственного рассеивания теплоты в месте контакта человека и сиденья. На двенадцатой минуте температура поверхности превысила $30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для построения графиков по экспериментальным данным использовалась система Excel, в которой задавались столбцы исходных данных (время нагрева, мин) и результатов (температура поверхности, $^{\circ}\text{C}$). С помощью системы Excel были определены и уравнения регрессии, описывающие процесс нагрева поверхностей.

Из графика (рис. 1), построенного по результатам табл. 1, видно, что в первые три минуты идет интенсивный нагрев поверхности накидки в месте контакта человека и сиденья. После этого температура поверхности также растет, но менее интенсивно.

Эксперименты с ковриком, находящимся на полу в районе ног оператора и помещенным в чехол из тонкой и проч-

ной водонепроницаемой ткани, показали, что нагрев его поверхности даже при более высокой температуре окружающего воздуха происходит менее интенсивно (по сравнению с нагревом накидки на сиденье). Например, при температуре воздуха окружающей среды $-12,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (табл. 2, рис. 2) только на

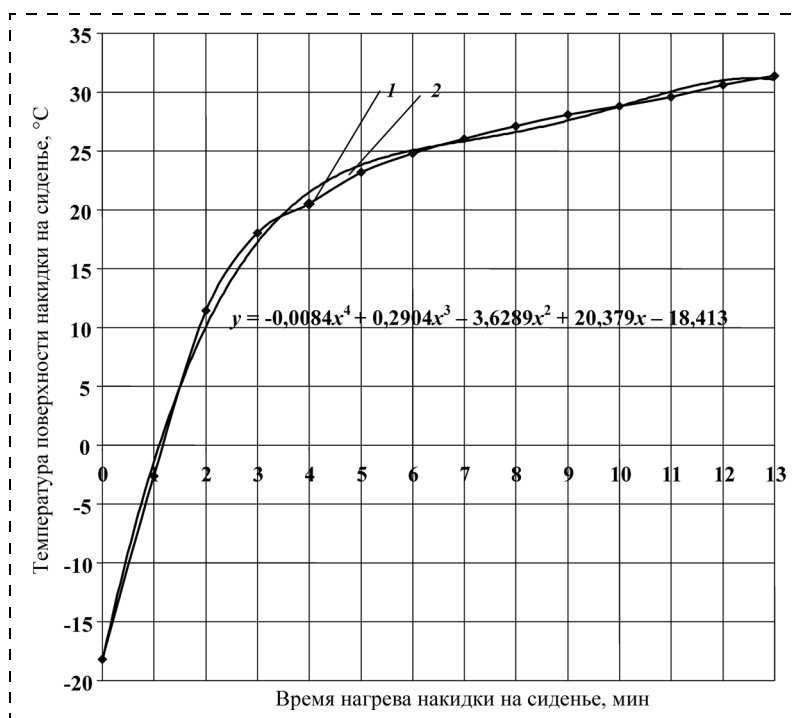


Рис. 1. Изменение температуры поверхности накидки на сиденье от времени ее нагрева при температуре воздуха окружающей среды $18,5\text{ }^{\circ}\text{C}$:

1 — кривая, построенная по экспериментальным значениям; 2 — кривая, построенная по уравнению регрессии, приведенному на графике



Таблица 2

Изменение температуры поверхности коврика, расположенного под ногами оператора, от времени его нагрева при температуре воздуха окружающей среды $-12,7^{\circ}\text{C}$

Время нагрева коврика, мин.	Температура поверхности коврика, $^{\circ}\text{C}$
0	-12,3
1	-9,4
2	-4,7
3	-0,2
4	5,1
5	9,4
6	13,8
7	17,0
8	19,8
9	21,8
10	23,6
11	24,7
12	25,6
13	26,6

седьмой минуте нагрева температура поверхности коврика превысила нижнюю допустимую границу (16°C). Это связано с тем, что ноги оператора меняют свое месторасположение и, тем самым, практически не мешают рассеиванию теплоты с поверхности коврика. Усиленному отводу теплоты от

коврика способствует и то, что он соприкасается с полом кабины, который нижней своей частью контактирует с холодным воздухом окружающей среды. Тем не менее, на одиннадцатой минуте нагрева температура поверхности коврика превысила максимально допустимый предел. Нужно отметить, что нагреву поверхности коврика также содействует подаваемый от системы отопления машины воздух, который с течением времени становится теплее.

Превышение допустимой температуры поверхностей (24°C) отрицательно сказывается на условиях труда. В этом случае условия труда также могут быть признаны вредными. Особенно это касается накидки на сиденье, температура поверхности которой может достигать 30°C и выше. Поэтому применение нагревательных устройств без автоматических регуляторов температуры весьма нецелесообразно. Но, как показали измерения температуры поверхностей нагревательных устройств с использованием автоматических регуляторов температуры, сами регуляторы, как правило, не обеспечивают допустимые границы ($16...24^{\circ}\text{C}$). В связи с этим, можно изложить основные требования к нагревательным устройствам и регуляторам температуры:

— для быстрого нагрева устройства электрического типа по возможности должны иметь максимальную мощность, но соответствующую техническим характеристикам электрической части автомобиля (мобильной машины);

— автоматические регуляторы должны поддерживать температуру поверхностей в пределах допустимых значений ($16...24^{\circ}\text{C}$); в лучшем случае температура поверхностей должна находиться в пределах оптимальных значений ($18...22^{\circ}\text{C}$);

— учитывая, что нагрев накидки на сиденье и коврика под ногами оператора мобильной машины происходят с разной интенсивностью, необходимо устанавливать два автоматических регулятора температуры — один для накидки, другой для коврика.

Выполнение изложенных требований к нагревательным устройствам позволит улучшить показатели микроклимата в кабинах мобильных машин в холодный период года. Причем, указанные требования могут быть применены и к другим поверхностям кабины, например, к поверхности рулевого колеса.

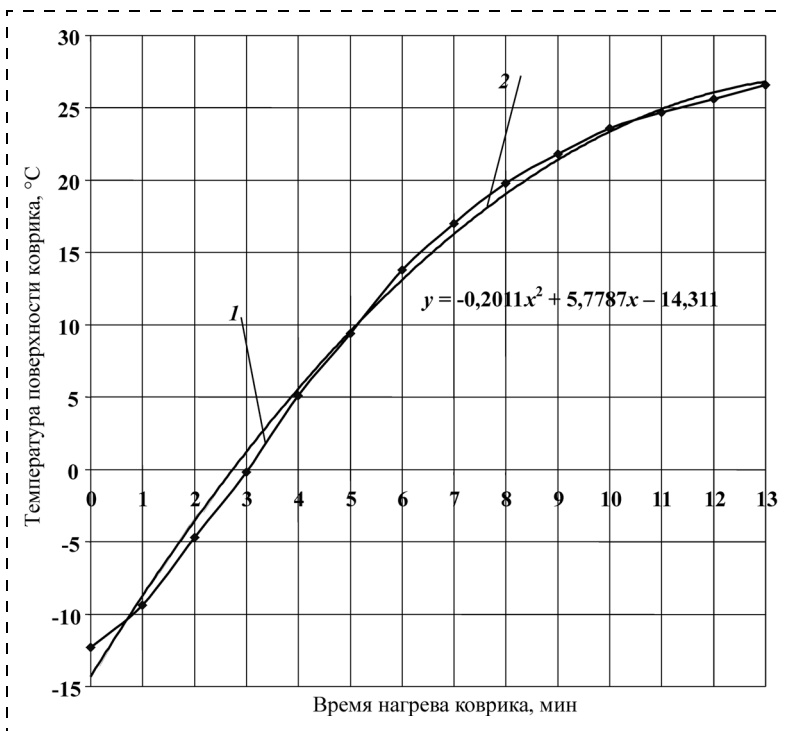


Рис. 2. Изменение температуры поверхности коврика, расположенного под ногами оператора, от времени его нагрева при температуре воздуха окружающей среды $-12,7^{\circ}\text{C}$:

1 — кривая, построенная по экспериментальным значениям; 2 — кривая, построенная по уравнению регрессии, приведенному на графике

Список литературы

1. СанПиН 2.2.4.548—96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений".

УДК 537.81:504.3

Н. Н. Красногорская, д-р техн. наук, проф., **А. Н. Елизарьев**, канд. геогр. наук,
Ю. М. Смирнов, **Р. Г. Ахтямов**, **Э. С. Хаертдинова**,
Уфимский государственный авиационный технический университет

Электрометрический способ повышения промышленной и экологической безопасности функционирования подземных коммуникаций

Рассмотрены вопросы промышленной и экологической безопасности функционирования подземных коммуникаций. С помощью электрометрического способа проведены исследования технологических трубопроводов и энергосиловых кабелей. На основе результатов проведенного исследования предложено совершенствовать систему контроля с целью повышения промышленной и экологической безопасности подземных коммуникаций.

Ключевые слова: промышленная безопасность, экологическая безопасность, подземные коммуникации, трубопровод, коммунально-энергетическая сеть, электрометрический метод, система контроля.

Krasnogorskaya N. N., Elizariev A. N., Smirnov Y. M., Ahtyamov R. G., Haertdinova E. S. Electrometric method for improvement of underground service lines industrial and ecological safety

The questions concerning the improvement for underground service lines industrial and ecological safety was discussed. The industrial pipe-lines and energy-power cables analysis was carried out using electrometric method. At the base of given researches the improvement of inspection system was suggested.

Keywords: industrial safety, ecological safety, underground service lines, pipe-line, municipal-electric network, electrometric method, inspection system.

Современное предприятие характеризуется наличием разветвленной сети коммунально-энергетических сетей. Большинство технологических трубопроводов и энергосиловых кабелей проложены под землей, так как это позволяет экономить территорию предприятия для размещения наземного технологического оборудования, зданий, сооружений и подъездных путей.

Темпы развития науки и техники, а также жесткая конкуренция в условиях рыночной экономики, обуславливают необходимость проведения замены морально и материально устаревшего оборудования на предприятиях различной формы собственности.

При этом нередко возникает потребность в проведении земляных работ, связанных с разработкой

и перемещением грунта. Отсутствие технической документации, описывающей расположение или структуру коммунально-энергетических сетей на территории предприятия или неточности в документации могут привести к повреждению заглубленных технологических трубопроводов или энергосиловых кабелей рабочими органами землеройной техники, что может послужить причиной перечисленных ниже чрезвычайных ситуаций:

- нарушение герметичности подземных трубопроводов и разлив нефтепродуктов или иных перекачиваемых жидкостей, сопровождающийся загрязнением природной среды и характеризующийся наличием вероятности воспламенения и токсического поражения людей;
- разрыв газопровода с образованием газо-воздушной смеси; при наличии открытого пламени или нагретых деталей техники возможен взрыв;
- нарушения изоляции энергосиловых кабелей с растеканием тока в грунте, сопровождающиеся поражением находящихся рядом людей "шаговым напряжением".

Для обеспечения промышленной и экологической безопасности при проведении земляных работ в зоне возможного заложения подземных технологических трубопроводов и энергосиловых кабелей необходимо применять приборы, позволяющие определить наличие, направление и глубину расположения подземных коммуникаций с целью сохранения их целостности и предотвращения создания аварийных ситуаций, сопровождающихся нанесением вреда окружающей природной среде и человеку.

В Уфимском государственном авиационном техническом университете разработан трассоискатель ИКкт-50, относящийся к классу индикаторных приборов и предназначенный для определения индукционным методом местоположения металлических трубопроводов различного назначения, а также трасс энергосиловых кабелей без вскрытия грунта. Трассоискатель ИКкт-50 имеет два режима работы:

1) пассивный — предназначенный для определения местоположения действующих энергосиловых кабелей под нагрузкой, а также труб под током от станций катодной защиты;

2) активный — предназначенный для определения местоположения подземных трубопроводов и



обесточенных энергосиловых кабелей с использованием генератора трассоискателя, подключаемого к отыскиваемому трубопроводу (кабелю).

Общий вид комплекта трассоискателя ИКкт-50 приведен на рис. 1.

Принцип действия трассоискателя основан на использовании электромагнитной индукции и заключается в обнаружении переменного электромагнитного поля, существующего вокруг токонесущих кабелей или искусственно создаваемого при помощи тока генератора вокруг трубопроводов или обесточенных кабелей.

Работа в пассивном режиме возможна не всегда, в том числе по причине слабого сигнала. При обна-

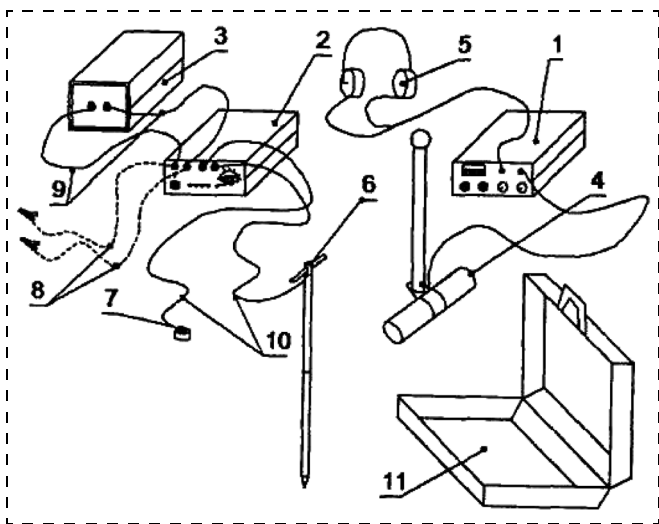


Рис. 1. Общий вид комплекта трассоискателя ИКкт-50:

1 — приемник; 2 — генератор; 3 — контейнер батарейный; 4 — антенна; 5 — телефон головной; 6 — штырь заземления; 7 — контакт магнитный; 8 — провод питания генератора аккумуляторный; 9 — провод подключения штыря заземления или магнитной клипсы; 10 — провод питания генератора от батарейного контейнера; 11 — футляр

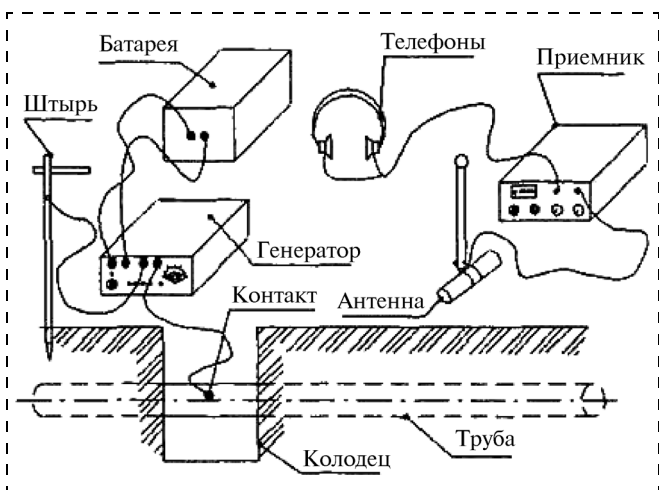


Рис. 2. Функциональная схема активного режима трассоискателя

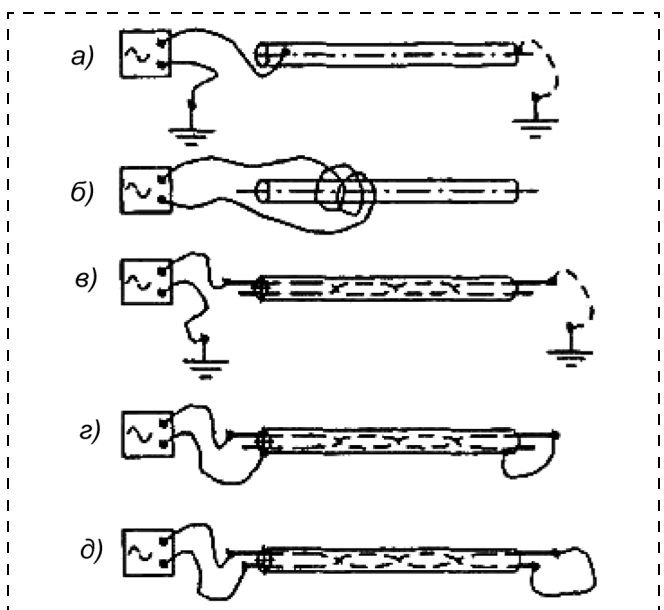


Рис. 3. Схемы подключения генератора трассоискателя

ружении подземных трубопроводов и обесточенных кабелей используется генератор трассоискателя (активный режим). Функциональная схема работы в активном режиме приведена на рис. 2.

Сигнал, формируемый генератором, подводится к трубопроводу, при этом вокруг трубопровода создается переменное электромагнитное поле, которое возбуждает в антенне приемника электромагнитную электродвижущую силу. Напряжение, индуцированное в антенне, усиливается приемником и поступает на головные телефоны и электроизмерительный индикатор.

Активный режим работы трассоискателя предусматривает подключение генератора трассоискателя к искомому объекту. Примеры способов подключения генератора трассоискателя к искомому объекту приведены на рис. 3.

Местом подключения генератора могут быть смотровые колодцы коммуникаций, гидранты и колодцы.

На рис. 3, а представлен способ подачи сигнального тока на трубу (кабель), когда возвратный ток от проводящего объекта возвращается в генератор через распределенную емкость трубы относительно земли и сопротивления утечки в местах повреждения изоляционного покрытия.

Рис. 3, б иллюстрирует вариант подвода сигнала к трубе с использованием электромагнитной связи в случае невозможности непосредственной гальванической связи с объектом. Ток сигнала растекается по трубе в обе стороны и возвращается вследствие распределенной емкости и сопротивления утечки на землю. Варианты подключения генера-

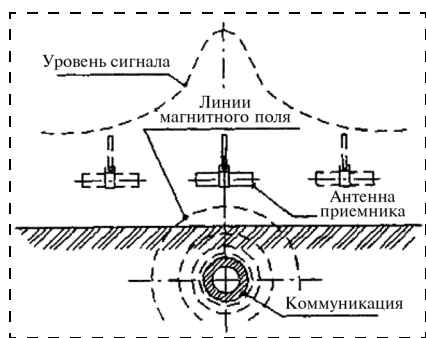


Рис. 4. Схема поиска по методу максимума сигнала

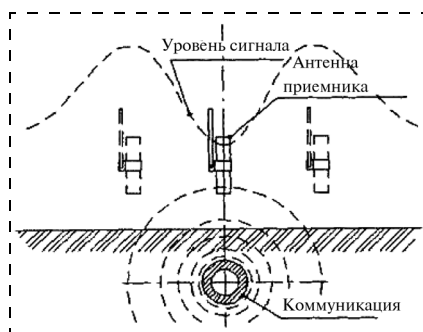


Рис. 5. Схема поиска по методу минимума сигнала

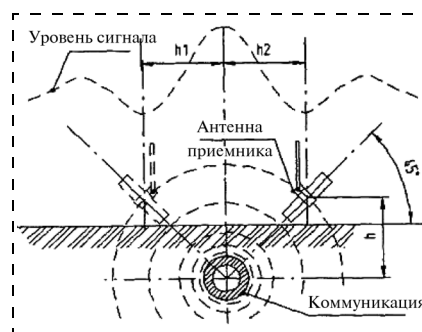


Рис. 6. Схема определения глубины заложения коммуникаций

тора, показанные на рис. 3, а, б, относятся и к силовым кабелям, у которых в качестве проводника сигнала может быть использована как проводящая изолированная защитная оболочка, так и фазные провода (рис. 3, в).

На рис. 3, г показан вариант, когда в качестве возвратного провода используется проводящая защитная оболочка кабеля. На рис. 3, д представлена схема подключения при трассировке кабелей с закороченными фазами.

Для определения местоположения коммуникации используется метод максимума или минимума сигнала. Первоначальный поиск удобнее производить методом максимума.

При поиске по методу максимума сигнала (рис. 4) стержень магнитной антенны приемника располагается горизонтально относительно поверхности земли и перпендикулярно относительно ориентировочного направления оси коммуникации. Если, находясь в точке максимума поворачивать горизонтально расположенную антенну вокруг вертикальной оси, то максимум сигнала наблюдается при перпендикулярном, минимум — при соосном расположении антенны и трассы.

Положение оси коммуникации уточняется методом минимума сигнала (рис. 5). Для этого ось магнитной антенны располагают вертикально и отмечают точку, где уровень сигнала имеет минимальное значение. При этом отклонение антенны от точки

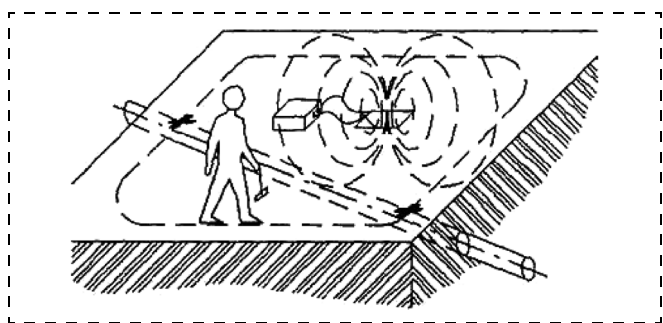


Рис. 7. Первоначальное обследование площади

минимума в направлении перпендикулярно оси коммуникации приводит сначала к увеличению сигнала, а далее к его плавному затуханию.

Метод максимума применяют для первоначального определения расположения трассы, а по методу минимума уточняют ее положение, так как изменение сигнала происходит более резко и легче фиксируется.

После установления местоположения оси коммуникации определяется глубина залегания (рис. 6). Для этого антенну располагают под углом 45° к поверхности земли над точкой расположения оси трассы и удаляют антенну приемника в направлении, перпендикулярном оси трассы до точки над поверхностью земли, где сигнал имеет минимум. Расстояние от точки над осью трассы до точки минимума сигнала равно глубине залегания от поверхности земли до центра оси коммуникации.

Для предварительного обследования неизвестной площади используют магнитную рамку в качестве источника сигнала (рис. 7). Антенну приемника располагают горизонтально и определяют места с максимумами сигнала на границе обследуемой площади. Эти места являются местами прохождения коммуникаций.

Согласно приведенной выше методике трассоискатель ИКкт-50 был использован авторами в 2008 г. в режиме опытной эксплуатации в ходе электрометрического обследования подземных трубопроводов и силовых кабелей на территории ГУП "Институт нефтепереработки" Республики Башкортостан. При этом было определено местоположение подземных трубопроводов и электрических кабелей. Глубина заложения подземных трубопроводов и электрических кабелей составляла до 1,7 м.

Результаты проведенного исследования по выявлению технологических трубопроводов и энергосиловых кабелей позволяют совершенствовать систему контроля с целью повышения промышленной и экологической безопасности подземных коммуникаций.



УДК 665.642:621.039.681

П. А. Кулаков, асп., **Р. Г. Шарафиев**, д-р техн. наук, проф.,
Р. Г. Ризванов, д-р техн. наук, проф.,
Уфимский государственный нефтяной технический университет

Основные этапы анализа риска установки производства катионных нефтеполимерных смол и пути повышения безопасности

Проведен анализ рисков, возникающих при эксплуатации установки производства катионных нефтеполимерных смол, разбитый на этапы: описательная часть, идентификация опасностей, оценка риска, рекомендации по уменьшению риска. Установлены взаимосвязи "отказы — ситуации — факторы — риски" получения смол и возможные пути развития аварий. Произведена оценка надежности систем и рассчитаны экономические потери. Разработаны рекомендации, предназначенные для использования на этапе проектирования установки.

Ключевые слова: риск, анализ, безопасность, этап, катионные нефтеполимерные смолы.

Kulakov P. A., Sharafiev R. G., Rizvanov R. G. *The key steps of risk analysis in the installation of production kationnyh petroleum resins and ways of improving safety*

The conducted analysis of risks arising under operation of a cation oil-polymeric resins producing plant has been parted as follows —description, danger identification, risks assessment, advice on reducing rate of risks. I ascertained interaction among "failure — situation — factors —risks" for a resins — producing plant and possible directions for a breakdown progressing. Estimation of systems reliability and calculation of economic losses had been carried out. Recommendation useful while designing a plant had been developed.

Keywords: risk, analysis, safety, step, kationnyh petroleum resins.

Нефтехимическое производство является одним из наиболее опасных техногенных источников аварий, поскольку специфика преобразования сырьевых ресурсов в готовую продукцию такова, что химические превращения, процессы выделения полупродуктов могут происходить при высоких давлениях и температурах, а также могут образовываться побочные вещества, более опасные для человека и окружающей среды, чем исходное сырье и продукты.

Технологический процесс производства одного из видов катионных нефтеполимерных смол (КНПС) — олигопипериленового синтетического каучука (СКОП) следует классифицировать как

опасный [1] ввиду целого ряда факторов (высокие давление, температура, использование опасных веществ).

Основное назначение СКОП — замена дорогостоящей, импортируемой в количестве около 120 тыс. т/год, получаемой в присутствии комплекса безводного хлорида алюминия катионной нефтеполимерной смолы твердой "эскорез" либо жидкой "эскопол" (обе — продукты фирмы "Эссо Кемикл"), повышение скорости высыхания композиционных полунатуральных олиф, алкидных лаков и пигментированных лакокрасочных материалов на их основе, твердость и стойкость к истиранию лакокрасочного покрытия.

Основной особенностью процесса производства КНПС являются протекание реакции при температуре более 110 °С и при давлении более 0,4 МПа, нестабильность характеристик сырья, а вследствие этого инициирование побочных химических реакций, определяющие необходимость изменения режимных параметров с целью поддержания нормируемых показателей безопасности производства [2, 3]. Указанные особенности являются одной из причин, обуславливающих необходимость повышения качества управления технологическими процессами с целью повышения безопасности производства. Сочетание нестабильного по характеристикам сырья и изменяющихся значений показателей безопасности производства являются основными факторами, которые делают задачу подбора технологического режима чрезвычайно сложной.

Управление безопасностью включает в себя следующие этапы: анализ риска, оценка риска, проведение мероприятий по снижению риска и контроль за его уровнем.

Анализ риска аварий — процесс идентификации опасностей и оценки риска на опасном производственном объекте для отдельных лиц или групп людей, имущества или окружающей среды [4].

Результаты анализа риска используются для обоснования технических решений по обеспечению безопасности и при экономическом анализе по критериям "стоимость — безопасность —выгода".

Для сравнительного анализа различных аварийных ситуаций и последующего обоснования и оптимизации мер безопасности используются вероятностные характеристики оценки аварийных

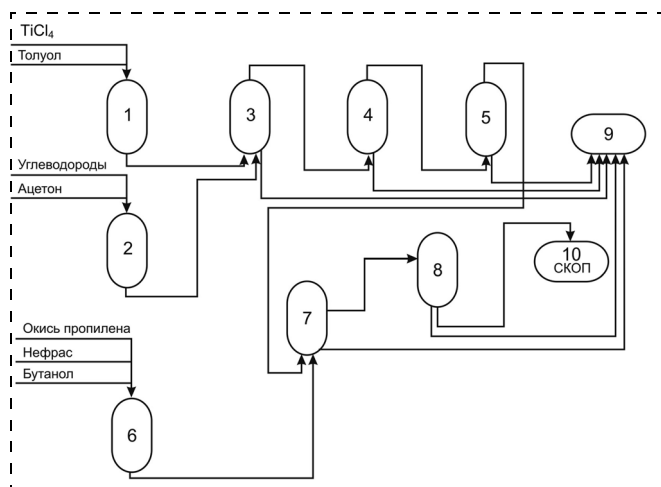


Рис. 1. Схема материальных потоков установки производства СКОП: 1 — узел приготовления катализатора; 2 — узел приготовления углеводородов; 3, 4 — полимеризаторы; 5, 8 — дегазаторы; 6 — узел приготовления сокатализатора; 7 — узел дезактивации; 9 — линия освобождения аппаратов; 10 — емкость с готовой продукцией

ситуаций [5]. Основной вероятностной характеристикой является частота (интенсивность) отказов. Частота отказов в общем виде определяется как количество отказов в единицу времени на единицу работающего оборудования [6].

На рис. 1 приведена схема материальных потоков установки производства СКОП. Ниже перечислено применяемое здесь оборудование: подача катализатора — смеситель 1; подача углеводородов и ацетона — смеситель 2; I и II ступень полимеризации — полимеризаторы 3 и 4; I ступень дегазации — дегазатор 5, дезактивация — дозреватель 6 и дезактиватор 7; II ступень дегазации — дегазатор 8; линия высвобождения аппаратов 9 — буферная емкость для сброса, трубопроводы в которую идут из каждого из аппаратов.

Частота отказов определяет надежность оборудования. Функция надежности (безотказности) рассчитывается по формуле:

$$R(t) = e^{-\int_0^t z(t) dt}, \quad (1)$$

где $z(t)$ — интенсивность отказов.

Кроме частоты отказов необходимо учитывать величину ущерба от каждого отказа. Таким образом, риск можно рассматривать как величину, включающую частоту (вероятность) наступления нежелательного случайного события, и связанные с ним потери

$$K = z(t)M, \quad (2)$$

где M — ущерб, наносимый данным аварийным событием, цена/авария; соответственно, размерность риска цена/год.

Основные этапы анализа риска рассмотрены ниже [7].

На первом этапе решаются вопросы планирования и организации работ, определяется анализируемый объект, выделяются основные проблемы, вводятся ограничения. Также на первом этапе производится выбор методов идентификации опасностей. При выборе метода необходимо учитывать: задачи анализа, сложность объектов, наличие необходимых данных и квалификацию специалистов [7].

Второй этап включает в себя выявление и четкое описание всех источников опасностей и путей их реализации. На практике рекомендуется применять несколько методов для получения наиболее полной информации об объекте.

Для установки производства СКОП был произведен анализ установки как источника опасности с учетом норм технологического режима [8], были определены основные опасности [9–11] — рабочие давления свыше 0,4 МПа, температуры до 110 °С, использование легковоспламеняющихся и опасных химических веществ. В ходе анализа производственных опасностей установлены причинно-следственные связи, которые представлены на рис. 2 в виде взаимосвязей "отказы — ситуации — факторы — риски". В результате выявлено 12 возможных первичных отказов (блоки сгруппированы по узлам производства), реализация которых может привести к шести вторичным отказам. Вторичные отказы, в свою очередь, могут привести к четырем аварийным ситуациям, которые при последовательном развитии аварийной ситуации могут привести к одному или нескольким факторам риска и далее к одному или нескольким видам риска (экономическому, экологическому, социальному).

В результате анализа было выявлено, что основные опасности производства связаны с нарушением технологических параметров: повышение температуры и давления, дисбаланс состава каталитического комплекса, реакционной смеси и др. Эти нарушения могут привести к аварийным ситуациям. Причинами нарушений являются отказы оборудования либо регулирующих устройств. В результате выявлены типовые аварийные ситуации, которые могут привести к таким факторам риска как срабатывание разрывной мембраны и сброс реагентов, вспенивание и выброс полимеризата, потеря качества. Каждый из этих факторов или их совокупность, как известно, могут привести к трем видам риска — экономическому, экологическому и социальному.

Таким образом, аварийные ситуации на установке производства СКОП могут развиваться по четырем различным сценариям. Первый — приводящий к экономическому, экологическому, социальному видам риска, с конечным нежелательным событием на дереве событий — "срабатывание разрывной мембраны". Следующие два сценария развития аварии — с конечными событиями "стравливание реагентов на факел" и "выброс полимеризата" — могут привести к экономическому и экологическому рискам.

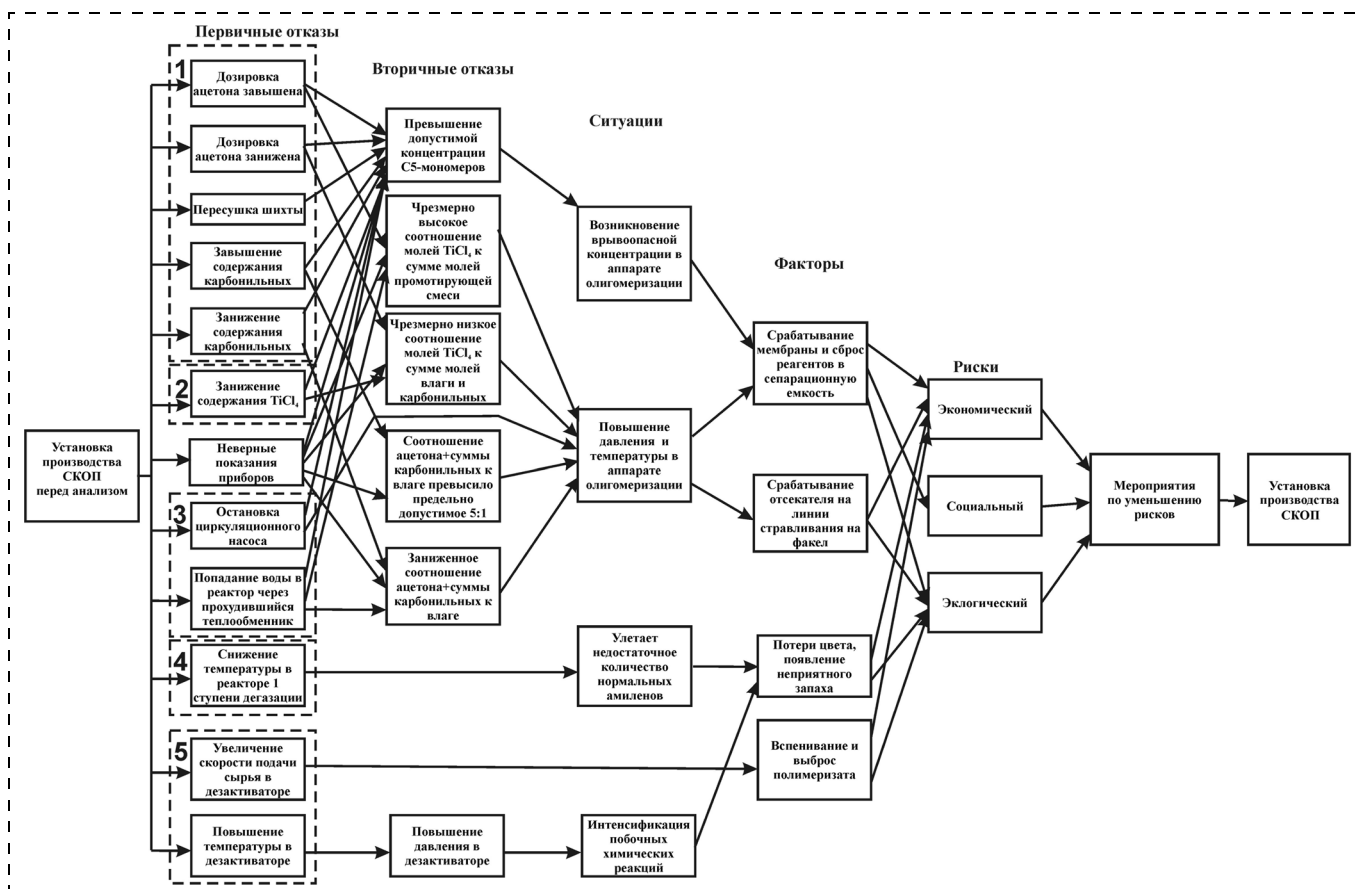


Рис. 2. Взаимосвязи "отказы — ситуации — факторы — риски" для установки получения SKOP:
 1 — узел приготовления сырья; 2 — узел приготовления катализатора; 3 — узел олигомеризации; 4 — узел I ступени дегазации; 5 — узел дезактивации

Сценарий — "потеря качества продукции" (изменения цветности, появления неприятного запаха) — приведет только к экономическому риску.

На **третьем этапе** необходимо провести количественную оценку опасности объекта. В рассматриваемом случае использовались следующие методики:

- прогнозирование интенсивности событий;
- анализ структурной схемы надежности;
- методика оценки ущерба от аварий на опасных производственных объектах.

Кинетическая кривая протекания реакции в катионной полимеризации имеет S-образный вид, т. е. эта реакция, как и горение, ядерный взрыв протекает по цепному механизму в квазистационарном режиме. Чтобы избежать в таких условиях аварийной ситуации, необходимы надежные средства метрологии и автоматизации, позволяющие оперативно внести нужные коррективы.

В связи с этим были проведены исследования и получены вероятностные и стоимостные характеристики отказа объекта — вероятности отказов систем метрологии и автоматизации и технологических систем, а также возможные потери в результате данного отказа. Результаты исследований приведены

в табл. 1, 2, 3. В этих таблицах сравнивается существующий вариант установки и предлагаемый вариант, в котором произведена замена устройств и были использованы схемы с нагруженным и ненагруженным резервированием, рассмотренные в работе [12]. В предлагаемом варианте рассчитывалась безотказность следующего оборудования: Контроллер Siemens S7-300H, датчик уровня СИМ-АЕх, датчик давления Сапфир ТМ, датчик контроля потока Siemens, датчик температуры Siemens Sitrans T, регулирующий клапан intech, отсекающий клапан intech.

Надежность систем I и II ступеней дегазации оказалась мала из-за большого количества приборов и оборудования в цепочке каждой из систем.

Потери в результате аварии определялись в соответствии с методикой [13]. При расчете исходили из следующих условий: емкость полимеризатора — 20 м³; производительность — 4 м³/ч; при аварии теряется минимально возможная партия продукта, равная емкости реактора; время поиска неисправности и восстановления работоспособности (минимально) — 48 ч.

Произведя оценку возникающих рисков, можно увидеть, что основной риск исходит от реактора



Результаты расчетов безотказности систем метрологии и автоматизации

Таблица 1

Системы метрологии и автоматизации	Безотказность	
	существующий вариант	предлагаемый вариант
Регистрация и сигнализация уровня	0,8897	0,9679
Регистрация уровня	0,8898	0,9679
Регистрация расхода	0,7766	0,8833
Отсекатель по уровню	0,7157	0,9637
Клапан по давлению на подаче в полимеризатор	0,6751	0,9869
Регистрация расхода	0,8393	0,8963
Регулирование температуры и сигнализация	0,7156	0,9642
Регистрация, индикация температуры	0,8898	0,9783
Регистрация давления	0,8393	0,9913
Регулирование давления	0,6751	0,9769
Регулирование уровня	0,8898	0,9539
Регулирование температуры	0,7157	0,9642
Регулирование уровня и сигнализация	0,8151	0,9539

Результаты расчетов безотказности технологических систем

Таблица 2

Обозначение и наименование технологического узла на рис.1	Безотказность		Номер последствия*
	существующий вариант	предлагаемый вариант	
1. Подача катализатора	0,44003	0,8987	1, 2, 4
2. Подача углеводородов	0,41506	0,9111	1, 2, 4
3. Полимеризация I ступень	0,88976	0,9227	1, 2, 4
4. Полимеризация II ступень	0,48313	0,9557	1, 2, 4
5. I ступень дегазации	0,05186	0,1320	—
6. Подача сокатализатора	0,79168	0,9367	3, 4
7. Дезактивация	0,61484	0,8063	3, 4
8. II ступень дегазации	0,18618	0,7340	—
9. Линия освобождения аппаратов	0,88976	0,9066	—

* 1 — "срабатывание разрывной мембраны"; 2 — "страивание реагентов на факел"; 3 — "выброс полимеризата"; 4 — "потеря качества продукции".

Потери от нежелательных событий

Таблица 3

Событие	Место возникновения	Суммарные потери, руб.
Срабатывание мембраны	Полимеризатор	1 449 338
Срабатывание клапана	Полимеризатор	822 790
Вспенивание и выброс продукта	Дезактиватор	68 030
Потеря качества	В любом из аппаратов	88 000

полимеризации, в то же время системы дегазации и линии освобождения аппаратов напрямую не влияют на возникновение аварийных ситуаций и ущерб от них незначителен.

На четвертом этапе после проведения расчетов при установке проектируемых приборов с учетом возможности резервирования, с применением Марковского метода, как с восстановлением, так и без него, можно существенно повысить надежность как систем автоматизации, так и технологических систем.

Таким образом, использование основных положений менеджмента риска позволило идентифицировать основные опасности производства СКОП, определить пути развития аварийных ситуаций и оценить потери для каждого случая. Затем для наиболее проблемных участков была повышена надежность до требуемых значений. И далее задача повышения безопасности установки лежит в области совершенствования структуры установки и алгоритмов управления, оптимизации химических реакций.

Список литературы

1. **Федеральный закон** "О промышленной безопасности опасных производственных объектов". — 2-е изд, с изм. — М.: ФГУП "НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России", 2004. — 28 с.
2. **Катионная полимеризация** / Под редакцией П. Пеша / Перевод с английского Е. Б. Людвиг, Р. И. Милогинской / Под редакцией С. С. Медведева, А. А. Арест-Якубовича. — М.: Мир, 1966. — 584 с.
3. **Думский Ю. В.** Нефтеполимерные смолы. — М.: Химия, 1988. — 168 с.
4. **Федеральный закон** от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды".
5. **Гражданкин А. И., Лисанов М. В., Печеркин А. С.** Использование вероятностных оценок при анализе безопасности опасных производственных объектов // Безопасность труда в промышленности. 2005. — № 5. — С. 33—36.
6. **Федоров Ю. Н.** Основы построения взрывоопасных производств. В 2-х томах. Т. 1. "Методология". — М.: СИНТЕГ, 2006. — 720 с.
7. **РД 03-418-01.** Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов.
8. **Егоров А. Ф., Савицкая Т. В.** Управление безопасностью химических производств на основе новых информационных технологий. — М.: Химия, 2004. — 416 с.
9. **Попов Б. И., Шарафиев Р. Г., Ризванов Р. Г., Кулаков П. А.** Анализ возможных опасностей при эксплуатации установки синтетического олигопипериленового каучука // Безопасность труда в промышленности. — 2006. — № 12. — С. 60—63.
10. **Ризванов Р. Г., Шарафиев Р. Г., Кулаков П. А.** Информационные технологии как основа обеспечения безопасности химических производств // Всероссийская научно-практическая конференция "Актуальные проблемы химической технологии и подготовки кадров" г. Стерлитамак, 2006.
11. **Шарафиев Р. Г., Ризванов Р. Г., Кулаков П. А.** Интегрированная автоматизированная система управления безопасностью производства СКОП // Информационные технологии в профессиональной деятельности и научной работе: Сборник материалов региональной научно-практической конференции. — Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. — С. 159—163.
12. **Надежность** технических систем: Справочник / Ю. К. Беляев, В. А. Богатырев, В. В. Болотин и др.; Под ред. И. А. Ушакова. — М.: Радио и связь, 1985. — 608 с.
13. **РД 03-496-02.** Методические рекомендации по оценке от ущерба от аварий на опасных производственных объектах.

УДК 62-278: 62-78:66.02

А. В. Ковтунов, канд. техн. наук, проф., **А. С. Левченко**, канд. техн. наук, проф.,
О. Е. Лаврус, канд. техн. наук, доц., **О. П. Мулюкин**, д-р техн. наук, проф.,
С. А. Финогенов, инж.,
Самарский государственный университет путей сообщения

Обеспечение экологической безопасности транспортировки рабочих сред под давлением в железнодорожных цистернах с предохранительными мембранами

Рассмотрены экологические проблемы, возникающие при транспортировке газообразных и жидкостных продуктов под избыточным давлением в железнодорожных цистернах, снабженных металлическими предохранительными мембранами.

Охарактеризованы разработанные авторами перспективные конструкции мембран данного класса с повышенной функциональной надежностью и многообразием использования.

Ключевые слова: экология, мембрана, железнодорожная цистерна, рычажно-шарнирный механизм, функциональная надежность, быстродействие, мембранно-срезное устройство.

Kovtunov A. V., Levchenko A. I., Lavrus O. E., Muljukin O. P., Finogenov S. A.
Maintenance of ecological safety of transportation of working environments under pressure in railway tanks with safety membranes

The environmental problems arising at transportation of gaseous and liquid products under superfluous pressure in railway tanks, supplied are considered by metal safety membranes.

The perspective designs of membranes of the given class developed by authors with increased functional reliability and multitudes uses are characterized.

Keywords: ecology, a membrane, the railway tank, lever-hinged the mechanism, functional reliability, speed, membrane-shearing the device.

В настоящее время практически все используемые на железных дорогах цистерны ОАО "РЖД", транспортирующие газообразные или жидкостные продукты под избыточным давлением, снабжены типовыми металлическими предохранительными мембранами (ПМ) из тонколистового проката, разрываемыми избыточным давлением транспортируемого продукта при превышении им заданной (допустимой из условия прочности цистерны) величины для сброса части продукта из цистерны в атмосферу [1, 2].

После срабатывания предохранительной мембраны и установления в цистерне допустимого избыточного давления проходное сечение прорванной мембраны остается открытым, связанным с окружающей атмосферой.

При транспортировке жидких продуктов (компоненты нефтепереработки, вина, соки и пр.) длительное сообщение цистерн с атмосферой по месту прорванной мембраны до прибытия железнодорожного состава в ближайший по пути следования пункт сопряжено с потерей жидкости в результате ее перелива из цистерны на рельсовый путь, а в случае ее горючести — с возникновением пожароопасной ситуации [3].

При транспортировке газообразного продукта (продукты химического производства, например, метан) и двухкомпонентных (газо-жидкостных) продуктов, например, криогенных (сжиженный природный газ; жидкие кислород, водород и пр.) длительное сообщение цистерн с атмосферой недопустимо из экологических соображений и возможности возникновения взрыво-, пожароопасной ситуации. В этом случае требуется срочная остановка состава и оперативная установка на железнодорожную цистерну новой предохранительной мембраны взамен сработавшей [4].

Вышеизложенное предопределило разработку в Самарском государственном университете путей сообщения (СамГУПС) перспективных конструкций ПМ для железнодорожных цистерн.

Устройства с предохранительной мембраной многоразового использования

Многообразие использования обеспечивается способностью мембраны к двум и более срабатываниям путем перевода из сработавшего положения в исходное. На рис. 1 представлены варианты предохранительной отрывной мембраны с ослабленным элементом в виде уплотнительного соединения "конус по конусу" с тарированным усилием прессования сопрягаемых деталей и различным раз-

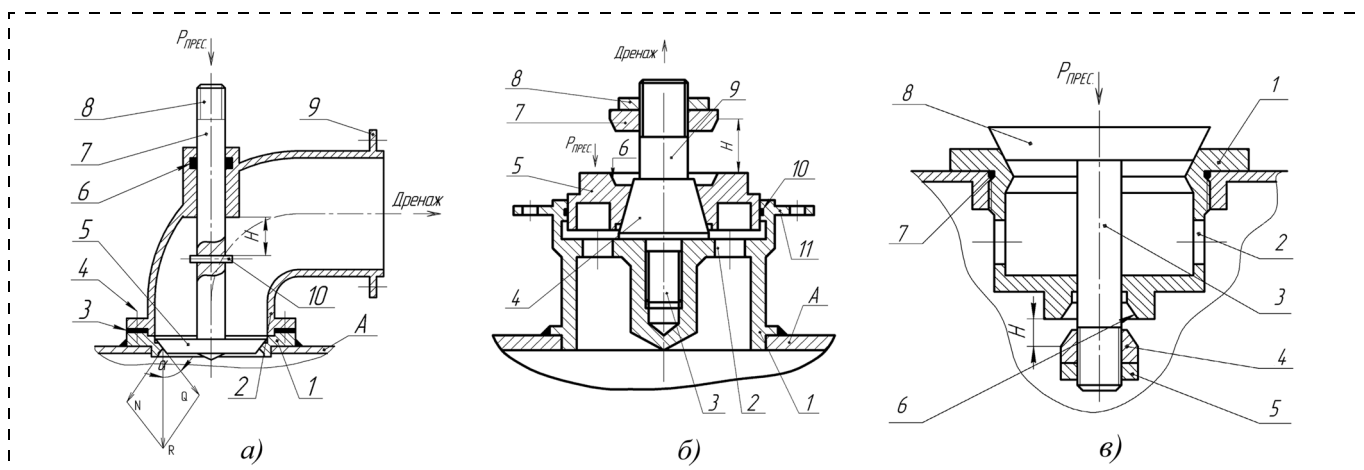


Рис. 1. Варианты мембранных устройств многофазового действия:

а — с угловым выходным фланцем корпуса мембранного устройства и сбросом в дренаж; *б* — с прямолинейным выходным фланцем мембранного устройства и сбросом в дренаж; *в* — со сбросом в атмосферу

мещением самозаклинивающегося ограничителя хода сработавшей мембраны (рис. 1).

При срабатывании мембраны 5 (рис. 1, *а*) под действием избыточного давления среды, мембрана отходит от патрубка 1 и перемещается вверх на ход H до упора штифта ограничения хода мембраны 10 в торец корпуса 2. При сверхдопустимом давлении часть рабочей среды из защищаемого сосуда *A* сбрасывается в дренаж.

Для возвращения мембраны 5 в исходное положение к резьбовому окончанию 8 штока 7 прикладывается усилие $P_{\text{прес}}$, обеспечивающее герметизацию конусной пары "мембрана 5—патрубок 1".

На рис. 1, *а* также обозначены: 3, 6 — уплотнения; 4 — крепежно-герметизирующий элемент; 9 — выходной фланец.

Устройство, представленное на рис. 1, *б*, действует следующим образом. Мембрана 5 с конусной поверхностью 6 под действием избыточного давления среды, преодолевая усилие запрессовки двух конических поверхностей сопряжения "мембрана 5—элемент 4" перемещается вверх на ход H до упора резьбой в ограничительный элемент 7. При этом сверхнормативное давление рабочей среды снижается за счет сброса из защищаемого сосуда *A* в "Дренаж".

Для возвращения мембраны 5 в исходное положение (рис. 1, *б*) к мембране 5 прикладывается усилие $P_{\text{прес}}$, обеспечивающее герметизацию конусной пары "мембрана 5—элемент 4". В данную конструкцию входят также следующие элементы: 1 — корпус; 2 — отверстие для прохода рабочей среды; 3, 9 — резьбовые хвостовики; 8 — контргайка; 10 — уплотнение; 11 — выходной фланец.

Устройство согласно рис. 1, *в* работает следующим образом. При срабатывании конусной мем-

браны 8 с центрирующим хвостовиком 3 под действием избыточного давления среды мембрана, преодолевая усилие запрессовки двух конических поверхностей сопряжения "мембрана 8—патрубок конусный выходной 1" перемещается вверх на ход H до упора в конусную опорную поверхность 6 патрубка 1. При этом сверхнормативное давление снижается за счет сброса рабочей среды через раскрывшееся конусное сопряжение в атмосферу.

Для возвращения в исходное положение к мембране 8 прикладывается усилие $P_{\text{прес}}$, обеспечивающее герметизацию конусной пары "мембрана 8—патрубок 1". На рис. 1, *в* также обозначены: 2 — отверстие для прохода рабочей среды; 4 — резьбовой конусный элемент ограничения верхнего рабочего хода мембраны; 5 — контргайка; 7 — уплотнение.

Устройства с использованием многофакторных мембран и блоков мембран

В конструкции мембранного клапана (рис. 2) мембрана 11 выполнена в виде тонкостенного металлического диска 9, жестко и герметично зафиксированного между деталями 9, 1, 13. Диск 10 сцентрирован на штифте 13, что обеспечивает воз-

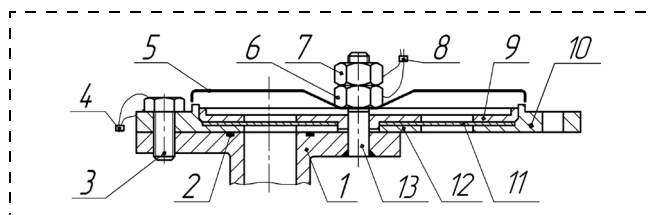


Рис. 2. Конструктивная схема предохранительного мембранного клапана с поворотным механизмом замены сработавшего участка мембраны на новый участок



возможность его разворота относительно выходного отверстия в патрубке 1 с уплотнением 2 для его перекрытия одним из ряда участков мембраны при повороте обоймы 12.

Замена отработавшего участка мембраны 11 (размещенного относительно патрубка 1) на новый участок производится в следующей последовательности:

- удаляются пломбы 4, 8 в провололочной контровке деталей 3, 12 и 7, 6;
- демонтируется болт 3 и снимается момент затяжки с контргайки 7 и гайки 6;
- обойма 12 проворачивается вокруг оси вращения (штифта) 13 на угол, обеспечивающий расположение нового участка мембраны 11 относительно оси патрубка 1;
- устанавливается болт 3 и детали 6, 7 затягиваются до требуемого уровня для обеспечения герметичности по стыкам деталей 1, 5, 10;
- осуществляется пломбирование вновь собранного мембранного узла (пломбы 4, 8).

Конструктивное исполнение устройств данного рода характеризуется большим многообразием. В них могут быть использованы рычажно-вращательные съемные мембраны, мембраны с рычажно-зубчатым механизмом, мембраны с кулачково-храповым механизмом и пр. В качестве иллюстрации на рис. 3 представлена структурная схема одной из таких конструкций с поступательно-перемещаемой обоймой, содержащей набор отдельных участков мембраны, последовательно вводимых в сопряжение с патрубком после срабатывания предшествующего участка мембраны.

Принцип работы данного мембранного клапана (МК) основан на поступательном перемещении мембранной обоймы 3 в направляющем аппарате 2 для замены прорванной мембраны 4, находящейся в корпусе 1 мембранного клапана, на новую мембрану из набора данных мембран, размещенных в обойме 3.

По мнению авторов, следующим шагом в совершенствовании МК является разработка конструктивно простых и надежных в эксплуатации меха-

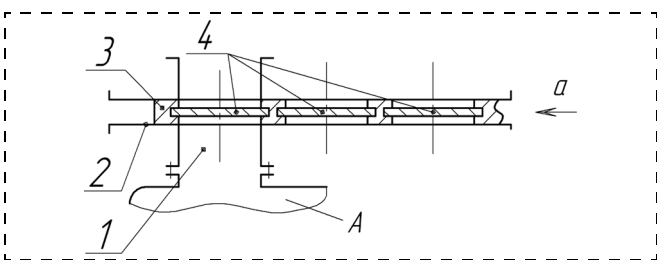


Рис. 3. Структурная схема предохранительного мембранного клапана с поступательно перемещающимся механизмом замены сработавшей мембраны на новую:

a — направление перемещения обоймы мембраны

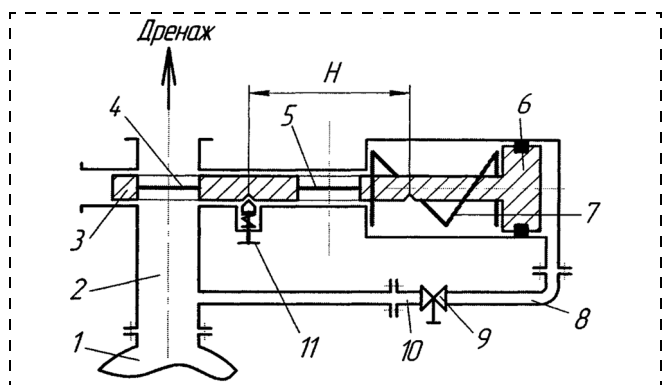


Рис. 4. Структурная схема двухмембранного клапана с приводным механизмом замены сработавшей мембраны на новую путем санционированного перепуска давления рабочей среды из защищаемого резервуара на вход механизма:

1 — резервуар с избыточным давлением рабочей среды; 2, 8, 10 — патрубок; 3 — обойма крепления мембран 4, 5; 6 — поршневой привод; 7 — пружина; 9 — запорное устройство (электромагнитный клапан, реле или вентиль); 11 — подпружиненная механическая защелка-стопор

низмов замены сработавшей мембраны на новую, автоматически (без вмешательства обслуживающего персонала) срабатывающих и осуществляющих указанную замену за счет использования энергии рабочей среды, протекающую через прорванную мембрану, либо за счет отбора рабочей среды непосредственно из запираемой емкости. Например, в конструкции, показанной на рис. 4, при срабатывании мембраны 4 открывается вентиль 9, и давление рабочей среды поступает на дифференциальный поршень 6. Последний, преодолевая усилие пружины 7, совершает ход *H* и фиксируется в новом положении пружинным стопором 11. Новое положение дифференциального поршня 6 соответствует введению новой мембраны 5 взамен сработавшей 4.

Каждый из выше предложенных типов ПМ имеет право на жизнь, так как обеспечивает многообразие их применения, сокращает сроки замены сработавшей мембраны на новую с соответствующим снижением непроизводительных потерь транспортируемого продукта.

Совершенствование конструкции срезных мембран

Авторы также считают целесообразным проведение работ по совершенствованию надежности работы срезных мембран, широко применяемых в агрегатах защиты транспортных сосудов. В частности, основным недостатком такого рода предохранительных мембран являются существенные допуски (разброс) на величины давления и времени их срабатывания, обусловленные причинами технологического характера изготовления мембранно-срезного узла (неоднородность свойств материала мембраны, неучтенные отклонения формы и допусков на

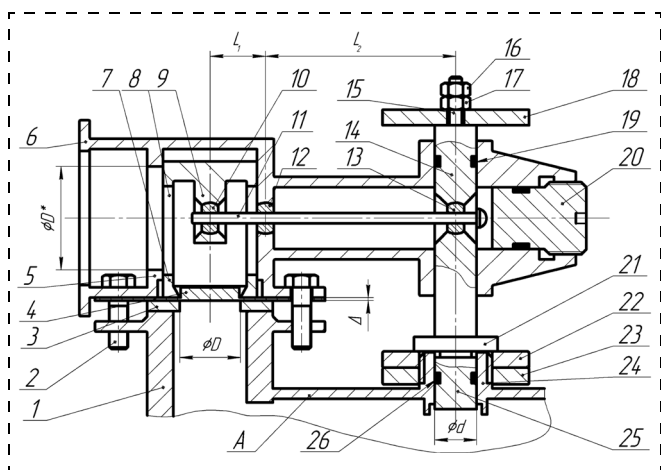


Рис. 5. Конструктивная схема предохранительного устройства со срезной мембраной и рычажно-шарнирным усилителем величины усилия, создаваемого воздействующим на мембрану давлением рабочей среды в момент ее срабатывания

размеры мембраны и режущей кромки ножа при термоциклировании конструкции и т. п.). В связи с этим при участии авторов разработаны оригинальные конструкции такого рода предохранительных мембран с рычажно-шарнирным усилителем, исключающие охарактеризованные недостатки типовых серийных устройств аналогичного назначения.

Предохранительное устройство (рис. 5) включает зафиксированные на выходном патрубке 1 защищаемого сосуда А при помощи резьбовых элементов 2 опорное кольцо 3, мембрану 4 и корпус 5 с выходным патрубком 6 для сброса избыточного давления рабочей среды из сосуда А. В корпусе 5 соосно патрубку 1 сцентрирован подвижный срезной нож 7 в виде пустотелого цилиндра с отверстиями 8 для прохода рабочей среды, снабженный осевым хвостовиком 9, в котором зафиксирован сферический пространственный шарнир 10. Внутри шарнира 10 пропущено левое плечо длиной L_1 рычага 11 с осью вращения 12 в виде сферического пространственного шарнира, зафиксированного в корпусе 5. Правое плечо длиной L_2 рычага 11 пропущено внутри сферического шарнира 13, зафиксированного в уплотненном поршне 14, который сцентрирован в корпусе 5 соосно патрубку 1 сосуда А. Хвостовик поршня 14 имеет резьбовое окончание 15, на котором при помощи контргайки 16 и гайки 17 жестко закреплен груз 18 с тарированной массой. Герметизация хвостовика 14 по корпусу 5 осуществляется с помощью уплотнения 19. В корпусе 5 предусмотрена герметичная технологическая заглушка 20, вворачиваемая в корпус 5 после установки рычага 11. Другое окончание хвостовика 14 снабжено упором 21 в виде цилиндрического буртика, диаметр которого превышает диаметр хвостовика 14.

Данный упор 21 оперт на контргайку 22, введенную в контакт с гайкой 23, причем как первая, так и вторая навинчены на пустотелый цилиндрический буртик — вход 24 корпуса 1, в котором сцентрирован цилиндрический хвостовик 25, герметичность которого по месту его ввода во внутреннюю полость корпуса 1 обеспечивается при помощи уплотнения 26.

В устройстве соблюдено условие $D^* > D$ для беспрепятственного прохода срезанной мембраны диаметром D и толщиной Δ с входного тракта устройства на его выход диаметром D^* .

Перед включением в работу устройство приводится в исходное положение.

Для этого контргайку 22, предварительно выведенную из контакта с гайкой 23, вращают в сторону подъема упора 21 до тех пор, пока двуплечий рычаг 11 не обеспечит плотную посадку ножа 7 на мембрану 4. Затем закручивают контргайку 22 (с удержанием гайки 23 в ранее настроенном положении) до жесткого контакта с гайкой 23, т. е. производится контрление резьбового соединения для предотвращения его самопроизвольной разборки в эксплуатации.

Принцип работы устройства заключается в следующем.

При росте давления рабочей среды в защищаемом сосуде А до величины давления срабатывания мембраны 4, последняя начнет срезаться по месту ее касания с режущей острой кромкой ножа 7. Одновременно срабатывает уплотненный хвостовик 25, нагруженный грузом 18, тарированная масса которого настроена на равенство усилию от действия давления срабатывания устройства на площадь поперечного сечения хвостовика 25 диаметром d . При перемещении вверх хвостовика 25 также вверх относительно шарнира 12 перемещается правое плечо рычага 11 длиной L_2 ($L_2 > L_1$), а левое плечо рычага 11 перемещается вниз относительно оси вращения 12. При этом левое плечо рычага 11 через шарнир 10 и хвостовик 9 нагрузит нож 7 дополнительным усилием, способствующим быстрому срезу мембраны 4.

К достоинству указанной конструкции следует отнести следующее:

- параметры мембраны выбраны из условия ее разрушения при заданном давлении срабатывания $P_{сраб}$, на это же давление срабатывания рассчитан и рычажный усилитель, т. е. их автономная работа не мешает друг другу выполнять возложенные функции;

- устройство обладает стабильным быстродействием, а его разброс по величине по сравнению с ПМ без усилителя крайне невысок. Это предопределено тем, что в случае задержки разрушения мембраны при заданном давлении срабатывания по каким-либо причинам (неоднородность структуры материала мембраны, неучтенные отклонения



формы и допусков на размеры мембраны, отклонения по геометрии режущей кромки ножа и т. д.) все равно мембрана сработает при заданном давлении рабочей среды за счет настроенного на это давление усилителя рычажного типа.

В связи с этим использование данного устройства позволит упростить конструкторско-технологические требования к чрезмерно высокому качеству мембран и обеспечить высокую надежность их срабатывания при расширенных допусках на их изготовление.

Из представленной на рис. 5 конструкции не сложно оценить техническую идею создания ПМ с рычажным усилителем, имеющим переставляемую ("плавающую") ось вращения рычага, нагруженную тарированным усилием. Это позволит менять соотношение длин плеч рычага L_1 и L_2 в зависимости

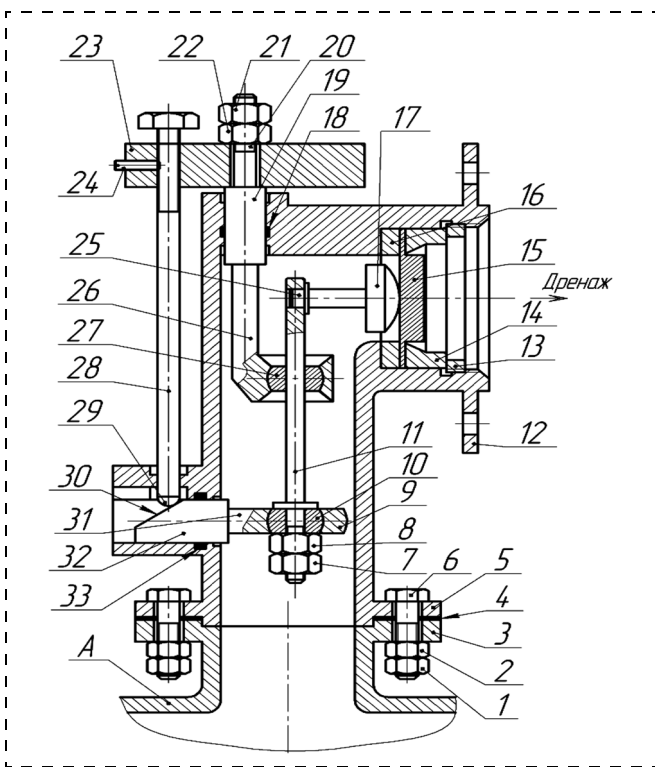


Рис. 6. Предохранительное устройство на базе срезной мембраны и рычажно-шарнирного усилителя с переставляемой осью вращения двуплечего рычага:

1, 7, 21 — контргайка; 2, 8, 22 — гайка; 3 — выходной фланец защищаемой емкости *A* под избыточным давлением рабочей среды; 4, 18, 33 — уплотнение; 5 — корпус предохранительного устройства; 6 — болт; 9 — подопорная державка поршня 32; 10, 27 — закладной сферический шарнир; 11 — двуплечий рычаг; 12 — выходной фланец предохранительного устройства; 13 — съемное стопорное кольцо; 14 — втулочный ножевой элемент; 15 — мембрана; 16 — подножевой упор; 17 — сферический толкатель с хвостовиком 25; 19 — поршень с резьбовым 20 и игольчатым 26 окончаниями; 23 — груз с тарированной массой (в модифицированной конструкции устройства используется пружина с предварительным поджатием); 24 — штифт-фиксатор; 28 — индикаторный болт с сферической головкой 29; 30 — клиновидная поверхность поршня 32

от величины или скорости нарастания давления в защищаемом сосуде для замедления или ускорения времени прорыва мембраны.

В конструкцию, показанную на рис. 6, введен уплотненный поршень 19, нагруженный усилием, тарированным по массе груза 23, и в котором размещена ось вращения (шарнир 27) двуплечего рычага 11. Кроме того, клиновидная поверхность 30 поршня 32 введена в контакт со сферической головкой 29 индикаторного болта 28, который при помощи штифта 24 жестко связан с грузом 23.

Данные конструктивные особенности устройства обеспечивают при превышении давления рабочей среды допустимой величины подъем груза 23. Это, в свою очередь, приведет к перемещению вверх поршня 19, и, соответственно, размещенного в нем шарнира 27, свободно скользящего по рычагу 11. При этом, в силу изменения длин плеч рычага 11, возникает дополнительное усилие на толкателе 17, способствующее быстрому прорыву мембраны 15.

Одновременно отметим, что расчет динамики и прочности входящих в состав рассмотренных выше устройств рычажно-шарнирных кинематических связей не представляет затруднений и подробно освещен в работе [5].

Представляя конструктивные решения, авторы полагают, что их реализация в виде конкретных конструкций агрегатов защиты и предохранения железнодорожных цистерн от недопустимого избыточного давления транспортируемого продукта позволит сократить потери транспортируемой по железной дороге продукции, повысить функциональную надежность и снизить временные и финансовые затраты на ремонт и приведение в рабочее состояние этих агрегатов после срабатывания, а также повысить экологическую безопасность транспортировки рабочих сред под давлением по железным дорогам России.

Список литературы

1. Шадур Д. А., Челюков И. И., Никольский Л. Н. и др. Вагоны: Учебник для вузов ж.-д. транспорта / Под ред. Л. А. Шадура. — 3-е изд. перераб. и доп. — М.: Транспорт, 1980. — 439 с.
2. Медель В. Б. Подвижной состав электрических железных дорог. Конструкция и динамика: Учебник для ин-тов ж. д. транспорта. — Изд. 4-е, перераб. — М.: Транспорт, 1974. — 232 с.
3. Ковтунов А. В. Виброизоляция грузов ответственного назначения с изменяющейся массой при перевозке в железнодорожном подвижном составе: Монография. — Самара: СамГАПС, 2003. — 136 с.
4. Водяник В. И., Малахов Н. Н., Полтавский В. Т., Шелюк И. П. Предохранительные мембраны: Справочное пособие. — М.: Химия, 1982. — 144 с.
5. Иванов Б. Г., Ковтунов А. В., Мулюкин О. П., Трухман В. М. Конструкция и расчет исполнительных рычажных механизмов системы жизнеобеспечения железнодорожного транспорта: Учебное пособие. — Самара: СамГАПС, 2007. — 374 с.

Концепция риска для управления уровнем экологической безопасности на урбанизированных территориях

Сформулирована концепция риска и представлен понятийный и методический аппарат для систем принятия решений, использующий инструмент риска для управления уровнем экологической безопасности на урбанизированных территориях.

Разработанная стратегия снижения экологических рисков и управления уровнем экологической безопасности имеет вид блоков. Исполнение действий, рекомендованных в каждом блоке, приводит к получению информации, на основе которой системы принятия решений могут получить качественную и количественную оценку требуемых параметров и принять решение, адекватное имеющимся и возникающим угрозам.

Предложены рекомендации частного и общего характера для последующего управления экологическими рисками для достижения приемлемого уровня экологической безопасности на урбанизированной территории.

Ключевые слова: риск, опасность, экологическая безопасность, оценка риска, уровни риска, характеристика риска, управление риском, урбанизированные территории, определения и понятия для лиц, принимающих решение, эффективность мероприятий и мер по управлению риском.

Yaley E. A. Concept of risk for management of ecological safety level in the urbanized territories

In the message the methodical device for decisions making systems using tool of risk for management of a level of ecological safety on urban territories is submitted.

The developed strategy of decrease ecological risks also managements of a level of ecological safety looks like blocks. The performance of actions recommended in each block results in reception of the information, on the basis of which system of acceptance of the decisions can receive a qualitative and quantitative estimation of required parameters and to accept the decision adequate to available and arising threats.

The recommendations of private and common character for the subsequent management of ecological risks for achievement of an acceptable level of ecological safety are offered.

Keywords: risk, danger, ecological safety, risk assessment, risk levels, characteristic of risk, risk management, urban territories, definitions and concepts for the persons, decision making, efficiency of actions and measures on risk management.

Введение в проблему и постановка задачи

В основе методологии принятия решений в любых видах человеческой деятельности должен лежать анализ рисков, уже имеющихся или возникающих в процессе исполнения этой деятельности [1].

Главной целью снижения экологических рисков является сохранение человеческой жизни и здоровья для максимального количества населения, сохранение приемлемого качества окружающей природной среды и обеспечения экологической безопасности человека и природы.

Все более актуальным становится признание того факта, что в основе обеспечения приемлемого уровня экологической безопасности должно быть объединение в единое целое политики в социальной, экологической и экономической сферах на основе соответствующей оценки и управления рисками [2–8].

Концепция рисков позволяет выбрать стратегию при принятии решения, исходя из соблюдения баланса затрат, выгод и ущербов. Когда учет такого баланса предшествует политической интуиции и лежит в ее основе, тогда это позволяет в полной мере проявиться политическому предвидению [4, 8].

Уровень экологической безопасности, а значит и уровень риска, приемлемый для той или иной деятельности, определяется, исходя из конкретных социально-экономических условий той или иной страны и закрепляется законодательно.

Отдельно необходимо рассматривать вопрос о цене неверно принятого решения. В условиях недостаточного знания, т. е. в условиях неопределенности (а это наиболее частый случай) нередко приходится встречаться с ситуацией, когда распределение плотности вероятности проявления действия какого-либо опасного фактора полностью неизвестно. И тем более, неизвестна степень взаимодействия данного фактора с целым рядом других опасных факторов, которые могут присутствовать в данное время в данном месте, т. е. нельзя оценить как возможный синергизм, так и антагонизм.

Таким образом, риск воздействия данного опасного фактора можно определить только с большой степенью неопределенности [1]. Степень неопределенности может быть столь велика, что не позволит провести точный выбор стратегии при принятии решения.



В этом случае необходимо выбрать одно из двух: или принимать решение в условиях высокой неопределенности, которая может привести в результате неверно принятого решения к большому ущербу, а значит, и риску, или прежде чем принимать решение, предпринять дополнительное изучение данного вопроса с целью уменьшения неопределенности в распределении риска. При этом стоимость исследований по уменьшению неопределенности в оценке риска и по получению дополнительной информации об опасных факторах не должна превышать стоимость возможного ущерба при неверно принятом решении, если этих исследований не проводить.

Во всяком случае, лицо, принимающее решение (ЛПР), всегда будет заинтересовано знать: чем может грозить ситуация, когда решение принято неправильно. И редко кто из ЛПР сознательно пойдет на риск больших возможных потерь, если есть возможность лучше изучить ситуацию и принять решение, грозящее существенно меньшими неприятностями в случае, когда это решение окажется неправильным вследствие значительной неопределенности имеющихся факторов риска.

Исходя из сказанного и имея в виду актуальность расширения инструментов управления для систем принятия решений, постановка задачи может быть выражена следующим образом.

Сформулировать базовые положения и методический аппарат для ЛПР, использующий концепцию риска для управления уровнем экологической безопасности на урбанизированных территориях.

1. Основные понятия и положения концепции риска

Для дальнейшего изложения необходимо определение следующих понятий:

- безопасность при чрезвычайных с экологической точки зрения ситуациях;
- угрозы и опасности в этих ситуациях;
- меры безопасности;
- меры опасности;
- степень опасности, которая может считаться "приемлемой";
- степень опасности, которая может считаться "чрезмерной";
- степень опасности, которая может считаться "пренебрежимой";
- риск, индивидуальный и социальный риск, оценка, анализ и управление рисками, информационное обеспечение анализа риска, ущерба.

Разработка стратегии снижения рисков требует осмысления и формулировки перечисленных ниже положений.

— Анализ жизненно важных интересов личности, общества и государства в области снижения рисков, определение связи стратегии повышения экологической безопасности с концепциями и стратегиями национальной безопасности, устойчивого развития и другими государственными стратегиями.

— Формулировка стратегии снижения рисков на конкретной урбанизированной территории.

— Определение структурных уровней рассмотрения стратегии.

— Определение составных частей стратегии снижения рисков.

— Определение основных этапов реализации стратегии снижения рисков.

— Определение приоритетов каждого этапа реализации стратегии снижения рисков.

— Определение основных понятий в теории оценки неверно принятого решения.

Понятийный аппарат в рамках предлагаемого подхода строится на концепции безопасности и принципа приемлемого риска. Это указывает на необходимость определения понятий безопасности и опасности, шкалы и единицы измерения безопасности и опасности.

Безопасность экологическая — совокупность условий и факторов, обеспечивающих состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества, окружающей природной среды от угроз, возникающих в результате чрезмерной антропогенной и природной опасности.

Опасность — различного характера угрозы, исходящие как от человека, так и от внешней искусственно им созданной среды. Опасности можно рассматривать как реальные, потенциальные и мнимые. Последние это те, которые мы игнорируем, либо мы не догадываемся об их существовании. При определенных условиях (случайного или детерминированного характера) возможно их проявление в виде возникновения нежелательных событий, явлений или процессов (опасных факторов), воздействие которых может привести к одному или совокупности из следующих последствий:

отклонения здоровья человека, приводящее к заболеванию или даже смерти;

ухудшению качества природной среды, окружающей человека среды;

значительному материальному ущербу.

Мера степени опасности должна включать перечисленные ниже показатели:

вероятность появления случайного события — опасного фактора;

степень значимости этого события для человека и окружающей среды, если оно произошло;

уровень опасности, который может считаться "приемлемым";

уровень опасности, который может считаться "чрезмерным";

уровень опасности, которым можно пренебречь.

Предположим далее, что мерой измерения степени опасности выбраны единицы риска. Риск может включать следующие количественные показатели:

вероятность возникновения (частота) рассматриваемого опасного фактора;

неопределенность в определении ущерба;

неопределенность в определении вероятности;

величину ущерба от воздействия того или иного опасного фактора.

2. Оценка риска

Процесс сбора, обработки и анализа полученных данных для конкретной урбанизированной территории (УТ) назовем оценкой риска. Она осуществляется с учетом опасных факторов, присущих данной УТ, степени подверженности человека и окружающей среды воздействиям этих факторов и информации о соотношении воздействий и вызываемых ими последствий.

В процессе оценки риска надо ответить на следующие вопросы:

какие нарушения в данной природно-техногенной системе возможны;

какова вероятность таких нарушений;

каковы последствия таких нарушений и объем возможного экономического, экологического и эстетического ущерба?

Ответы на эти вопросы дают возможность выделить и идентифицировать угрозы применительно к загрязняющим веществам (ЗВ), оценить различные риски, их воздействия и последствия, подсчитать количественно уровень риска.

Используя один из подходов, рассмотренных в работах [6—8], оценку риска можно разделить на три этапа.

1. Распознавание (идентификация) опасности — процесс определения, случайно ли какое-либо вещество ассоциируется с определенным нарушением здоровья, например, вызывает рак или врожденную патологию. Так как трудно получить такую информацию относительно людей, этот этап обычно направлен на выяснение того, токсично ли данное вещество для животных или других тестируемых организмов.

2. Оценка "дозы — эффекта" — процесс описания взаимоотношений между примененной или полученной дозой вещества (агента) и частотой отрицательного влияния на здоровье. Для разных агентов возможны многочисленные виды взаимодей-

ствий типа доза — эффект, в зависимости от того, является ли ответная реакция (эффект) канцерогенной или не канцерогенной, а также от того, проявился ли данный эффект в результате однократного или многократного воздействия. Так как большинство тестов проводится при высоких дозах, то оценка дозы — эффекта должна включать обоснование метода экстраполяции данных в условия с низким уровнем воздействия (в область малых доз), в которые обычно попадает человек. Одна из частей оценки должна также включать метод экстраполяции данных, полученных на животных, на человека.

3. Оценка воздействия — включает определение размера и характера популяции, подвергшейся воздействию данного ЗВ, а также периода воздействия и концентрации вещества. Необходимо учесть также возраст и здоровье группы, подвергшейся воздействию, привычку к курению, наличие в группе беременных женщин, стариков, детей и инвалидов, и, кроме того, принять во внимание тот факт, что могли иметь место синергетические эффекты, связанные с одновременным воздействием разных ЗВ.

3. Характеристика риска

Выводы, полученные в результате процесса оценки риска, называются характеристикой риска, т. е. это интеграцией трех вышеуказанных этапов, приводящей к оценке степени влияния данного воздействия на здоровье населения.

Как правило, характеристика риска освещает перечисленные ниже аспекты:

— Отвечает на вопрос, какова природа и вероятность причинения вреда здоровью человека и окружающей среде?

— Кто (какие группы населения) может (могут) быть подвержен (ы) воздействию? Варьируется ли реакция на вредные воздействия по группам населения?

— Насколько опасными представляются ожидаемые воздействия и их побочные эффекты и последствия?

— Обратимы ли последствия этих воздействий?

— Какие научные доказательства приводятся в подтверждение сделанных выводов о величине риска? Насколько они убедительны?

— Существенна ли неопределенность оценок природы и размеров опасности?

— Насколько расходятся экспертные оценки в определении природы опасной ситуации и вероятности ее наступления?

— Какие еще источники могут вызывать риски и последствия, аналогичные рассматриваемым?

— Какова доля рассматриваемого источника в общей совокупности воздействия определенного



рода опасных факторов на здоровье местных жителей и природную среду?

— Насколько велик этот риск по сравнению с другими угрозами, существующими в данном регионе?

— Оказывает ли изучаемый риск влияние на другие воздействия на данной УТ помимо угрозы здоровью населения и окружающей среды?

Степень детализации оценки риска, включенной в его характеристику, зависит от важности проблемы, ее ожидаемого экономического, политического и социального эффекта, срочности, уровня противоречивости и затрат, требующихся на принятие превентивных мер.

Здесь следует особо отметить, что специалисты в области охраны окружающей среды, ответственные за принятие решений, должны тщательно взвешивать всю имеющуюся информацию, вне зависимости от степени ее достоверности, и осуществлять сравнительный анализ потребности в получении дополнительной информации или необходимости срочного принятия решения. Иногда приходится принимать решение на основании принципа предосторожности. Однако в любом случае следует тщательно избегать возникновения ситуаций "паралича в результате анализа", при котором необходимость получения новой информации используется как отговорка или повод для непринятия решения или отсрочки его принятия на неопределенный период.

Принятие решения о приемлемости уровня риска для той или иной ситуации и о мерах по уменьшению риска обычно основывается на критериях риска, которые должны устанавливаться на правительственном или на законодательном уровне. Исходной точкой при рассмотрении таких критериев является то, что риск от опасной деятельности для отдельного человека и для всего общества не должен быть большим, чем риск в повседневной жизни.

Индивидуальный риск смерти определяется как вероятность того, что в течение года незащищенный человек, находящийся в определенной точке пространства по отношению к источнику опасности, погибнет при реализации определенных опасностей.

В соответствии с этим подходом для большинства опасных воздействий максимально приемлемый уровень индивидуального риска, определяемый как уровень риска, увеличивающий риск смерти от всех других причин на один процент.

Уровень индивидуального риска, превышающий предельно допустимый уровень (ПДУ), должен рассматриваться как чрезмерный. Любая практическая деятельность, подвергающая того или иного

индивидуума жизни в условиях чрезмерного риска, является недопустимой. Ее внедрение в практику возможно только при условии принятия технических или организационных мер, позволяющих снизить уровень рассматриваемого риска до величины ПДУ.

На шкале индивидуальных рисков можно выделить три зоны:

1) область чрезмерного риска: любая деятельность, имеющая такой уровень риска, недопустима (в Нидерландах и США, например, более 10^{-6} в год);

2) область пренебрежимого риска: любая деятельность с уровнем риска из этой области не контролируется регулирующим органом (в Нидерландах и США менее чем 10^{-8} в год);

3) область приемлемого риска: любая деятельность с уровнем риска из этой области является объектом контроля для регулирующего органа в целях постоянного снижения риска (в Нидерландах и США в диапазоне 10^{-6} ... 10^{-8} на человека в год).

Социальный риск определяется как зависимость между определенным числом погибших людей, подвергшихся поражающему воздействию определенного вида в одном инциденте при реализации определенных опасностей, и вероятностью того, что это число будет превышать некоторое значение P . В этом случае возможно учитывать количество людей, которые могут быть одновременными жертвами одного инцидента.

Так как целью экологической безопасности является не только защита здоровья населения, но и защита окружающей среды, то в единицы для измерения безопасности входят показатели, которые количественно определяют качество окружающей среды. К количественной характеристике степени безопасности экосистем относится степень близости состояния экосистемы к границе ее устойчивости, где будет потеряна предсказуемость изменений экосистемы в ответ на внешнее воздействие.

В России пока таких нормативов нет, но, тем не менее, есть ряд точек зрения на этот вопрос. Одна из них заключается в оценке физико-химических свойств и состава компонентов природной среды и сопоставления полученных данных с аналогичными показателями неурбанизированной территории. При этом более важны тенденции изменения, а не абсолютные значения параметров [1—5].

4. Управление риском

Методология анализа и управления риском позволяет выбрать стратегию при принятии решения по поддержанию приемлемого уровня экологической безопасности, исходя из соблюдения баланса затрат, выгод и приемлемых рисков.

Как правило, специалисты в области управления риском имеют возможность выбора оптимальной в каждом конкретном случае альтернативы решения. На этой стадии реализации алгоритма управления риском, ЛПР и представители заинтересованных сторон рассматривают и обсуждают возможность и эффективность применения тех или иных мер. Однако наиболее вероятной является комбинация нескольких самых эффективных в данной ситуации мер по снижению степени угрозы или полному устранению опасности.

В данном контексте управление риском основывается на оценке экологического риска и требует ответа на следующую группу вопросов:

что может быть сделано для уменьшения экологического риска;

какие варианты выхода из создавшейся ситуации доступны для выбора и как каждый из имеющихся вариантов связан с общими затратами на его реализацию;

какие воздействия окажут текущие управленческие решения на будущие варианты выбора, какие последствия будут иметь принятые управленческие решения по уменьшению риска?

В этой связи процесс принятия решения на основе рассмотренного выше анализа риска имеет ярко выраженные четыре последовательные стадии:

1. Идентификация опасностей для населения и окружающей природной среды и их мониторинг.

2. Количественная оценка степени каждой из этих опасностей.

3. Решение о приемлемости риска конкретной хозяйственной деятельности и о мерах уменьшения риска, которые необходимо принять.

4. Контроль за поддержанием ситуации приемлемого риска.

На данных анализа риска строится и отбирается оптимальное решение, разработанное применительно к конкретной ситуации.

Ключевые вопросы анализа риска могут быть сформулированы следующим образом:

— в чем заключаются ожидаемые преимущества (выигрышность) выбранного варианта решения?

— каковы прогнозируемые затраты на его реализацию?

— кто выигрывает от принятия данного конкретного решения? каким образом реализуются принципы объективности и экологической справедливости?

— насколько целесообразно принятие и реализация выбранной альтернативы с точки зрения существующих ресурсных и временных ограничений, а также с учетом правовых, политических, законодательных и технологических лимитов?

— существует ли вероятность того, что наряду со снижением степени одних рисков исполнение принятого решения повлечет за собой появление или толчок к развитию других?

В ходе анализа предложенных альтернатив решения следует обратить особое внимание на возможность возникновения неблагоприятных последствий как побочного эффекта реализации того или иного варианта.

Одним из наиболее распространенных последствий такого рода является вероятность роста рисков, лежащих за рамками проводимого исследования, в то время как основные усилия ЛПР направлены на снижение угрозы, исходящей от изучаемой проблемы.

5. Оценка эффективности реализуемых мер по управлению риском

Установить причинно-следственную связь между загрязнителем и проявлением отдельных эффектов достаточно сложно, и становится возможным только тогда, когда под воздействие ЗВ попадает широкая группа населения, или когда воздействие ЗВ влечет за собой такие последствия, которые бросаются в глаза своей редкостью и характерными особенностями. Напротив, другие эффекты идентифицировать значительно проще ввиду того, что проявляются они быстрее. Это, к примеру, врожденные дефекты, анемия в результате попадания свинца в организм, или астма, вызываемая содержащимися в атмосфере оксидами серы.

Еще одной проблемой, связанной с оценкой эффективности принимаемых мер, является тот факт, что большинство экологических рисков, угрожающих здоровью человека, слишком малы в сравнении с другими рисками, эффекты и последствия которых легко определимы, как-то: производственные травмы, дорожно-транспортные происшествия, детская смертность, общие уровни раковых заболеваний или появления врожденных дефектов.

Поэтому ЛПР должны опираться на косвенные показатели, сигнализирующие о возможности снижения угроз здоровью находящихся под воздействием групп населения, такие как сокращение промышленных выбросов, уменьшение вредных воздействий, или постепенное численное убывание биологических признаков, свидетельствующих о подверженности загрязнению или об уже начавших проявляться эффектах экологической угрозы.

На том этапе развития, на котором находится в настоящее время область научных исследований, разрабатывающая методологию применения мер по управлению риском (уровнем экологической безопасности) и оценки полученных результатов,



еще слишком рано говорить о каких-либо серьезных достижениях и успехах. В частности, в тщательной проработке нуждаются аспекты, перечисленные ниже.

Изучение взаимосвязанности вредных воздействий и тех последствий, которые они вызывают при попадании в организм человека или окружающую среду.

Установление региональных различий в доминировании той или иной болезни как реакции организма на загрязнение окружающей среды, а также тенденций развития ситуации (увеличение или снижение количества случаев проявления эффектов вредных воздействий) и опасных факторов.

Создание надежной базы данных, объединяющей в единое целое все имеющиеся сведения и позволяющей, например, получить информацию об уровнях заболеваний различного рода с указанием конкретных экологических причин, их вызывающих.

Выявление наиболее важных экологических причин, вызывающих необратимые изменения в организме человека и ответственных за возникновение серьезных заболеваний.

Заключение

Описанный выше подход, основанный на анализе и последующем управлении риском, за последние несколько лет в разных вариантах применялся в некоторых системах принятия решений, в частности, в администрации г. Туапсе и показал свою жизнеспособность. Концепция риска применяется в области обеспечения безопасности и приемлемого качества окружающей среды, в частности, безопасности человека, природы, промышленных объектов и т. д., но с каждым годом анализ и управление риском все больше применяется в экономике, политике, социологии и т. д., т. е. практически во всех видах человеческой деятельности.

Важно отметить, что принципиальным отличием данного подхода от традиционных является то обстоятельство, что он рассматривает науку об экологической безопасности не как гуманитарную науку, а как междисциплинарное научное направление, которое требует количественного подхода как к оценке безопасности, так и к оценке опасности.

Анализ риска как необходимый инструмент для принятия управленческих решений является еще одним действенным средством минимизации потерь и ущерба, предупреждающий ошибки при принятии решений и делающий возможным оценку перспектив обеспечения приемлемого уровня экологической безопасности.

Ресурсы общества всегда будут ограничены, и в этом случае для обеспечения защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от угроз уровень экологической безопасности должен быть адекватен степени угрозы, а это потребует количественной оценки как уровня безопасности, так и степени угрозы [3].

Следует иметь в виду, что опасность (угроза) — это свойство, характеристика источника воздействия или среды обитания (нахождения), а безопасность — характеристика охраняемого объекта. То есть это две относительно независимые категории, допускающие принципиальное существование высокого уровня безопасности при высоком уровне опасности.

Список литературы

1. **Яйли Е. А., Музалевский А. А.** Риск: анализ, оценка, управление: Научное издание. СПб: Изд. РГГМУ, 2005. — 232 с.
2. **Потапов А. И., Карлин Л. Н., Воробьев В. Н., Музалевский А. А.** Мониторинг, контроль и управление качеством окружающей среды. Часть 3. Оценка и управление качеством окружающей среды: Научное издание. — СПб.: РГГМУ, 2006. — 598 с.
3. **Яйли Е. А., Музалевский А. А.** Управление экологическими рисками в контексте системного подхода // Научно-технические ведомости СПбГПУ. — 2006. — 5. — Т. 1. — С. 229—238.
4. **Яйли Е. А., Музалевский А. А.** Традиционный и коэволюционный взгляды на системные подходы к проблеме управления экологическими рисками // Управление риском. — 2006. — № 2. — С. 10—24.
5. **Яйли Е. А., Музалевский А. А.** Методология и способ оценки качества компонентов природной среды урбанизированных территорий на основе индикаторов, индексов и риска // Экологические системы и приборы. — 2006. — Т. 12. — С. 23—30.
6. **Яйли Е. А., Музалевский А. А.** Что мы хотим определить, оценить, и чем мы хотим управлять? Методологические аспекты проблемы риска // Управление риском. — 2006. — № 3. — С. 50—63.
7. **Музалевский А. А.** Экология: Учебное пособие / Под ред. Л. Н. Карлина. Туапсе: Изд. РГГМУ, 2008. — 604 с.
8. **Ваганов П. А.** Человек, риск, безопасность: Научное издание. — СПб: СПбГУ, 2002. — 160 с.

УДК 614.8

А. Д. Галеев, канд. техн. наук, С. И. Поникаров, д-р техн. наук,
Казанский государственный технологический университет

Прогнозирование зон токсической опасности и пожаровзрывоопасности при авариях на объектах хранения нефтепродуктов

Предложена модель для расчета интенсивности испарения с поверхности разлития многокомпонентной жидкости, позволяющая учитывать изменение состава, температуры жидкой фазы, динамику паровоздушного потока над поверхностью испарения и наличие препятствий. Вычислительная процедура реализована с помощью программного комплекса FLUENT.

Ключевые слова: разлитие жидкости, испарение, распространение паров, численное моделирование.

Galeev A. D., Ponikarov S. I. Prediction of toxic and flammable hazard zones at accidents on oil product storage facilities

A model for estimating the evaporation rate from a multicomponent mixture pool is presented. The model takes into account the variation of temperature, composition of liquid phase, the dynamics of air-vapor flow over a pool surface and the presence of obstacles. Calculation procedure has been realized using the program complex FLUENT.

Keywords: pool, evaporation, dispersion of vapors, numerical simulation.

Важный этап анализа риска опасных производственных объектов — расчет количественных показателей возможных аварий. На объектах хранения нефтепродуктов наиболее опасные аварийные ситуации связаны с разрушением резервуаров и проливами легковоспламеняющихся жидкостей. Последствия таких аварий во многом определяются интенсивностью испарения жидкости с поверхности пролива.

В настоящей статье предложен метод расчета скорости испарения многокомпонентных жидкостей и эволюции паров при заданном масштабе аварийного выброса, характеризуемого площадью разлития и толщиной слоя. Разработанная методика базируется на численном решении трехмерных нестационарных уравнений гидродинамики и тепломассообмена. Необходимость совершенствования методического аппарата для определения скорости испарения обусловлена многообразием внешних факторов, влияющих на испарение и не учитываемых в рамках существующих эмпирических корреляций. К данным факторам относятся:

- изменение состава и температуры жидкой фазы;
- образование над поверхностью разлития паровоздушной смеси с плотностью, отличающейся от плотности воздуха;
- наличие сооружений, зданий и конструкций.

Для иллюстрации практического использования разработанной методики был рассмотрен следующий сценарий аварии: разрушение резервуара объемом 100 м³ и разлитие стабильного газового бензина в пределах обвалования.

Математическая модель испарения

При разработке модели испарения нефтепродукта были сделаны следующие допущения:

- смесь компонентов идеальна;
- коэффициенты диффузии компонентов в газовой смеси равны (приближение независимой диффузии).

Концентрация пара i -го компонента на поверхности жидкости определялась исходя из гипотезы о термодинамическом равновесии между жидкостью и ее паром у поверхности раздела. Согласно закону Рауля объемная доля пара i -го компонента на межфазной границе:

$$Y_{i,w} = X_i \frac{P_{ni}(T_l)}{P_0}, \quad (1)$$

где $Y_{i,w}$ — мольная доля i -й примеси на границе раздела фаз; X_i — мольная доля компонента в жидкой фазе; T_l — температура жидкой фазы, K ; $P_{ni}(T_l)$ — давление насыщенных паров i -го компонента жидкости при температуре T_l ; P_0 — давление в окружающей среде.

Давление насыщенных паров компонентов жидкости в зависимости от температуры определялось из уравнения [1]:

$$P_{ni}(T_l) = \exp\left(A + \frac{B}{T_l} + C \ln(T_l) + D T_l^E\right), \quad (2)$$

где A, B, C, D, E — коэффициенты.

Значения коэффициентов A, B, C, D, E для компонентов, составляющих нефтепродукт, приведены в табл. 1.

Массовый поток i -го компонента с поверхности аварийного разлития определяется на основе стандартных функций стенки [3] с учетом поправки на стефановский поток (конвективный поток парага-



Таблица 1

Коэффициенты для определения давления насыщенных паров компонентов стабильного газового бензина

Компонент	A	B	C	D	E
Гептан	154,62	-8793,1	-21,684	0,023916	1
Октан	100,47	-8160,4	-11,663	$7,6624 \cdot 10^{-6}$	2
Н-пентан*	81,624	-5578,5	-9,2354	$9,4522 \cdot 10^{-6}$	2
И-пентан**	72,35	-5010,9	-7,884	$8,9795 \cdot 10^{-6}$	2
Гексан	165,47	-8353,3	-23,927	0,029496 ⁶	1

* Нормальный пентан.
** Изопентан.

зовой смеси, индуцируемый диффузионным потоком компонентов при непроницаемой поверхности раздела фаз и направленный от поверхности жидкости в парогазовую среду):

$$J_{i,w} = \frac{1}{K_s} \frac{(C_{i,w} - C_{i,p})\rho u^*}{C^+}; \quad (3)$$

$$C^+ = \begin{cases} Sc y^+, (y^+ < y_c^+) \\ Sc_t(u^+ + P_c), (y^+ > y_c^+); \end{cases} \quad (4)$$

$$y^+ = \frac{\rho u^* y_p}{\mu}; \quad (5)$$

$$u^+ = \frac{1}{\kappa} \ln(Ey^+) - \Delta B;$$

$$\Delta B = \frac{1}{\kappa} \ln(1 + C_{z_0} z_{0l}^*); \quad (6)$$

$$z_{0l}^* = \frac{\rho z_{0l} u^*}{\mu};$$

$$P_c = 9,24 \left[\left(\frac{Sc}{Sc_t} \right)^{3/4} - 1 \right] [1 + 0,28 e^{-0,007 Sc/Sc_t}]; \quad (7)$$

$$K_s = 1 - \sum Y_{i,w}; \quad (8)$$

где $J_{i,w}$ — массовый поток i -го компонента с поверхности аварийного разлива, кг/(м²·с); K_s — коэффициент, учитывающий влияние на интенсивность испарения стефановского потока; $C_{i,w}$ — массовая концентрация i -й примеси на границе раздела фаз, кг/кг; $C_{i,p}$ — концентрация i -й примеси (кг/кг) в пристеночном узле расчетной сетки; ρ — плотность паровоздушной смеси, кг/м³; $u^* = (\tau_w/\rho)^{0,5}$ — скорость трения; τ_w — напряжение трения на стенке; Sc и Sc_t — молекулярное и турбулентное число Шмидта соответственно; y_p — расстояние по нормали от поверхности испарения (стенки) до соседнего узла расчетной сетки; μ — коэффициент молекулярной динамической вязкости; κ — константа Кармана: $\kappa = 0,41$; E — константа в логарифмическом законе стенки для скорости; $E = 9,1$; y_c — безразмерное расстояние от стенки, определяемое

в точке пересечения линейного и логарифмического закона стенки для концентрации; C_{z_0} — коэффициент; z_0 — высота шероховатости твердой поверхности, м; z_{0l} — высота шероховатости поверхности пролива.

Уравнение (8) для определения поправки на стефановский поток получено исходя из следующих предпосылок. Пусть $N_{i,w}$ — мольный поток компонента с поверхности пролива, моль/(м²·с) [1].

$$N_{i,w} = -\frac{D_i}{R_0 T} \text{grad } p_i + \frac{v}{R_0 T} p_i, \quad (9)$$

где v — скорость конвективного переноса компонента (стефановского потока); p_i — парциальное давление компонента у границы раздела фаз; D_i — коэффициент эффективной диффузии компонента; R_0 — универсальная газовая постоянная Дж/(кг·моль); T — температура паровоздушной смеси.

Суммирование по всем компонентам дает:

$$\sum N_{i,w} = -\frac{1}{R_0 T} \sum D_i \text{grad } p_i + \frac{v}{R_0 T} \sum p_i. \quad (10)$$

Скорость конвективного переноса компонента [1]:

$$v = \frac{R_0 T}{P_0} \sum N_{i,w}, \quad (11)$$

таким образом

$$\sum N_{i,w} = -\frac{1}{R_0 T} \sum D_i \text{grad } p_i + \frac{\sum N_{i,w}}{P_0} \sum p_i. \quad (12)$$

После алгебраических преобразований получим:

$$\begin{aligned} \sum N_{i,w} &= -\frac{1}{R_0 T \left(1 - \frac{\sum p_i}{P_0}\right)} \sum D_i \text{grad } p_i = \\ &= -\frac{1}{R_0 T (1 - \sum Y_{wi})} \sum D_i \text{grad } p_i. \end{aligned} \quad (13)$$

Отсюда мольный поток каждого компонента

$$N_{i,w} = -\frac{1}{R_0 T (1 - \sum Y_{i,w})} D_i \text{grad } p_i. \quad (14)$$

Массовый поток компонента

$$J_{i,w} = M_i N_{i,w} = -\frac{1}{1 - \sum Y_{i,w}} \rho D_i \text{grad } C_i, \quad (15)$$

где M_i — мольная масса компонента; C_i — массовая концентрация компонента, кг/кг.

Уравнение (3), в котором коэффициент эффективной диффузии выражен через пристеночные функции, представляет собой дискретный аналог уравнения (15).

Определенная таким образом временная зависимость интенсивности испарения $J_{i,w}$ использовалась в качестве граничного условия в области источника в задаче эволюции токсичного газа, решение кото-



рой получено путем численного анализа полной системы трехмерных нестационарных уравнений Рейнольдса, замыкаемых уравнением состояния идеального газа и стандартной ($k-\epsilon$)-й моделью турбулентности. Используемая модель рассеивания примеси в атмосфере подробно описана в работе [4].

Для дискретизации дифференциальных уравнений применялся метод контрольного объема, реализованный в пакете FLUENT. Для определения конвективных слагаемых использовалась схема против потока первого порядка точности. Дифференциальные операторы, отражающие действие вязкости и диффузии, аппроксимировались центральными разностями. При аппроксимации производных по времени использована полностью неявная схема. Для согласования поля скоростей и давления использовался алгоритм SIMPLE [2].

Изменение температуры жидкости рассчитывалось из уравнения теплового баланса:

$$\frac{dT_i}{d\tau} = \frac{q_a + q_{\text{п}} - q_{\text{исп}}}{\sum \alpha_{li} C_{pli}}, \quad (16)$$

где τ — время, с; q_a — тепловой поток из атмосферы, Вт/м²; $q_{\text{п}}$ — поток теплоты от грунта к жидкости, Вт/м²; $q_{\text{исп}}$ — теплота, отводимая от жидкости при испарении, Вт/м²; α_{li} — масса компонента жидкости, отнесенная к единице поверхности пролива, кг/м²; C_{pli} — удельная теплоемкость компонента жидкости, Дж/(кг · К).

При расчете распределения температур в жидкой фазе теплопроводность вдоль пролива и образование конвективных течений в нем не учитывались.

В рассматриваемой задаче удельная теплоемкость компонентов определялась в Дж/(кмоль · К) по формуле [1]:

$$C_{pli} = A + BT_i + CT_i^2 + DT_i^3 + ET_i^4. \quad (17)$$

Значения коэффициентов A, B, C, D, E для расчета удельной теплоемкости компонентов нефтепродукта приведены в табл. 2.

Уравнение, описывающее изменение массы i -го компонента в жидкой фазе, выглядит следующим образом:

$$\frac{d\alpha_{li}}{d\tau} = -J_{i,w}. \quad (18)$$

Таблица 2

Значение коэффициентов для расчета удельной теплоемкости компонентов стабильного газового бензина

Компонент	A	B	C	D	E
Гептан	732 200	-7072	33,259	-0,065526	$4,8345 \cdot 10^{-5}$
Октан	241 450	-277,8	1,062	0	0
Н-пентан	150 160	-117	0,1449	0,001484	0
И-пентан	108 300	146	-292	0,00151	0
Гексан	198 200	-386,6	1,263	0	0

Тепловой поток от атмосферного потока (Вт/м²) определялся с помощью пристеночных функций [2]:

$$q_a = \frac{(T_l - T_p) C_p \rho u_*}{T^+}; \quad (19)$$

$$T^+ = \begin{cases} \text{Pr} y^+, & (y^+ < y_T^+) \\ \text{Pr}_t (u^+ + P_T), & (y^+ > y_T^+); \end{cases} \quad (20)$$

$$P_T = 9,24 \left[\left(\frac{\text{Pr}}{\text{Pr}_t} \right)^{3/4} - 1 \right] [1 + 0,28 e^{-0,007 \text{Pr}/\text{Pr}_t}], \quad (21)$$

где T_p — температура паровоздушной смеси в пристеночном узле, К; C_p — теплоемкость паровоздушной смеси, Дж/(кг · К); y_T^+ — безразмерное расстояние от стенки, определяемое в точке пересечения линейного и логарифмического закона стенки для температуры; Pr и Pr_t — молекулярное и турбулентное число Прандтля соответственно.

Тепловой поток, подводимый от грунта к жидкой фазе (Вт/м²) $q_{\text{п}} = \lambda_{\text{п}} (\partial T / \partial y)_{y=0}$ определялся из численного решения трехмерного нестационарного уравнения теплопроводности для твердого подстилающего слоя:

$$C_{\text{п}} \rho_{\text{п}} \frac{\partial T_{\text{п}}}{\partial t} = \lambda_{\text{п}} \left(\frac{\partial^2 T_{\text{п}}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_{\text{п}}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T_{\text{п}}}{\partial z^2} \right), \quad (22)$$

где $T_{\text{п}}(x, y, z)$ — распределение температур в слое грунта; $C_{\text{п}}, \rho_{\text{п}}, \lambda_{\text{п}}$ — теплоемкость, плотность и коэффициент теплопроводности грунта соответственно.

Краевые и начальные условия уравнения теплопроводности (22) имеют вид:

на твердой поверхности, прилегающей к разлитию:

$$T_{\text{п}} = T_l;$$

на нижней и боковых границах подстилающего слоя:

$$\frac{\partial T_{\text{п}}}{\partial z} = 0, \quad \frac{\partial T_{\text{п}}}{\partial y} = 0; \quad \frac{\partial T_{\text{п}}}{\partial x} = 0; \quad (23)$$

распределение температур в начальный момент времени в подстилающем слое:

$$T_{\text{п}}(0, x, y, z) = T_0,$$

где T_0 — температура окружающей среды.

Теплота, отводимая от жидкости при испарении, Вт/м²:

$$q_{\text{исп}} = \sum \Delta H_i J_{i,w}. \quad (24)$$

Теплота парообразования компонентов стабильного газового бензина, Дж/к · моль, определялась из уравнения [1]:

$$\Delta H_i = A(1 - T_r)^B, \quad (25)$$

где $T_r = T_l / T_{cr}$, T_{cr} — критическая температура.



Таблица 3

Значение коэффициентов для расчета теплоты парообразования компонентов стабильного газового бензина

Компонент	A	B
Гептан	$4,973 \cdot 10^7$	0,386
Октан	$5,582 \cdot 10^7$	0,4
Н-пентан	$3,985 \cdot 10^7$	0,3979
И-пентан	$3,77 \cdot 10^7$	0,3952
Гексан	$4,561 \cdot 10^7$	0,401

Значения коэффициентов A , B для расчета теплоты парообразования компонентов нефтепродукта приведены в табл. 3.

Результаты расчетов

Проводилось сравнение результатов расчетов интенсивности испарения, полученных с использованием разработанной методики и известного полуэмпирического выражения [5]:

$$J = 10^{-6} \eta \sqrt{MP_H} \quad (26)$$

где η — коэффициент, учитывающий влияние скорости и температуры воздушного потока над поверхностью: P_H — давление насыщенного пара при расчетной температуре нефтепродукта: для рассматриваемой смеси $P_H = 70$ кПа при температуре 38°C ; M — молекулярная масса паров нефтепродукта, кг/кмоль; $M \approx 72$ кг/кмоль.

Уравнение (26) не позволяет учитывать влияние на интенсивность испарения изменения состава жидкой фазы, возникновения эффектов плавучести, наличия сооружений и конструкций в области местонахождения пролива, теплообмена с окружающей средой, поэтому при численном моделировании вышеперечисленные факторы также не учитывались. Рассматривался пролив размерами 40×40 м. Шероховатость поверхности пролива задавалась равной $z_{0l} = 0,000228$ м [6]. Результаты расчетов представлены в табл. 4.

Для иллюстрации практического использования разработанной методики рассматривалась аварийная ситуация, связанная с разрушением резервуара РВС-100 со стабильным газовым бензином и разлитием жидкости в пределах обвалования. При расчете интенсивности испарения с поверхности пролива и полей концентраций паров учитывалось влияние обвалования и элементов оборудования. Высота обвалования принималась равной 1,5 м. На построенную геометрическую модель была нанесена многоблочная структурированная сетка со сгущением узлов у твердых поверхностей. Расчетная сетка приведена на рис. 1.

Температура окружающей среды T_0 принималась равной 38°C , что соответствует максимальной температуре воздуха для данного района.

Временной интервал, в течение которого рассчитывали поле концентраций (время развития аварийного процесса), задавался равным 30 мин. Предполагалось, что в течение этого времени будет осуществлен вывод персонала из опасной зоны.

Состояние атмосферы — изотермия. Граничные профили скорости и турбулентных характеристик на входе в расчетную область определялись из численного решения задачи движения воздушного потока над ровной поверхностью.

Другие параметры, оставшиеся постоянными, имели следующие значения: $z_0 = 0,01$ м, $z_{0l} = 0,000228$ м [6], $Sc = 1,6$, $Pr_t = 0,85$, $Sc_t = 0,7$, $\lambda_{п} = 1,28$ Вт/(м·К), $C_{п} = 1130$ Дж/(кг·К), $\rho_{п} = 2300$ кг/м³.

Плотность газозвушной смеси определяется по уравнению состояния идеального газа с учетом влияния массовых концентраций отдельных компонентов:

$$\rho = \frac{P_0}{R_0 T \sum C_i / M_i} \quad (27)$$

В данной задаче удельная теплоемкость, коэффициент молекулярной вязкости и теплопроводности паровоздушной смеси определялись через массовые доли и удельные теплоемкости, коэффициенты молекулярной вязкости и теплопроводности чистых компонентов:

$$\phi = \sum C_i \phi_i \quad (28)$$

где ϕ — физическое свойство.

На рис. 2 показано изменение удельной массы испарившегося нефтепродукта в зависимости от

Таблица 4

Значения интенсивности испарения, рассчитанные по разработанной методике и полуэмпирической модели [5]

Скорость ветра, м/с	Интенсивность испарения, кг/(м ² ·с)		δ , %
	[5]	FLUENT	
0,5	0,0019	0,00248	23,4
1,0	0,00273	0,0039	30,0

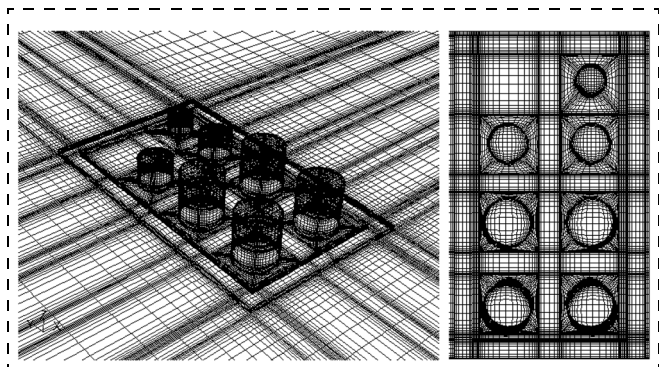


Рис. 1. Расчетная сетка

времени при различных значениях скорости ветра. Из представленных графиков видно, что интенсивность испарения при скорости ветра 3 м/с в несколько раз превышает соответствующее значение при скорости ветра 1 м/с, причем различие увеличивается со временем. Столь высокая разница в значениях интенсивности испарения обусловлена более сильным влиянием сил плавучести на процесс испарения при скорости ветра 1 м/с. При данной скорости ветра гидродинамические характеристики (поля скоростей и параметров турбулентности) над поверхностью аварийного разлива становятся практически независимыми от внешнего воздушного потока и определяются влиянием гравитационных эффектов, связанных с образованием над поверхностью испарения паровоздушной смеси с плотностью, превышающей плотность воздуха.

Перечисленные выше факторы объясняют тот факт, что расчетное значение интенсивности испарения при скорости ветра 1 м/с ($0,00035 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$) в 11 раз ниже соответствующего значения (см. табл. 4), рассчитанного без учета влияния эффектов плавучести, наличия ограждения и оборудования.

В табл. 5 приведены значения масс испарившихся компонентов за время 1800 с при различных скоростях ветра. Данные таблицы показывают, что углеводородное облако состоит, в основном из наиболее легколетучих компонентов — Н-пентана и И-пентана.

На рис. 3 (см. 2-ю стр. обложки) представлены расчетные поля суммарных массовых концентраций углеводородов, полученные при двух значениях скорости ветра. В результате численных экспериментов установлено, что обвалование значительно снижает протяженность опасных концентраций, блокируя перемещение тяжелого газа. При скорости ветра 3 м/с блокирующий эффект обвалования менее выражен, чем при скорости ветра 1 м/с, хотя влияние ограждения на формирование зоны опасных концентраций значительно. При скорости ветра 3 м/с опасные концентрации возникают как в области, ограниченной обвалованием, так и за ее пределами. При этом протяженность зоны опасных концентраций вне обвалования не превышает

Таблица 5

Распределение массы испарившейся жидкости по компонентам

Компонент	Массовая доля компонента в жидкости, кг/кг	Масса испарившегося компонента за 1800 с, кг, при скорости ветра, м/с		Относительное количество испарившегося компонента, %, при скорости ветра, м/с	
		1,0	3,0	1,0	3,0
Гептан	0,3	68,0	495,0	5,94	6,49
Октан	0,1	7,0	50,0	0,61	0,65
Н-пентан	0,24	514,0	3410,0	44,85	44,69
И-пентан	0,15	413,0	2603,0	36,04	34,1
Гексан	0,21	144,0	1073,0	12,56	14,06

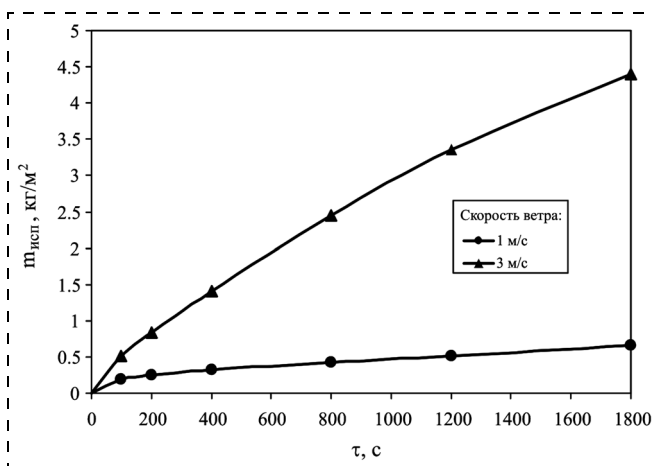


Рис. 2. Зависимость удельной массы испарившегося нефтепродукта $m_{\text{исп}}$ от времени испарения τ при различных скоростях ветра

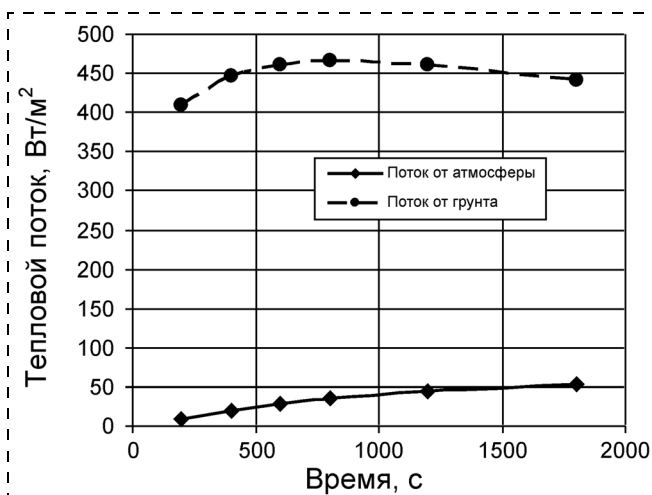


Рис. 4. Зависимость тепловых потоков от времени (скорость ветра — 3 м/с)

10 м от ограждающей стенки. При скорости ветра 1 м/с опасные значения концентраций наблюдаются только в пределах обвалования.

Осредненная по объему пролива температура жидкости по истечении 1800 с при скорости ветра 1 м/с составила $36,5 \text{ }^\circ\text{C}$, при скорости ветра 3 м/с — $27,4 \text{ }^\circ\text{C}$.

На рис. 4 представлены временные зависимости тепловых потоков к проливу от грунта и атмосферы при скорости ветра 3 м/с. Из рисунка видно, что тепловой поток от грунта значительно превышает тепловой поток от атмосферы.

Таким образом, численные эксперименты показали сложность и неоднозначность процессов образования и распространения паровоздушного облака при аварийном разливе жидкости на загрязненной поверхности, ограниченной обвалованием. Установлено, что, даже при относительно небольшой высоте, обвалование может значитель-



но снижать протяженность зоны опасных концентраций паров. Правильная оценка масштабов возможных аварий необходима для обоснования мероприятий по минимизации риска эксплуатации опасных производственных объектов.

Список литературы

1. ChemCad 5.0. User's Guide, Chemstations Inc.
2. Versteeg Н. К., Malalasekera W. An introduction to computational fluid dynamics. The finite volume method // Longman, 1995. — P. 257.

3. Франк-Каменецкий Д. А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. — М.: Наука, 1987. — 502 с.
4. Галеев А. Д., Гасилов В. С., Поникаров С. И. Численный анализ аварий на объектах использования сжиженных газов // Безопасность жизнедеятельности. — 2006. — № 12. — С. 30—36.
5. ПБ 09-540-03 "Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств" (Утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 05.05.03 № 29).
6. Brighton P. W. M. Further verification of a theory for mass and heat transfer from evaporating pools // Journal of Hazardous Materials. — 1990. — 23. — P. 215—234.

УДК 654.924.5

А. И. Лазарев, канд. техн. наук, доц., В. Р. Белалов, филиал ГОУВПО "МЭИ(ТУ)", г. Смоленск

Учебный стенд для изучения систем пожарной автоматики зданий

Обоснована цель создания учебного стенда, представлено его краткое описание. В состав учебного стенда входят технические средства системы пожарной сигнализации и системы оповещения и управления эвакуацией. Учебный стенд функционально является тренажером для выработки навыков управления этими системами. Применяется в лабораторном практикуме по курсу "Безопасность жизнедеятельности" при подготовке бакалавров и специалистов всех направлений и специальностей вуза. Может быть использован при подготовке дежурного персонала пожарных постов, диспетчерских или других специальных помещений.

Ключевые слова: система пожарной сигнализации, система оповещения, пожарная автоматика, учебный стенд.

Lazarev A. I., Belalov V. R. Educational stand for studying the fire automation systems of buildings

In this article the purpose of educational stand creation is substantiated, the brief description of the stand is given. The structure of the educational stand includes fire signaling system and notification and evacuation control system. Functionally the educational stand is a simulator for skill development to control these systems. The educational stand is applied in laboratory practical work of "Safety and Habitability" course to train bachelors and specialists of all fields and specialties of the university. The educational stand can be used to train on duty personnel of fireman posts, controller's offices or other special areas.

Keywords: fire-alarm signaling system, alarm-notification system, fire automation, educational stand.

Научно-технический прогресс в области противопожарной защиты зданий и сооружений предполагает широкое внедрение системы пожарной автоматики, составными частями которой являются системы пожарной сигнализации и системы оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) людей при пожарах в зданиях. Для изучения этих систем и выработки навыков управления ими при подготовке бакалавров и специалистов в Смоленском филиале Московского энергетического института (филиал ГОУВПО "МЭИ (ТУ)") создан специальный учебный стенд.

Стенд используется как тренажер при выполнении лабораторных работ по курсу "Безопасность жизнедеятельности" для всех направлений и специальностей вуза.

Для вуза, специалисты которого имеют непосредственное отношение к эксплуатации и обслуживанию технических средств пожарной автоматики, такая подготовка студентов является вполне оправданной.

При создании стенда ставилась задача — дать возможность студентам воочию увидеть не только набор различных технических средств обнаружения пожара, сигнализации и оповещения людей о пожаре, но и их связи между собой в каждой системе в отдельности и в общей системе пожарной автоматики, а также показать весь механизм работы этих систем.

При выполнении работы на данном стенде студенту предстоит:

— познакомиться с современным оборудованием и приборами обнаружения пожара, сигнализации и оповещения о пожаре;

— приобрести навыки управления системами пожарной сигнализации и СОУЭ в автоматическом режиме (привести стенд в дежурное состояние, проверить работу различных видов пожарных извещателей в режиме "ПОЖАР"; проверить наличие неисправностей в системе пожарной сигнализации и СОУЭ; вернуть стенд в дежурное состояние);

— освоить полуавтоматический режим управления (приведение в действие СОУЭ диспетчером (студентом)).

Для лучшего понимания механизма работы системы пожарной автоматики составлена электрическая схема стенда. Принципиальная электрическая (блочная) схема стенда показана на рисунке.

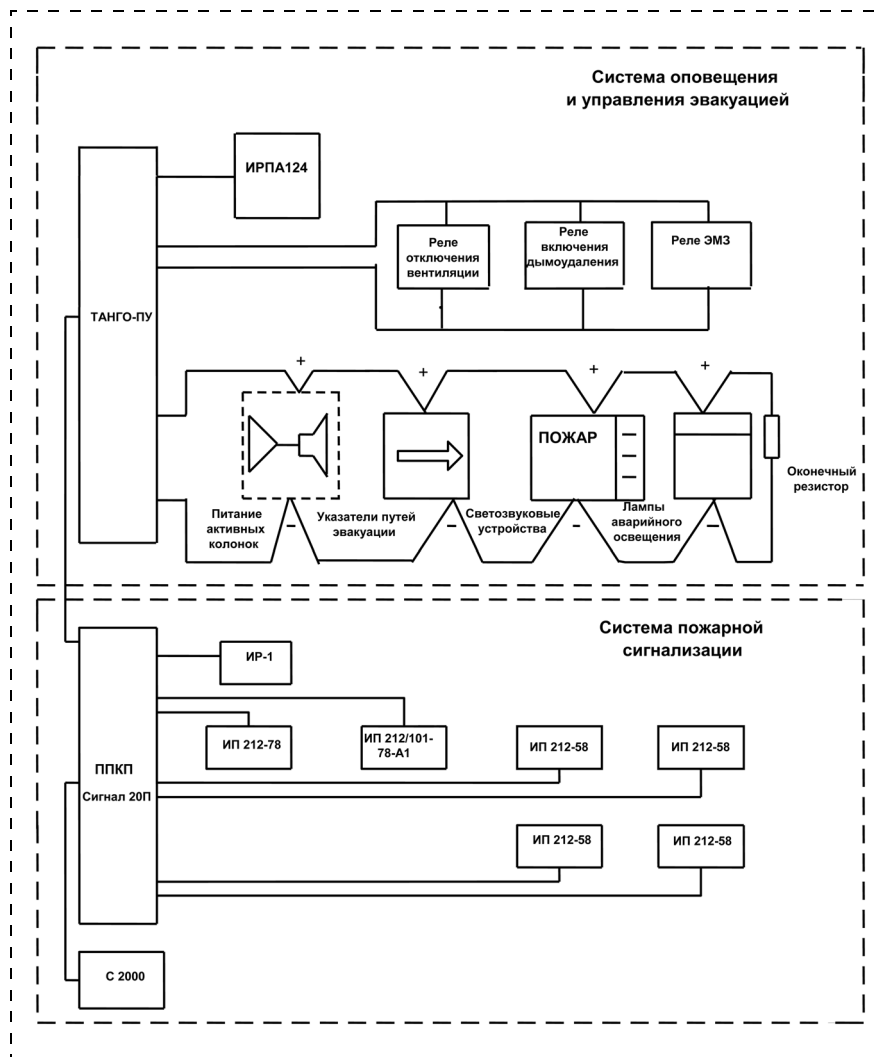
Подготовлены соответствующие методические указания, содержащие описание лабораторного стенда, руководство к выполнению практической части и краткую теоретическую часть.

Конструктивно стенд выполнен из двух элементов — типового лабораторного стола и информационного щита, прикрепленного к задней стенке стола. Информационный щит, монтажные и пусконаладочные работы стенда выполнены специализированной организацией ООО "Авангард-спецмонтаж" в г. Смоленске.

При оснащении стенда использовано отечественное серийно выпускаемое сертифицированное оборудование. Приборы системы пожарной сигнализации и системы оповещения соответствуют требованиям норм пожарной безопасности НПБ57-97* и НПБ77-98. При необходимости возможна замена любого прибора на стенде.

В системе пожарной сигнализации стенда применено следующее оборудование:

- пульт контроля и управления ((ПКиУ) системой пожарной сигнализации "С2000";
- прибор приемно-контрольной (адресный расширитель шлейфов) пожарной (ППКП) "Сигнал-20П";
- пожарные извещатели: ИП 212-78 "Аврора ДН" (извещатель точечный дымовой оптоэлектронный); ИП 212/101-78 "Аврора ТН" (извещатель комбинированный тепловой и дымовой), ИП 212-58 (ДИП-58) — извещатель точечный дымо-



Принципиальная электрическая (блочная) схема стенда

вой оптоэлектронный; ИП-1 (извещатель пожарный ручной).

Пульт "С 2000" в лабораторном стенде занимает место центрального контроллера, собирающего информацию с подключенных приборов. Он объединяет приборы в одну систему, обеспечивая их взаимодействие между собой. Он необходим для использования прибора "Сигнал-20П". Все сообщения о пожарах, неисправностях, тревогах и других происходящих в системе событиях отображаются с помощью меню. Для выбора функции используются клавиши "▲", "▼" и "ENTER", для отмены выбора — клавиша "CLEAR". Ввод чисел осуществляется цифровыми клавишами клавиатуры пульта.

Пульт приемно-контрольный пожарный в лабораторном стенде служит для контроля шлейфов охранно-пожарной сигнализации, приема извещений от пожарных извещателей, приема команд и выдачи извещений на сетевой контроллер "С 2000",



управления звуковыми (ЗО) и световыми оповещателями (СО). Прибор С 2000 может работать только как адресуемое устройство совместно с сетевым контроллером.

Система оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) предназначена для своевременного сообщения людям информации о возникновении пожара и необходимости и путях эвакуации.

В системе оповещения и управления эвакуацией стенда применено следующее оборудование:

— прибор управления системами оповещения и эвакуации "Танго-ПУ";

— источник резервного питания "ИРПА 124";

— светозвуковые оповещатели "АСТО 12С/1" со встроенной сиреной и пульсирующей подсветкой надписи;

— световой оповещатель "АСТО 12Р/1" для речевого и светового оповещения; время звучания 16 с, воспроизведение циклически и непрерывно; речевое сообщение записывается на стадии изготовления; надпись пульсирующая;

— световые оповещатели (транспаранты) "АСТО 12/1";

— устройства отключения вентилятора системы вентиляции и включения вентилятора системы дымоудаления;

— устройство разблокировки электромагнитных замков запасных эвакуационных выходов.

Прибор "Танго-ПУ" является универсальным программируемым коммутатором. Предназначен для управления устройствами оповещения и эвакуацией в шести зонах (направлениях). Имеет шесть видов запуска и шесть выходных линий управления.

В лабораторном стенде прибор решает обширный комплекс разноплановых задач, в частности:

— управление световыми, светоречевыми и светозвуковыми оповещателями;

— управление устройствами разблокировки электромеханических аварийных выходов;

— прием сигналов "Пожар" от приемно-контрольного прибора "Сигнал 20П";

— контроль входных и выходных цепей на обрыв и короткое замыкание;

— обеспечивает включение выходных линий в ручном или автоматическом режиме (от ППКП).

Входы запуска организованы по принципу шлейфов пожарной сигнализации. К этим входам подключаются выходы приборов пожарной сигнализации.

К выходам приборов управления подключены различные исполнительные устройства (оповеща-

тели, указатели и т. п.). Каждый вход может инициировать включение любых выходных линий.

Оборудование стенда может работать в трех режимах:

1. Дежурный режим:

- пожарные извещатели находятся в рабочем состоянии и подключены к шлейфам ППКП;
- все электрические цепи нормализованы и работоспособны;
- включены коммутаторы, обеспечивающие демонстрацию неисправности различных линий управления и оповещения;
- световые индикаторы, отражающие включенное состояние электромагнитных замков системы доступа здания включены;
- вентилятор, отражающий состояние системы вентиляции — включен;
- вентилятор, отражающий состояние системы дымоудаления — выключен.

2. Режим "Пожар" возникает в одном из двух случаев:

- один из точечных пожарных извещателей, расположенных на информационном щите стенда находится в режиме "сработки" (или)
- рычаг пожарного ручного извещателя, расположенный на крышке стенда, находится в опущенном состоянии (нижнее положение).

Перевести точечный пожарный извещатель в режим "Пожар" возможно двумя способами:

- с помощью лазерного тестера, путем наведения его луча на световой индикатор извещателя ИП 212-58 (расположен на информационном щите);
- с помощью включенной электрической лампочки (мощностью не менее 60 Вт), путем размещения ее под извещателем ИП 212/101-78-1А "Аврора ТН" (расположен в испытательном отсеке стенда) и нагрева его термочувствительного элемента до температуры не менее 68 °С.

3. Режим "Неисправность":

- отключен один из дымовых точечных извещателей от его контактной площадки;
- выключен один из коммутаторов, обеспечивающий демонстрацию неисправности различных линий управления и оповещения;
- неисправность одного из приборов, в том числе блока питания, установленных на стенде.

Учебный стенд может быть использован в качестве тренажера при подготовке дежурного персонала для пожарных постов, диспетчерских или других специальных помещений, из которых осуществляется управление системами пожарной автоматики.



УДК 69.05 : 658.382

В. М. Минько, акад. МАНЭБ, д-р техн. наук, проф.,
заслуженный работник рыбного хозяйства Российской Федерации,
Калининградский государственный технический университет

Уроки взрыва

Приведены некоторые результаты анализа причин и последствий взрыва и пожара на транспортном судне-контейнеровозе "Енисей", стоящем на ремонте в доке (г. Балтийск, Калининградская обл.). Взрыв произошел при работах по зачистке топливной цистерны основного запаса топлива. Погибли десять человек, судно не подлежит какому-либо восстановлению и может быть только списано. При проведении работ допущены нарушения ряда требований пожарной безопасности и охраны труда. Рассчитано возможное избыточное давление взрыва, которое превысило 130 кПа.

Ключевые слова: взрыв и пожар, топливная цистерна, запас топлива, плавучий док, ремонт судна.

Minko V. M. Lessons of explosion

The some results of the analysis of explosion and fire on the sea cargo ship are investigated. The explosion occurred during the dockage and repairs in fuel tank. Ten workers are perished and two received traumas. After this the ship is not repairable and practically is lost. During the repair works in dock were violated a lot of requirements of fire safety and occupational safety and health. The possible pressure of explosion that overpasses 130 kPa was determined.

Keywords: explosion and fire, fuel tank, reserve of fuel, floating dock, repair of ship.

Взрывы, аналогичные тому, что будет рассмотрен ниже, происходили и раньше. Разница только в том, что не было таких тяжелых последствий: десять погибших и двое пострадавших.

Морское транспортное судно-контейнеровоз "Енисей" (длина около 85 м, водоизмещение примерно 2700 т, экипаж 13 человек) стояло на ремонте в доке на судоремонтном заводе (СРЗ) в г. Балтийске (Калининградская обл.). 5 июня 2008 г. по всему судну велись различные работы, в том числе зачистка топливной цистерны основного запаса дизельного топлива вместимостью около 65 м³. Примерно в 13 часов 45 минут судно вздрогнуло от мощного взрыва, начался сильный пожар, который удалось потушить только через 7 часов. Важно отметить, что ремонтные работы в доке всегда считаются пожаровзрывоопасными, поэтому перед постановкой судна в док требуется выполнить комплекс мероприятий по противопожарной подготовке. Одним из главных мероприятий является выгрузка всех

видов топлива и зачистка топливных цистерн. Под зачисткой понимается промывка горячей водой, вентилирование, наконец, анализ воздушной среды. Если пожаровзрывоопасные пары удалены, осуществляется закрытие цистерн и пломбирование. Требования эти полностью обоснованы. Дело в том, что после постановки судна на ремонт в док и осмотра почти всегда приходится уточнять и дополнять ремонтные ведомости и может возникнуть необходимость в работах, включая огневые, в районах размещения топлива. Зачищать же топливные цистерны в доке по некоторым нормативным документам запрещается [1], так как эта операция явно взрывоопасная. Отсюда и возникает требование о выгрузке топлива до постановки судна в док.

События развивались следующим образом. Капитан судна до подхода к акватории судоремонтного завода сообщил о наличии в топливных цистернах 9,5 т топлива. Такое количество топлива нельзя считать незначительным, необходимым только для обеспечения живучести судна. Но поскольку ремонтные работы в районе размещения топлива не предполагались, то администрация СРЗ дала согласие на постановку судна в док без выгрузки топлива. Однако уже после подъема судна в док по результатам дополнительного осмотра возникла необходимость в замене листов наружной обшивки корпуса судна как раз в районе размещения топливной цистерны основного запаса топлива. Поэтому администрация СРЗ принимает решение произвести зачистку непосредственно в доке. При этом топливо перекачивается в другие судовые топливные цистерны, т. е. остается на судне. Составляется наряд-допуск на производство зачистных работ, который подписывают три должностных лица СРЗ и члены бригады. Но в этом документе меры безопасности указываются далеко не в полном объеме: отсутствует требование о вскрытии второго люка цистерны, об анализе воздушной среды, об организации взрывобезопасного освещения.

В цистерну заводят шланги вентиляции, кабель переносной лампы и двое рабочих в противогазах опускаются через люк в цистерну для сбора остатков топлива. Третий рабочий — страхующий — остается около люка. Здесь важно указать два обстоятельства: вентиляция при одном открытом люке не могла быть эффективной. Во вторых, переносное освещение запитано от судовой сети (при работах во взрывоопасных условиях это не допускается) через по-



нижающий трансформатор 220/12 В. Этот трансформатор размещают недалеко от открытого люка цистерны. После взрыва обгоревший металлический ящик, похожий на трансформатор, обнаруживается непосредственно в цистерне. В заключении пожарно-технической лаборатории указано, что при возможном падении трансформатора через открытый люк цистерны и мог возникнуть источник зажигания в виде искры. Вместе с тем, очевидно, что происхождение источника зажигания в данной ситуации уже не имеет существенного значения; более важно то, что в цистерне образовалась взрывоопасная смесь. При этом количество паров дизельного топлива превысило нижний концентрационный предел распространения (НКПР) пламени, который для дизельного топлива составляет 2,1 % (об.) [2]. Верхний же предел (ВКПР) составляет 12 % (об.). Таким образом, в достаточно широком диапазоне концентраций смесь паров дизельного топлива и воздуха может взрываться.

Усугубило ситуацию еще и то, что пары дизельного топлива из цистерны по причине недостаточно продуманной организации вентиляции попадали в машинное отделение судна и вполне возможно, что и в этом отделении образовалась взрывоопасная смесь. Во всяком случае, по словам очевидцев, кап машинного отделения при взрыве был сорван и взлетел вверх на 7–9 м.

Анализ характера повреждений, проведенный специалистами пожарно-технической лаборатории, показал, что взрыв произошел в топливной цистерне основного запаса топлива. Имеющиеся данные позволяют определить избыточное давление взрыва, которое при этом образовалось в емкости. Для расчета может быть использована методика из НПБ 105-03 [3]. Согласно этой методике избыточное давление взрыва для горючих газов, паров легко воспламеняющихся и горючих жидкостей определяется по формуле

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \frac{mZ}{V\rho} \frac{100}{C_{\text{ст}}} \frac{1}{K}, \quad (1)$$

где P_{\max} — максимальное давление взрыва стехиометрической газозвушной или паровоздушной смеси в замкнутом объеме; допускается принимать $P_{\max} = 900$ кПа; P_0 — начальное давление, его принимают равным 101 кПа; m — масса паров легко воспламеняющихся или горючих жидкостей в помещении, кг; Z — коэффициент участия горючего во взрыве, его можно принять равным 0,3; V — свободный объем помещения; объем топливной цистерны основного запаса топлива, в которой произошел взрыв, составляет 65 м³; ρ — плотность паров дизельного топлива при температуре воздуха в цистерне; поскольку плотность достаточно слабо зависит от температуры, то в расчете используем значение плотности для нормальных условий — 0,84 кг/м³;

$C_{\text{ст}}$ — стехиометрическая концентрация паров топлива, % (об.), которая вычисляется по формуле

$$C_{\text{ст}} = 100/(1 + 4,84\beta), \quad (2)$$

β — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания, определяемый по выражению:

$$\beta = n_{\text{C}} + \frac{n_{\text{H}} - n_{\text{X}}}{4} - \frac{n_{\text{O}}}{2}, \quad (3)$$

n_{C} , n_{H} , n_{O} , n_{X} — число атомов С, Н, О и галоидов в молекуле горючего; K — коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения; в расчетах допускается принимать $K = 3$.

Важно отметить, что для определения $C_{\text{ст}}$, % (об.), можно воспользоваться приближенной формулой

$$C_{\text{ст}} = 2 \cdot \text{НКПР}. \quad (4)$$

Так как для дизельного топлива НКПР = 2,1 % (об.), то $C_{\text{ст}} = 4,2$ % (об.).

Массу m паров дизельного топлива в цистерне можно определить с учетом следующего. Взрываться смесь этих паров с воздухом может при количестве паров в смеси между НКПР и ВКПР, т. е. между 2,1 и 12 % (об.). Среднее значение взрывоопасной концентрации 7,05 % (об.). Отсюда возможная масса паров в цистерне будет

$$m = \frac{7,05}{100} V\rho = \frac{7,05}{100} \cdot 65 \cdot 0,84 = 3,85 \text{ кг.}$$

Подставляя все полученные исходные данные в формулу (1), получаем

$$\Delta P = (900 - 101) \frac{3,85 \cdot 0,3}{65 \cdot 0,84} \cdot \frac{100}{4,2} \cdot \frac{1}{3} = 134,14 \text{ кПа.}$$

Из теории горения и взрыва следует, что максимальное давление взрыва соответствует стехиометрическому соотношению газов или паров с воздухом. Вместе с тем на практике, как отмечается в специальной литературе [4], максимальные давления развиваются при концентрациях, превышающих стехиометрические. Поэтому использование в расчете средней концентрации 7,05 % (об.) достаточно обосновано.

Важно также отметить, что известны и другие подходы для определения давления взрыва [4], [5], отличающиеся от использованного в НПБ 105-03. Однако их практическое применение связано со сложностями определения ряда исходных данных.

Известно, что при воздействии избыточного давления более 100 кПа кирпичные и железобетонные здания, многие инженерные сооружения, в том числе трубопроводы, полностью разрушаются, а у людей возникают крайне тяжелые контузии, потеря сознания, возможны смертельные исходы [5, 6]. Поэтому рабочие, находившиеся в топливной цистерне и в машинном отделении судна, уже не чувствовали воздействия опасных факторов пожара, начавшегося после взрыва. Не вызывает сомнения и факт,

установленный комиссией по расследованию: возникшей взрывной волной были перебиты трубопроводы топливных цистерн, находившихся в верхней части машинного отделения и поскольку в них находилось топливо, то оно стало вытекать в машинное отделение. Поэтому тушение пожара оказалось таким длительным. Это лишний раз подтверждает требования ряда нормативных документов, относящихся к судоремонту, об обязательной выгрузке топлива перед постановкой судна в ремонт.

Метод подготовки топливной цистерны к огненным работам, который избрали на СРЗ, не является единственным. Ведь ремонтные огневые работы предполагалось проводить не в самой цистерне — требовалось заменить наружные листы обшивки корпуса судна вблизи цистерны. Поэтому можно было заполнить цистерну водой, либо провести инерциализацию цистерны, т. е. заполнить ее инертными газами, например, азотом, углекислым газом так, чтобы содержание кислорода в емкости снизилось до 6...8 %.

Возник вопрос об ответственности. Виновна то ли администрация судна, то ли администрация завода, осуществлявшего ремонтные работы. Разные комиссии, изучавшие обстоятельства взрыва, приходили к различным иногда противоположным выводам. И причина этого заключается в том, что в нормативных документах вопрос об ответственности излагается по-разному. "Правила пожарной безопасности на морских судах" (рекомендованы постановлением Технического комитета по стандартизации ТК 318 "Морфлот" от 31 октября 2003 г., № 10) излагают его следующим образом [7]: "за противопожарную безопасность судна, находящегося в доке, несет ответственность предприятие, производящее доковые работы, независимо от наличия экипажа на судне, находящемся в доке". Далее в этих же правилах подчеркивается: "Ответственность за соблюдение требований пожарной безопасности при проведении ремонтных работ подразделениями судоремонтного предприятия возлагается на предприятие, производящее эти работы". В отношении же сдачи топлива в правилах указано: "Для подготовки к заводскому ремонту на судне должны быть выполнены следующие работы: ... сдано топливо (кроме запаса, необходимого для обеспечения живучести судна и по согласованию с судоремонтным предприятием, топлива, в районе размещения которого не планируется проведение огневых работ) ...". Таким образом, допускается незначительный запас топлива, но только топлива, в районе размещения которого не планируется проведение огневых работ. Ясно, что капитан СТК "Енисей" по договоренности с СРЗ оставивший на судне 9,5 т топлива, эти требования не выполнил.

Имеются и другие документы, регулирующие ответственность за выполнение мер пожарной профилактики, в частности "Правила пожарной безо-

пасности при проведении огневых работ на судах, находящихся у причалов морских и судоремонтных предприятий" (утверждены Департаментом безопасности мореплавания Минтранспорта РФ 12 февраля 2004 г.). В этих правилах, так же как и в "Правилах пожарной безопасности на морских судах", отмечено (п. 94), что ответственность за противопожарную безопасность судна, стоящего в доке, возлагается на судоремонтное предприятие.

Однако в "Правилах пожарной безопасности при производстве электрогазосварочных и других огневых работ на судоремонтных и машиностроительно-сварочных и других огневых работ на судоремонтных и машиностроительных предприятиях рыбной промышленности. ППБО-12-71" указано (п. 1.03), что ответственность за обеспечение мер пожарной безопасности... на ремонтируемых судах при всех категориях ремонта, кроме большого капитального, ... несет... капитан судна. За обеспечение противопожарного состояния рабочих мест и за безопасные в пожарном отношении методы работы несет ответственность администрация предприятия. Подобное же толкование ответственности есть и в некоторых других нормативных актах.

В ППБО-12-71 в п. 2.3.08 отмечено: "В исключительных аварийных случаях с разрешения главного инженера завода допускается ввод судна в док с наличием топлива". При этом не разъясняется, что же понимается под исключительными аварийными случаями и с каким запасом топлива судно допускается вводить в док. Вместе с тем никакой исключительности, которая оправдывала бы наличие на СТК "Енисей" большого количества топлива, не усматривается.

Важно, тем не менее, то, что различавшиеся по своему смыслу формулировки по одному и тому же вопросу в разных нормативных актах, ослабляют ориентацию руководителей работ на неукоснительное соблюдение установленных требований. И это только подтверждается материалами рассмотренного выше чрезвычайного происшествия.

Список литературы

1. Шпиков Б. И., Вишневецкий А. В., Кузьмин П. М. Пожарная безопасность на предприятиях рыбной промышленности. — М.: Пищевая промышленность, 1977. — 350 с.
2. Гиреев А. А., Фукс И. Г., Лашки В. Л. — М.: Химия, 1986. — 368 с.
3. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. НПБ 105-03.
4. Зельдович Л. Б. К теории зажигания. АН СССР. Т. 150. — № 2. — 1963.
5. Грушевский Б. В. Пожарная профилактика в строительстве / Б. В. Грушевский, Н. Л. Котов, В. Н. Сидорук, В. Г. Токарев, Е. Т. Шурин. — М.: Стройиздат, 1989. — 368 с.
6. Агаманюк В. Г., Ширшев Л. Г., Акимов Н. И. / Гражданская оборона — М.: Высшая школа, 1986. — 207 с.
7. Правила пожарной безопасности на морских судах. Рекомендованы постановлением Технического комитета по стандартизации ТК 318 "Морфлот" от 31 октября 2003 г., № 10.

Павлихин Г. П., д-р техн. наук, проф., Ванаев В. С., канд. техн. наук., доц.,
Козьяков А. Ф., канд. техн. наук., проф.,
МГТУ им. Н. Э. Баумана

История кафедры "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана в период 1953—1959 годы. Кушвид Петр Григорьевич (1898—19__?)

Продолжение публикаций "Безопасность жизнедеятельности", № 10, 2008 и № 3, 2009 по истории кафедры "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана. Приведены сведения о П. Г. Кушвиде, ставшем третьим заведующим кафедрой "Техника безопасности" МВТУ им. Н. Э. Баумана после П. И. Синева и Н. И. Скороходова, а также информация о функционировании кафедры в период с 1953 по 1959 год.

Ключевые слова: техника безопасности, кафедра, жизнедеятельность, экология, промышленная безопасность, охрана труда, безопасность труда.

Pavlihin G. P., Vanaev V. S., Kozjakov A. F.
The history of chair "Ecology and Industrial safety" MSTU of name N. E. Bauman (1953—1959). Kushvid Peter Grigorjevich (1898—19__?)

There are the continuations of the articles from "Safety of activity", № 10, 2008 and № 2, 2009 about the chair's history "Ecology and Industrial safety" MSTU of name N. E. Bauman. Information about Kushvid P. G. as third chair's manager "Safety (laws)" MHTS of name N. E. Bauman after Sinev P. I. and Skorokhodov N. J. and too information about functioning of the chair in period with 1953 to 1959 year is given.

Keywords: safety (laws), chair, activity, ecology, industrial safety, protection of labour, occupational safety.

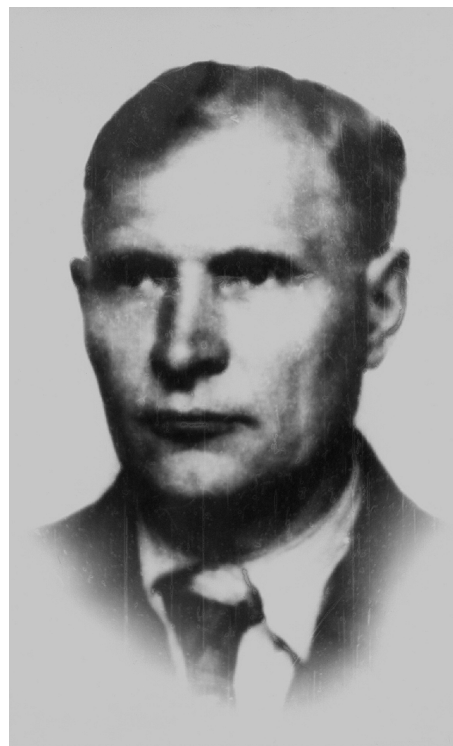
Кушвид Петр Григорьевич [1] сменил на посту заведующего кафедрой Скороходова Николая Иосифовича 8 мая 1953 года и оставался в этой должности до 1 июля 1959 года. Со дня образования кафедры "Техника безопасности" он был третьим по счету заведующим.

Кушвид П. Г. родился в г. Ростов-на-Дону 24 августа 1898 года в русской, православной семье [2].

В 1918 году Кушвид П. Г. окончил реальное училище в городе Ростов-на-Дону и осенью того же года поступил в Донской политехнический институт в г. Новочеркасске, где состоял милитаризованным

студентом до ноября 1921 года. Одновременно работал на заводе "Гексоза" Военно-революционного комитета в должности мастера-механика, откуда по разверстке Главпрофобра был командирован в МВТУ, который и окончил в январе 1929 года, получив звание инженера-механика. Одновременно с учебой в МВТУ в 1923—1924 годы работал механиком в типографии войск ГПУ в Москве. С 1925 по 1927 год работал механиком-монтером на фабрике "Красное Знамя" в г. Раменском.

После окончания МВТУ Кушвид П. Г. работал в г. Ярославле на комбинате "Красный Перекоп" старшим инженером по проектированию и монтажу вентиляции, отопления, пневмотранспорта и аспира-



КУШВИД Петр Григорьевич (1898—19__?)

рации, а затем в правлении Текстильстроя, после чего был переведен в "Оргтекстиль" (1930—1932 годы). С ноября 1932 по июль 1941 года (а также в период с 1946 по 1947 год) работал руководителем вентиляционной группы по проектированию и исследованиям машин легкой и текстильной промышленности в Научно-исследовательском институте легкого и текстильного машиностроения (НИИЛТМАШ). С сентября 1934 по сентябрь 1938 года Кушвид П. Г. работал в МВТУ на кафедре легкого и текстильного машиностроения. После закрытия и перевода кафедры в Ленинград Петр Григорьевич был зачислен по конкурсу на заведывание кафедрой "Техника безопасности, отопление и вентиляция и строительное дело" в Московский технологический институт легкой промышленности имени Л. М. Кагановича. В октябре 1941 года вследствие болезни был эвакуирован в Тбилиси, где работал доцентом в Грузинском индустриальном институте по сентябрь 1942 года. Там он вел курс и дипломное проектирование по отоплению, вентиляции и технике безопасности. С октября 1942 по декабрь того же года руководил курсом "Отопление и вентиляция" Ташкентского текстильного института. С января 1943 года по сентябрь 1952 года он доцент, а затем заведующий кафедрой "Техника безопасности, отопление, вентиляция и строительное дело" Московского технологического института легкой промышленности им. Л. М. Кагановича.

В период с 1935 по 1951 год Кушвид П. Г. периодически работал в институте повышения квалификации ИТР легкой и текстильной промышленности по своей специальности. С марта 1943 по 1946 год работал в должности научного консультанта в ЦНИЛГЭ Главсанупра Министерства путей сообщения, возглавляя работы по своей специальности на промышленных объектах железнодорожного транспорта (Сталинские вагоноремонтные и паровозные депо Октябрьской железной дороги), на метрополитене и ряде заводов (Им. Войтовича, 1905 года и др.). К 1953 году имел три свидетельства на изобретения. Был автором 38 научно-исследовательских работ в области охраны труда, конструкции фильтров, пневмотранспорта и внутримашинной вентиляции легкой промышленности. Являлся автором более 53 проектов различных комбинатов в СССР, Монголии, Турции, Иране. Награжден медалями "За доблестный труд в период Великой Отечественной войны" и "В ознаменование 800-летия г. Москвы".

Вот неполная биографическая справка о Кушвиде П. Г., из которой следует, что он трижды был связан с МВТУ.

1. С сентября 1922 года по январь 1929 года — студент механического факультета МВТУ (Копия диплома [2 лист 7 и 8]).

2. С 1 сентября 1934 по 1 сентября 1938 года — преподаватель кафедры легкого и текстильного машиностроения МВТУ им. Н. Э. Баумана (Справка [2, лист 11]).

3. С 14 апреля 1953 по 1 июля 1959 года — доцент, врио и зав. кафедрой "Техника безопасности" МВТУ им. Н. Э. Баумана (Личное дело [2, движение по службе]).

Первый этап (1922—1929 годы). С 1 сентября 1922 по 28 января 1929 года прослушал все курсы, исполнил все практические занятия по программе механического факультета Училища, выдержал все испытания, защитил дипломный проект по специальности и получил квалификацию инженера-механика.

Второй этап (1934—1938 годы). П. Г. Кушвид в этот период работал на кафедре легкого и текстильного машиностроения МВТУ им. Н. Э. Баумана. Решением Высшей Аттестационной Комиссии от 23 апреля 1938 года (Протокол № 18/69) Кушвиду Петру Григорьевичу была присуждена ученая степень кандидата технических наук [2, лист 8] (видимо, по совокупности работ). Этим же Решением он был утвержден в звании доцента по кафедре "Легкое и текстильное машиностроение" [2, лист 9].

Третий этап (1953—1959 годы). Приказом № 218/п по МВТУ имени Баумана от 20 апреля 1953 года П. Г. Кушвид был зачислен с 14 апреля 1953 года на кафедру "Техника безопасности" МВТУ им. Н. Э. Баумана как занявший должность доцента по конкурсу. 25 апреля 1953 г. зав. кафедрой "Техника безопасности", доцент, канд. техн. наук Н. И. Скороходов пишет на имя и. о. директора МВТУ им. Баумана, профессора, д-ра техн. наук Николаева Г. А. служебную записку следующего содержания:

"В связи с моим тяжелым заболеванием прошу назначить врио заведующего кафедрой "Техника безопасности" доцента, канд. техн. наук Кушвида П. Г.". В ответ на служебную записку последовал Приказ 260/п по МВТУ имени Баумана от 8 мая 1953 года, подписанный Николаевым Г. А.: "На время болезни канд. техн. наук, доц. зав. кафедрой "Техника безопасности" Скороходова Н. И. обязанности зав. кафедрой "Техника безопасности" возложить на кандидата технических наук, доцента той же кафедры Кушвида П. Г.". Одновременно 7 мая 1953 года, в Управление машиностроительных вузов был дан запрос с просьбой об утверждении Кушвида П. Г. в должности врио зав. кафедрой "Техника безопасности". Приказом по Управлению машиностроительных вузов № 143 от 11 мая 1953 года временное исполнение обязанностей заведующего указанной



кафедры возложено на Кушвида П. Г. в связи с болезнью Скороходова Н. И. [2]. В мае 1953 года Николая Иосифовича не стало.

Таким образом, канд. техн. наук, доц. Кушвид П. Г. 11 мая 1953 года занял должность врио зав. кафедрой "Техника безопасности" МВТУ им. Баумана [4]. Основную программу действия на ближайшее будущее он сформулировал в последней части отчета кафедры "Техника безопасности" за 1952—1953 учебный год [5].

1. Укомплектовать кафедру штатным персоналом, объявить конкурс на должности заведующего кафедрой и двух доцентов.

2. Оснастить лабораторию кафедры необходимыми приборами и инструментами уже в 1953 году по заявке, поданной в июне месяце 1953 года на 1954 год. Это должно помочь уже в 1953—1954 учебном году провести ряд лабораторных работ, как например, исследование метеорологических факторов в цехах, выявление мер защиты от лучистой энергии, определение освещенности на рабочих местах, исследование работы фильтровальных установок и других тем, поставленных в плане работы кафедры на будущий учебный год.

3. Оснастить учебный процесс наглядными пособиями, чертежами, плакатами, диаграммами и макетами.

4. Выделить специальные часы на производственную практику студентов.

5. Рассредоточить академическую годовую нагрузку равномерно на осенний и весенний семестры.

6. Выделить на дипломное проектирование вместо одного существующего часа — два часа, так как одного часа недостаточно для проработки тем и вопросов, которые встречаются в дипломном проектировании при современных требованиях к нему.

7. Принимая во внимание все возрастающие требования к дисциплине "Техника безопасности", необходимо просить дирекцию установить на прием экзамена не 20, а 30 мин, так как практика показала, что в экзаменационном билете должно быть три вопроса (как это осуществляется кафедрой) и на опрос студентов при этом требуется не менее 30—40 мин.

8. Кафедра считает необходимым ввести курсовое проектирование на ряде факультетов в тех случаях, когда разработанные студентами машины, агрегаты и другие объекты требуют особого внимания с точки зрения техники безопасности. При этом часть курсового задания по технике безопасности должна быть выполнена на одном или двух листах как приложение к основному заданию, консультируемому руководителем проекта, а не кафедрой "Техника безопасности".

9. Выйти с предложением о необходимости выделения кафедре достаточного по площади помещения.

Эту программу Кушвид П. Г. наметил к реализации с педагогическим составом кафедры, численность которого за период 1953—1959 годы представлена в таблице.

Первые годы руководства кафедрой прошли для Петра Григорьевича не совсем удачно. Между ним и партийной организацией не сложились отношения, произошел конфликт, который закончился партийным взысканием в ноябре 1954 года [2 лист 30]. Со стороны администрации претензий

Кадры кафедры "Техника безопасности" за период 1953—1959 годы

Учебный год	Кадровый состав
1952—1953	Дело № 546 [5] (Отчет) 1. Скороходов Н. И., зав. кафедрой (до мая 1953 г.) 2. Бибиков А. В., ст. преподаватель (штатный) 3. Галикеев А. Х., ст. преподаватель, почасовик 4. Фадеев Н. И., ст. преподаватель, совместитель 5. Кушвид П. Г., к. т. н., доцент, в штате с 14 апреля, с 8 мая 1953 г. врио зав. кафедрой. Приказ № 260п [2] 6. Демьянова Н. А., лаборантка, учебно-вспомогательный персонал (штатная)
1953—1954	Дело № 585 [6] (План) 1. Кушвид П. Г., зав. кафедрой, доц., к. т. н. 2. Бибиков А. В., ст. преподаватель 3. Фадеев Н. И., ст. преподаватель 4. Галикеев А. Х., ст. преподаватель, почасовик 5. Куликова К. С., ст. лаборантка
1954—1955	Дело № 669 [7] (План), Дело № 670 [8] (Отчет) 1. Кушвид П. Г., зав. кафедрой 2. Бибиков А. В., штатный преподаватель 3. Галикеев А. Х., почасовик 4. Уразов Ю. М., почасовик (5. Куликова К. С.)
1955—1956	Дело № 724 [9] (Отчет) 1. Кушвид П. Г., зав. кафедрой, доц., к. т. н. 2. Бибиков А. В., умер в августе 1955 г. 3. Тихонов А. С., доц., к. т. н. (1/2 штатной ед. с 15 декабря 1955) 4. Лихачев В. А., ассистент (с 20 декабря 1955) 5. Сальков В. В., ст. преподаватель (с 19 марта 1955) 6. Бекаревич А. М., преподаватель (с 19 марта 1955) 7. Мостманов Л. А., почасовик 8. Куликова К. С., ст. лаборант
1956—1957	(Отчет отсутствует)
1957—1958	Дело № 828 [10] (Отчет) 1. Кушвид П. Г. 2. Сальков В. В. 3. Лихачев В. А. 4. Бекаревич А. М. 5. Туманов Б. В., почасовик 6. Куликова К. С., лабораторные занятия почасовые
1958—1959	Дело № 883 [11] (Отчет) 1. Кушвид П. Г., доц., к. т. н., зав. кафедрой 2. Сальков В. В., ст. преподаватель 3. Бекаревич А. М., ассистент 4. Туманов Б. В., ассистент, почасовик 5. Лихачев В. А., ассистент, почасовик 6. Куликова К. С., ст. лаборант

к его работе не было. По настоящему тяжелым стало начало 1955 года. Вот что по этому поводу сказано в отчете кафедры за 1955—1956 учебный год [9 лист 2 и 3]. "С начала 1955—1956 учебного года на кафедре остался лишь доц., к. т. н., Кушвид П. Г. Штатный преподаватель А. В. Бибилов умер в августе 1955 г. Преподаватель Уразов Ю. М. направлен в колхоз. Старший преподаватель Галикеев А. Х. был отчислен из состава преподавателей. Это создало ненормальные и тяжелые условия для проведения всей академической работы кафедры. Объявленный на кафедре в октябре 1955 года конкурс на замещение штатных должностей преподавателей не дал желаемых результатов. Лишь с 20 декабря 1955 года на кафедру был зачислен ассистентом Лихачев В. А., старшим преподавателем Сальков В. В. с 19 марта 1955 года и преподавателем Бекаревич А. М., а на полставки с 15 декабря 1955 года доц., к. т. н. Тихонов А. С. На почасовую нагрузку был зачислен ассистент Л. А. Мостманов. В таком составе кафедра "Техника безопасности" провела всю академическую работу до конца учебного года".

Из новых сотрудников кафедры с профессиональной точки зрения можно охарактеризовать Бекаревича А. М., по количеству книг по технике безопасности, изданных незадолго до войны и после войны.

1. Бекаревич А. М. и Мещериков И. С. Техника безопасности при кузнечных и кузнечно-прессовых работах. М.-Л., Оборонгиз, 1939. — 55 стр. с илл. (Сокращ. курс по технике безопасности и производственной санитарии для инженерно-технических работников. В: 7). Библиограф.: с. 57.

2. Бекаревич А. М. и Мещериков И. С. Техника безопасности труда и производственная санитария в литейных цехах. — М., Оборонгиз, 1941. — 60 стр. с илл. (Техника безопасности. Вып. 7). Библиография в конце кн.

3. Бекаревич А. М. и Мещериков И. С. Техника безопасности и промышленная санитария в чугунолитейных цехах. 2-е испр. и доп. изд. М., Оборонгиз, 1950. — 166 с. с черт. Библиограф.: 162—163 с.

4. Бекаревич А. М. и Мещериков И. С. Техника безопасности и промышленная санитария в кузнечных, кузнечно-штамповочных и кузнечно-прессовых цехах. 2-е испр. и доп. изд. М., Оборонгиз, 1951. — 191 стр. с илл. и черт.

Ассистент Лихачев В. А. планировал подготовить кандидатскую диссертацию на тему: "К вопросу очистки промышленных и вентиляционных выбросов литейных цехов в атмосферу".

Безусловно трудно налаживать работу кафедры с полностью обновленным составом. Нужно время на формирование коллектива, разработку перспективных планов его развития, даже если идеи по

развитию уже были сформулированы ранее. Таких идей к 1958 году в отчетах и планах кафедры было сформулировано Кушвидом П. Г. достаточно много. Вот некоторые из них.

1. Считать строго обязательным решать вопросы техники безопасности и противопожарной техники во всех дипломных проектах всех специальностей, обеспечивая студентов в этом отношении квалифицированным руководством.

2. Обеспечить представительство преподавателей кафедры "Техника безопасности" на ГЭК всех факультетов и всех специальностей.

3. Необходимо пересмотреть программу по курсу "Основы техники безопасности и противопожарной техники" для машиностроительных факультетов училища. В новой программе усилить внимание вопросам комплексной механизации и автоматизации. Впервые включить вопросы борьбы с пылью и фильтрации воздуха. Считать также необходимым ввести в программу следующие темы из новых лекций: а) требования техники безопасности к подъемно-транспортным сооружениям и устройствам; б) требования безопасности при работе с радиоактивными изотопами и борьба с радиоактивным синдромом; в) техника безопасности при работе сосудов под давлением; г) техника безопасности при работе в цехах покрытия изделий металлом.

4. Курс "Основы техники безопасности и противопожарной техники" именовать: "Противопожарная техника. Промышленная культура и безопасность труда", или "Производственная культура и охрана труда", или "Культура производства и безопасность труда". Последнее наименование наиболее полно отражает новейшие течения в этой области промышленности, наиболее часто проявляется в разговорной речи на предприятиях, в газетах, журналах и более точно определяет культурную организацию труда. Вместе с этим новое название курса логически станет в стройный ряд дисциплин: "Основы марксизма-ленинизма", "Политическая экономия", "Организация производства и экономика промышленности", "Культура производства и безопасность труда."

5. Усовершенствовать практику выдачи студентам домашних заданий с уточнением специфики конкретной специальности.

6. Продолжить практику первой попытки по разработке научно-исследовательской тематики для студенческого научно-технического общества имени профессора Н. Е. Жуковского.

7. Необходимо прикомандировать на кафедру одного из окончивших молодых специалистов для подготовки его к аспирантской и преподавательской деятельности, предварительно поставив его на работу по организации лаборатории и демонст-



рационального зала при кафедре "Техника безопасности", комплектованию библиотеки учебно-наглядных пособий, а также действующих моделей, учебных стендов, различных типов оградительных и других устройств.

8. Так как имеющийся учебник профессора П. И. Синева явно устарел, необходимо создать условия членам кафедры (1—2 чел.) для написания нового учебника "Основы техники безопасности и противопожарной техники в машиностроении", используя при его составлении имеющиеся конспекты лекций.

9. К 1958 году Кушвиду П. Г. подготовить докторскую диссертацию "Условия безопасности и безвредности при проектировании и эксплуатации оборудования в машиностроении".

10. По курсу "Основы техники безопасности и противопожарной техники" проводить только экзамен и запретить заменять экзамен зачетом.

11. Кафедра считает необходимым организовать издание научно-популярного журнала "Культура производства и безопасность труда" с основной задачей — быть пропагандистом всего нового и прогрессивного, передовых технических идей в области улучшения условий труда и безопасности труда на производстве.

12. Для улучшения преподавания курса "Основы техники безопасности (ТБ) и противопожарной техники (ПТ)" необходимо для кафедры выделить помещения следующих площадей:

а) для кабинета преподавателей —	80 кв. м;
б) для лаборатории по ТБ —	100 кв. м;
по ПТ —	100 кв. м;
в) кабинет зав. кафедрой —	25 кв. м.
Итого	~300 кв. м.

Кафедра с очень малым кадровым составом проводит большую повседневную работу по реализации учебного процесса. Подготовлена новая программа курса "Основы техники безопасности и противопожарной техники" для машиностроительных факультетов училища [12]. Кафедра принимает участие в праздновании 125-летнего юбилея Училища. Сотрудники кафедры участвуют в установке, отладке и консультациях по эксплуатации вентиляционной системы нового строящегося корпуса МВТУ. Ведущие преподаватели кафедры дают отзывы и заключения на учебные и методические пособия и фильмы [13] различных учебных заведений.

К сожалению, практически все основные позиции вышеприведенного плана не были реализованы в силу различных обстоятельств. Все эти годы работу кафедры достаточно часто проверяют и даже высшие инстанции. В 1955 г. работу кафедры "Техника безопасности" проверяло МВО СССР совместно с ЦК Союза работников культуры [8, лист 12].

В результатах проверки в частности указывалось на недостаточное выполнение приказа МВО СССР от 12 августа 1953 года. В апреле 1959 года возникает неприятная административная интрига, в центре которой снова оказывается кафедра "Техника безопасности". 17 апреля 1959 г. директору МВТУ тов. Прокошкину Д. А. поступает письмо из Министерства высшего образования СССР № ПФ 2-2/221, в котором говорится [14, лист 15]:

"Министерство высшего образования СССР письмом № ПФ-2-2/527-к от 13 декабря 1958 г. просило Вас поручить кафедре "Техника безопасности" **дать заключение по проекту** "Методика составления правил техники безопасности и производственной санитарии".

Заключение и замечания по указанному проекту Министерством **до сих пор не получены**, хотя сроки выполнения поручения прошли.

Министерство высшего образования СССР просит представить материал **в недельный срок** ввиду необходимости представления его в ВЦСПС.

Член Коллегии Министерства Л. Карпов".

Незамедлительно следует проверка, завершающаяся Распоряжением № 8/у по Московскому ордену Ленина и ордена Трудового Красного Знамени высшему техническому училищу им. Баумана от 28 апреля 1959 г. [14 лист 12] со следующей преамбулой: "Проверкой установлено, что многие профилирующие кафедры, а также кафедры техники безопасности и технологии металлов, не выполняют приказа Министерства высшего образования СССР за № 1077 от 16 октября 1957 г. "О мероприятиях по улучшению преподавания техники безопасности ..." (далее конкретные претензии)".

В мае того же года объявляется конкурс на должность заведующего кафедрой "Техника безопасности", на который подали заявления два кандидата: Гладких П. А. и Кушвид П. Г. Выписка из Протокола заседания Ученого Совета МВТУ им. Баумана № 15 от 11 мая 1959 года содержит следующее постановление по результатам голосования:

1. Ходатайствовать об утверждении в должности зав. кафедрой "Техника безопасности" доц. Гладких П. А.

2. Ходатайствовать об освобождении доцента П. Г. Кушвид от должности доц. зав. кафедрой "Техника безопасности".

В июне выходит приказ Главного Управления политехнических и машиностроительных высших учебных заведений Министерства высшего образования СССР № 304 от 11 июня 1959 года об утверждении Гладких П. А. зав. кафедрой: "Утвердить кандидата технических наук, доцента Гладких Петра Андреевича заведующим кафедрой "Техника безопасности" Московского высшего технического

училища им. Баумана как избранного по конкурсу, освободив от этих обязанностей Кушвида П. Г. как не прошедшего по конкурсу".

После этого выходит соответствующий приказ по МВТУ им. Баумана № 802 л. с. от 19 июня 1959 года: "Кушвида П. Г. — канд. техн. наук, доц. врио зав. кафедрой техники безопасности и противопожарной техники, с 1 июля 1959 года освободить от занимаемой должности в связи с истечением срока работы, установленного законодательством о конкурсах.

Основание: Приказ Гл. Упр. политехн. и машиностр. вузов № 304 от 11/VI—59 г."

После ухода П. Г. Кушвида из МВТУ связь кафедры с ним была утрачена. В самом МВТУ произошла смена руководства [15]. Бывший директор училища, д-р техн. наук проф. Прокошкин Д. А. сдал дела вновь назначенному директору училища, д-ру техн. наук проф. Лазареву Л. П. [16]. Училище в этот момент имело в своем составе шесть факультетов: механико-технологический (МТ), тепловых и гидравлических машин (ТГМ), транспортного машиностроения (Т), приборостроения (П), машиностроительный (М), вечерний.

В заключение необходимо отметить, что Петр Григорьевич Кушвид всегда очень трепетно и болезненно переживал за судьбу кафедры и ратовал за подъем ее авторитета. Любые действия со стороны администрации, так или иначе ущемляющие значимость кафедры, например попытка исключения из дипломов вопросов техники безопасности или отмена выдачи домашних заданий по технике безопасности, встречались им буквально в штыки. Даже на легкое, как ему казалось, пренебрежение со стороны коллег других кафедр он остро реагировал в годовых отчетах, применяя такие жесткие формулировки как "игнорирование кафедры", "понижение курса основ техники безопасности", "бесправное положение среди других кафедр" и т. д.

Несмотря на внешне неброские результаты деятельности П. Г. Кушвида за время руководства кафедрой, его работа не прошла даром. Она оставила заметный след в виде перспективного плана, на долгое время определившего вектор развития кафедры, который был успешно реализован в последующие годы. Сегодня это особенно заметно в ретроспективе прошедших лет. А с тех пор к 2009 году их прошло ровно пятьдесят.

Список литературы

1. Козьяков А. Ф. К 65-летию кафедры "Экология и промышленная безопасность". МГТУ им. Н. Э. Баумана // Безопасность жизнедеятельности. — 2003. — № 1. — С. 3—6.

2. **Архив** МГТУ им. Н. Э. Баумана. Личное дело № 973 п. Кушвид Петр Григорьевич (35 листов. Начато 14/IV—53 г. Окончено 1.VII—59 г.).
3. **ЦАГМ.** (Центральный архив города Москвы). Фонд № 1992. Опись № 2. Дело № 14679. (На 34 листах). Кушвид П. Г. (студент МВТУ).
4. **Штатный** формуляр профессорско-преподавательского состава МВТУ им. Баумана на 1953—1954 учебный год / Архив музея МГТУ им. Н. Э. Баумана. Арх. 5. Лист 134.
5. **ЦАГМ.** (Центральный архив города Москвы). Фонд № 1992. Опись № 4. Дело № 546. (На 9 листах). Министерство высшего образования СССР. Московское высшее техническое училище им. Баумана. Кафедра техники безопасности. Отчет о работе кафедры за 1952/1953 учебный год.
6. **ЦАГМ.** (Центральный архив города Москвы). Фонд № 1992. Опись № 4. Дело № 585. (На 23 листах). Министерство высшего образования СССР. Московское высшее техническое училище им. Баумана. Кафедра техники безопасности. Отчет о работе кафедры за 1953/1954 учебный год.
7. **ЦАГМ.** (Центральный архив города Москвы). Фонд № 1992. Опись № 4. Дело № 669. (На 2 листах). Министерство высшего образования СССР. Московское высшее техническое училище им. Баумана. Кафедра техники безопасности. План работы кафедры на 1954/1955 учебный год.
8. **ЦАГМ.** (Центральный архив города Москвы). Фонд № 1992. Опись № 4. Дело № 670. (На 24 листах). Министерство высшего образования СССР. Московское высшее техническое училище им. Баумана. Кафедра техники безопасности. Отчет о работе кафедры за 1954/1955 учебный год.
9. **ЦАГМ.** (Центральный архив города Москвы). Фонд № 1992. Опись № 4. Дело № 724. (На 25 листах). Министерство высшего образования СССР. Московское высшее техническое училище им. Баумана. Кафедра техники безопасности. Отчет о работе кафедры за 1955/1956 учебный год.
10. **ЦАГМ.** (Центральный архив города Москвы). Фонд № 1992. Опись № 4. Дело № 828. (На 26 листах). Министерство высшего образования СССР. Московское высшее техническое училище им. Баумана. Кафедра техники безопасности. Отчет о работе кафедры за 1957/1958 учебный год.
11. **ЦАГМ.** (Центральный архив города Москвы). Фонд № 1992. Опись № 4. Дело № 828. (На 26 листах). Министерство высшего образования СССР. Московское высшее техническое училище им. Баумана. Кафедра техники безопасности. Отчет о работе кафедры за 1958/1959 учебный год.
12. **ЦАГМ.** (Центральный архив города Москвы). Фонд № 1992. Опись № 4. Дело № 725. (На 6 листах). Министерство высшего образования СССР. Московское высшее техническое училище им. Баумана. Кафедра техники безопасности. Программа кафедры по курсу "Основы техники безопасности и противопожарной техники" на 1955 год.
13. **ЦАГМ.** (Центральный архив города Москвы). Фонд № 1992. Опись № 4. Дело № 779. (На 6 листах). Министерство высшего образования СССР. Московское высшее техническое училище им. Баумана. Кафедра техники безопасности. Заключение кафедры на учебный фильм "Техника безопасности на машиностроительных заводах" за 1956 год.
14. **ЦАГМ.** (Центральный архив города Москвы). Фонд № 1992. Опись № 4. Дело № 898. (На 52 листах). Министерство высшего образования СССР. Московское высшее техническое училище им. Баумана. Канцелярия. Распоряжения директора по училищу за 1959 год.
15. **ЦАГМ.** (Центральный архив города Москвы). Фонд № 1992. Опись № 4. Дело № 904. (На 69 листах). Министерство высшего образования СССР. Московское высшее техническое училище им. Баумана. Акт приема-сдачи дел бывшим директором училища Прокошкиным Д. А. директору училища Лазареву Л. П. от 21 июля 1959 года (с приложением).
16. **Федоров И. Б., Павлихин Г. П.** Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана. 175 лет. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. — 352 с.



УДК 331.45

А. П. Дубинин, канд. пед. наук, доц., **В. П. Бахарев**, канд. техн. наук, доц.,
Н. С. Муравьев, канд. экон. наук, доц.,
Филиал Московского государственного индустриального университета, г. Кинешма,
Е. А. Резчиков, канд. техн. наук, проф.,
Московский государственный индустриальный университет (МГИУ)

Трансдисциплинарный подход к изучению вопросов безопасности в техносфере

Рассмотрены научно-педагогические основы развития системного мышления в области безопасности жизнедеятельности в рамках учебного плана инженерного образования в техническом вузе.

Ключевые слова: безопасность, обучение, система, специалисты, исследования, модель, стратегия.

Dubinin A. P., Bakharev V. P., Muravjov N. S., Rezchikov E. A. Transdisciplinary approach to studying matters of safety in the techosphere

Scientific and pedagogical bases of development of system thinking are considered in the field of safety of ability to live within the framework of the curriculum of engineering formation education in a technical college.

Keywords: safety, training, system, experts, researches, model, strategy.

Серьезные изменения в производственно-экономических отношениях диктуют необходимость разработки и внедрения новых, наиболее эффективных механизмов функционирования систем и процессов, особенно связанных с безопасностью в техносфере.

Совокупность знаний о безопасности жизнедеятельности человека в техносфере позволяет минимизировать последствия его деятельности на окружающую среду, создать более комфортные условия существования. Особую значимость такие знания приобретают в условиях развития общества, когда непрерывно возрастают техногенные и антропогенные нагрузки на природную среду, расширяется круг и степень опасностей современного мира.

Актуальными становятся проблемы приобретения системных знаний о функционировании окружающей среды. Поскольку человек сталкивается с опасностью на протяжении всей жизни, образование должно быть непрерывным и осуществлять не только традиционную функцию передачи социального опыта, но и опережающую, превентивную функцию.

Предлагаемая концепция [1] такой подготовки определяет важнейшие направления образователь-

ной политики в области безопасности жизнедеятельности. Она направлена на реализацию системообразующих функций. Объектом исследования и изучения являются биологические и технические системы как источники опасности, а предметом — создание комфортных условий труда и отдыха человека в техно- и биосфере. Согласно основным положениям концепции, изучение этой системы подразумевается в составе подсистем "человек — техносфера", "техносфера — природа", "человек — природа".

Эффективное изучение такой системы может быть достигнуто при устранении противоречия между высокими требованиями к качеству и уровню профессиональной подготовки узкого специалиста и отсутствием теоретических и практических рекомендаций, обеспечивающих преемственность образовательных программ различного уровня, в области безопасности на протяжении всего жизненного цикла. Отмеченные противоречия позволяют сформулировать проблему выявления дидактических условий реализации принципа системности в методологии познания в процессе обучения безопасности в техносфере. Частичному решению этой проблемы посвящена данная статья.

Наиболее действенным инструментом обеспечения безопасности и охраны природной среды является системность технического образования, уровень и степень развития инженерного мышления. Творческое инженерное мышление в области безопасности в техносфере позволяет:

— ориентировать техническое мышление в наиболее перспективном направлении с точки зрения законов развития технических систем;

— выявлять технические противоречия развития и изначально осознанно ориентировать мысль на поиск решения, когда главная функция объекта выполняется как бы сама собой, без затрат энергии и средств;

— управлять технологическими факторами, осознанно форсировать творческое воображение и преодолеть стереотипы.

По нашему мнению, глобальной задачей является процесс развития у студентов *системного твор-*

ческого инженерного мышления, для чего, кроме развития способности сознательно целенаправленно генерировать нестандартные технические идеи, необходимо овладеть методологией творчества с тем, чтобы оптимально использовать базу общенаучных и специально-профессиональных знаний в области безопасности, машиностроения, технолога и конструирования машин.

Основные законы развития системы

Система — это комплекс организованных в пространстве и времени взаимосвязанных между собой элементов, необходимых и достаточных для выполнения требуемой функции, которую определяет человек.

Важным свойством любых систем является наличие существенных связей между элементами, превосходящих по мощности (силе) связи этих элементов с элементами, входящими в различные подсистемы. Указанное свойство позволяет выделить систему в виде целостного объекта из окружающей среды.

Несмотря на огромное разнообразие, системы обладают рядом общих признаков: функциональность, целостность, организация (взаимосвязь элементов) и системное качество (новое совокупное свойство системы). Всем системам присуще устойчивое, повторяющееся отношение как между элементами внутри системы, так и с внешней средой, которые формулируются в виде законов развития системы.

Для отображения процесса развития и эволюционирования систем используется *интегрированный показатель*, который характеризует уровень развития системы и отражает свойства, присущие системе в целом, но не свойственные ни одному из ее элементов в отдельности. Отсюда следует важный вывод: система не сводится к простой совокупности элементов и, расчленив систему на отдельные части, изучая каждую из них в отдельности, нельзя познать все ее свойства в целом.

Для любых систем (технических, биологических, социальных, экономических, педагогических, общественных) было доказано, что они в своем развитии проходят типовые этапы, которые характеризуются соответствующей динамикой их интегрированного показателя. Этот закон получил название "Закон S-образного развития". Подобным образом во времени развиваются не только системы, но и их отдельные подсистемы. Кривые данного типа называются по-разному: логистическими, S-образными, кривыми Гомпеца, Перла и др. [2].

Любые системы не вечны: они переживают периоды становления, расцвета, упадка и, наконец, сменяются другими системами. В качестве примера рассмотрим эволюцию системы "Безопасность

в техносфере". На рис. 1 (см. 3-ю стр. обложки) графически представлена зависимость интегрированного показателя N , отражающего уровень развития и эффективности системы, от периода ее жизненного цикла t .

В начале своего развития (участок I) система развивается медленно. Это период зарождения системы (на диаграмме зона А). В этот период впервые проблема безопасности человека привлекла внимание мыслителей и ученых. Работа М. В. Ломоносова "Первые основания металлургии и рудных дел" является одной из первых работ по безопасности труда. В ней рассмотрены безопасность и гигиена в горной промышленности. Важное значение для обеспечения комфортных условий жизнедеятельности принадлежит сконструированному Н. Е. Жуковским осевому вентилятору, который широко используется в вентиляционных системах. В этот период появились научные работы по гигиене труда (Э. Ф. Эрисман, Г. В. Хлопин), о роли нервной системы человека в процессе труда (И. М. Сеченов).

В связи с бурным развитием техники в начале XX века, возрастанием роли человеческого фактора в производственной и социальной сфере безопасные и здоровые условия деятельности человека приобрели глобальную значимость. Начался период интенсивного развития системы (участок II, зона В). Этот период характеризуется относительно устойчивым развитием таких подсистем, как "охрана труда", "промышленная экология", "гражданская оборона". Однако немало ученых полагают, что человечество подходит к цивилизационному кризису. Приближаясь к последним биосферным границам, наша цивилизация испытывает возвратную нелинейную реакцию на свою экспансию. Общество, по выражению Эрвина Ласло, вступило в "эпоху бифуркаций", которая, с одной стороны, характеризуется процессами на границе самоистребления и экстенсивного развития техносферы, с другой — процессами самоорганизации нового информационного пространства, ноосферные механизмы которого могут стать гарантами постепенного выхода из всеобщего кризиса [3].

Развитие системы подходит к своему критическому максимуму (участок III кривой, зона D). Этот период отражает особую остроту проблем безопасности. Отметим лишь некоторые из них:

— новые факты, полученные за последние несколько лет, показывают, что глобальное потепление может оказаться гораздо более серьезной проблемой, чем мы это себе представляем; парниковый эффект, который может произойти (учитывая потенциальную опасность выделения метана из органических веществ) в течение текущего столетия, будет вдвое выше, чем тот, который имеет место



в результате прямых техногенных воздействий промышленных объектов на окружающую среду;

— по данным института географии АН РФ 1/5 часть населения РФ проживает в экологически неблагоприятных условиях;

— в конце двадцатого века каждый год отмечался приблизительно 800 крупными авариями и около 1 млн. случаями травматизма;

— в атмосфере 74 городов РФ содержание вредных веществ в атмосфере в десятки раз превышает предельно допустимые концентрации (ПДК);

— в области отечественного машиностроения в каждый год конца двадцатого столетия травмировалось 59—61 тыс. человек, а гибло около 400 человек [1].

Назрела острая необходимость поиска и реализации новой системы взглядов на образование в области безопасности. Расчленение системы безопасности на ряд самостоятельных задач нарушает целостную картину безопасности человека. Нужны новые подходы, направленные на развитие мировоззрения человека, его культуры и компетенций в области обеспечения личной, социальной и экологической безопасности. На основании закона развития систем можно прогнозировать замедленные темпы ее развития.

Значение интегрированного показателя системы достигает максимального значения (max функции), и в дальнейшем эффективность воздействия традиционных принципов, положенных в ее основу, снижается. В этой зоне происходят качественные изменения системы (зона *C*, явление бифуркации).

Дальнейшие пути развития системы, имеющие в своей основе качественно новые подходы и принципы (участок IV) разбиваются на равновозможные ветви (*F* — новые направления развития системы). Какой путь развития системы будет реализован, зависит от многих факторов, в число которых не последним входит состояние и уровень учебно-методической и научно-исследовательской деятельности профилирующих кафедр вузов. Именно будущие специалисты в области безопасности жизнедеятельности должны осуществлять дальнейшие исследования, прогнозирование и разработку возможных направлений развития системы на новых принципах. На наш взгляд, целостность знаний как доминанта новой образовательной парадигмы поможет разрешить возникающие проблемы, восстановить гармонию отношений человека и природы. Важнейшее условие реализации этой стратегии состоит в соблюдении принципа трансдисциплинарности. Его сущность состоит в том, что процесс изучения и исследования проблем безопасности жизнедеятельности должен идти "через" и "сквозь" различные дисциплины и выходить "за границы" конкретных учебных курсов. Это позволит дости-

гать более высокого уровня познания, который независим от содержания той или иной конкретной дисциплины. На кафедре технологии машиностроения Кинешемского филиала МГИУ эти положения трансформируются в учебную программу подготовки специалиста-инженера в области безопасности в техносфере. Условия реализации такого подхода состоят в непрерывности и превентивности; трансдисциплинарности, интегративности и междисциплинарности; преемственности и согласованности; базировании на методологии познания, развитии системного инженерного мышления.

Стратегия реализации системы подготовки в области безопасности в техносфере

Реализация в учебном процессе кафедры технологии машиностроения концепции подготовки в области безопасности в техносфере базируется на нормативной модели трансдисциплинарного подхода на основе методологии системного инженерного творчества.

Общепринято, что изложение сложных процессов начинается с построения моделей, которые своей структурой охватывают основные черты изучаемого явления. При помощи таких моделей, отображающих структуру изучаемой области знаний, komponuem целостное научно-профессиональное представление об исследуемом объекте. На рис. 2 (см. 3-ю стр. обложки) представлена трансдисциплинарная образовательная модель в области безопасности. Данная модель реализует принятый в качестве доминирующего принцип трансдисциплинарности. Модель, построенная на этом принципе, позволяет представить образовательную стратегию в целостной системе, а ее реализация может быть организована двумя путями.

Первый путь — от рассмотрения целостной системы к рассмотрению отдельных элементов системы и взаимосвязей между ними. При такой последовательности изучения сначала даются общие, научно-теоретические характеристики объекта как сложной системы, на основе анализа которых студенты переносят эти характеристики на отдельные элементы системы. Так осуществляется переход от общего к отдельному, от рассмотрения целостной системы к характеристике отдельных ее элементов и раскрытию взаимосвязей между ними.

Второй путь — от рассмотрения элементов и анализа структуры к объединению знаний в систему, соответствующую особенностям целостного системного объекта. Это направление систематизации знаний получает свою завершенность на дисциплине "Безопасность в техносфере", завещающей блок вузовских дисциплин (на рис. 2 — центральный блок).



Трансдисциплинарная доминанта реализуется включением в канву дисциплин центрального блока общеинженерного и специального циклов (на рис. 2 — блок слева). Процесс обучения идет "через" и "сквозь" дисциплины, непосредственно затрагивающие изучение и исследование проблем безопасности. Обозначим лишь некоторые из них:

ТКМ — проблемы природопользования и полезных ископаемых;

Гидравлика и ГПСО — проблемы водопользования, гидротехнических сооружений и технических систем;

ОТМ и ОИД — проблемы безопасности технологических процессов и негативных факторов в производственных условиях.

Технология машиностроения — задачи и методы охраны здоровья, обеспечение защиты оператора гибких производственных систем (ГПС), проектирования и эксплуатации техники, технологических процессов.

Доминанта системного мышления реализуется путем использования в учебном процессе целенаправленного развития творческой составляющей инженерного образования (на рис. 2 — блок справа). Процесс обучения выходит "за пределы" содержания конкретных дисциплин, что позволяет выйти на более высокий уровень познания, на некий творческий уровень, который независим от той или иной конкретной дисциплины. Использование такого подхода к изучению учебной дисциплины в составе других методов показывает тенденцию более глубо-

кого осмысления студентами объективных связей и отношений в предметах и явлениях.

Экспериментальные педагогические исследования, анализ и обобщения передового педагогического опыта дают основания утверждать, что такой подход способствует сознательному усвоению знаний, развивает системное диалектическое мышление. Особенность представленной модели состоит как раз в том, что она направлена на развитие системного диалектического стиля мышления.

Особенность взаимодействия систем "человек — техносфера", "техносфера — природа", "человек — природа" является достаточно сложной. Выбрать новые подходы и запустить работающую образовательную модель можно только совместными усилиями ученых, педагогов, инженеров, экономистов, социологов. Инициаторами на этом нелегком пути должны стать коллективы профилирующих кафедр инженерных вузов.

Список литературы

1. **Безопасность** жизнедеятельности: Учебное пособие. Ч. 1 / Б. С. Иванов, Е. А. Резчиков, С. П. Крылов; Под общ. ред. Е. А. Резчикова. — М.: МГИУ, 2001. — 2245 с.
2. **Зиновкина М. М.** Креативное инженерное образование (Теория и инновационные креативные педагогические технологии): Монография. — М., 2003. — 372 с.
3. **Буданов В. Г.** Трансдисциплинарное образование, технологии и принципы синергетики // Синергетическая парадигма: Многообразие поисков и подходов. Сб. ст. / Под ред. В. А. Аршинова и др. — М.: Прогресс-Традиция, 2000. — С. 285—304.

ИНФОРМАЦИЯ

Всероссийская специализированная выставка "БЕЗОПАСНОСТЬ—2009"

29—31 июля 2009 года

г. Ижевск, ул. Кооперативная, 9, ФОЦ "Здоровье"

ТЕМАТИКА ВЫСТАВКИ:

1. Технические средства обеспечения безопасности.
2. Специальное обмундирование, снаряжение для силовых подразделений.
3. Системы и средства пожарной безопасности.
4. Средства спасения в чрезвычайных ситуациях.
5. Экологическая безопасность.
6. Безопасность на дорогах.
7. Промышленная безопасность и охрана труда.
8. Системы и средства защиты информации и специальные технические средства.

Контакты: Выставочный центр "Удмуртия", 426008, Ижевск, ул. Карла Маркса, 300а

Тел./факс: (3412) 25-44-65, 25-48-68, 25-48-33, 25-47-33, 25-48-74

e-mail: office@vcudmurtia.ru

<http://safe.vcudmurtia.ru/>

Н. Н. Новиков,

Национальная ассоциация центров охраны труда, г. Москва,

В. С. Сердюк,

Омский государственный технический университет

О мировых проблемах в области техносферной безопасности и возможных путях их решения (по материалам XVIII Всемирного конгресса по охране труда в г. Сеуле)

По оценке Международной организации труда (МОТ) в мире ежегодно погибает около 2,3 млн работников в результате несчастных случаев на производстве и профпатологии. При этом, кроме социальных последствий, экономический ущерб составляет 4 % валового национального продукта.

Технический прогресс сопровождается активным поиском организационно-технических и других решений по защите человека от воздействия опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ). Усиливаются требования к состоянию условий и охраны труда со стороны международных организаций (Международная организация труда, Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), Международная ассоциация социального обеспечения (МАСО)), профсоюзов, правительств, а также самих работодателей.

Наряду с гуманными соображениями, связанными с сохранением жизни и здоровья работающего населения, интерес к техносферной безопасности объясняется также экономическими причинами, так как охрана труда — это экономическая категория. Как известно, состояние условий и охраны труда влияет не только на уровень травматизма и профессионально обусловленной заболеваемости, что связано со значительными затратами на возмещение ущерба утраченному здоровью, но и на экономические результаты производственной деятельности. Данные причины приводят к востребованности и расширению на рынке спектра различных услуг по охране труда, а также к предложениям более разнообразных и эффективных средств коллективной и индивидуальной защиты работающих.

Прогрессивные изменения происходят под влиянием новых законодательных актов и нормативных документов, направленных на реализацию государственной политики в области охраны труда. Обращает внимание возрастающий с каждым годом ассортимент средств защиты, представляемых производителями на выставках различного уровня — от международных до региональных.

Несмотря на очевидные успехи в области охраны труда, имеют место и серьезные проблемы. Они обусловлены не только разработкой и внедрением прогрессивных технологий, сопровождаемых характерными для них и мало изученными ОВПФ, например, нанотехнологий, но и активным развитием, как правило, более опасного и вредного производства с физически и морально устаревшим оборудованием в менее развитых странах, с более дешевой рабочей силой. Подавляющее большинство работников в данных странах имеют низкую квалификацию и не осознают в полной мере угрозы потери здоровья и жизни от воздействия на организм вредных условий труда. В то же время их интересы не защищают профсоюзы, а работодатели экономят на предоставлении им необходимых средств индивидуальной защиты.

Проблемы в области техносферной безопасности носят международный глобальный характер, поэтому вызывают среди работодателей, профсоюзных деятелей, врачей, инженеров по охране труда и других категорий работников определенное беспокойство. Специалисты по техносферной безопасности нуждаются в обмене мнениями по поводу поиска эффективных путей сохранения здоровья и жизни работников на производстве.

Крупнейшим событием, способствующим поиску ответов на вопросы предотвращения несчастных случаев и по охране здоровья работников, занятых на производстве, явился XVIII Всемирный конгресс по охране труда. Он проходил 29 июня—02 июля 2008 г. в г. Сеуле (Южная Корея) под лозунгом "Охрана труда на производстве — ответственность общества". В его работе приняли участие более 4 тыс. человек, в том числе официальные представители правительств, руководители различных ведомств, научно-исследовательских институтов по охране труда, мультинациональных компаний, организаций работодателей, профсоюзов, представители структур сферы социального обеспечения, ученые и специалисты.

Цели Всемирного конгресса по охране труда в г. Сеуле:

- обеспечить широкий обмен актуальной информацией и практическими результатами для дальнейшего развития охраны труда;
- создать и укрепить деловые связи и союзы посредством активного сотрудничества и деловых отношений между всеми заинтересованными сторонами;
- создать платформу для развития научных, стратегических и практических идей, которые могут быть успешно реализованы.

В рамках основного направления "Охрана труда на производстве — ответственность общества" были рассмотрены четыре важные темы:

- 1) стратегия и программы охраны труда на перспективу;
- 2) влияние изменяющихся условий труда на самого работника;
- 3) новые задачи и возможности в области охраны труда;
- 4) системы управления охраной труда.

Основными путями решения проблем были выработка стратегии и программы охраны труда на перспективу.

Обмен информацией специалистов мирового уровня в области техносферной безопасности позволил выявить эффективные пути решения актуальных проблем по охране труда, укрепить связи и внести вклад в формирование системы профилактики — ключевого момента в предотвращении несчастных случаев и профзаболеваний.

Генеральный директор МОТ Хуан Сомавиа отметил в своем приветствии участникам XVIII Всемирного конгресса по охране труда, что работа, обеспечивающая работнику сохранение человеческого достоинства — вот смысл достойного труда и цель МОТ. Действуя вместе, можно претворить идею безопасных условий труда для каждого в реальность.

Стратегия и политика в области охраны труда должны эффективно работать. Надо "... не только говорить и говорить, но и работать и работать". Необходимо также исходить из того, что работа — это не болезнь, а часть жизни.

За последние 10 лет в мире, несмотря на внедрение новой техники, показатели по несчастным случаям и профзаболеваниям росли. В 2 раза увеличилось количество вредных производственных факторов и рисков некоторых групп хронических заболеваний. В то же время единая интегрированная процедура сбора данных отсутствует. От этого зависит компенсация за неблагоприятные условия труда. МОТ предлагает свои системы, но они не всеми странами признаются и поэтому не имеют

достаточного распространения. Рост несчастных случаев и профзаболеваний связан с недостатком финансирования мероприятий по охране труда, а также с глобализацией экономики, которая влияет на рост миграции трудящихся. За 45 лет количество мигрантов в мире увеличилось в несколько раз. Им приходится преодолевать много барьеров, чтобы получить необходимое образование и работу. Большие проблемы с обеспечением безопасных условий их труда, так как им предлагаются самые вредные и опасные работы. Это усугубляет недостаток у них необходимых документов и плохое знание языка страны пребывания.

Неблагоприятная демографическая ситуация и рост продолжительности жизни привели к увеличению доли пожилых людей в составе трудоспособного населения. У пожилых людей имеется необходимый опыт, но внимание более рассеяно, чем у молодых. Это влияет на условия и безопасность труда.

Значительная часть населения работает в малом бизнесе. Они имеют более продолжительный рабочий день. Их недостаточно обучают вопросам охраны труда, не обеспечивают в полной мере эффективными средствами индивидуальной защиты, не страхуют от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Работодатели нуждаются в финансовой помощи для внедрения дорогостоящих мероприятий по охране труда. На малых предприятиях отсутствуют квалифицированные штатные специалисты по охране труда.

Одним из самых приоритетных для формирования политики охраны труда и руководителей, принимающих решения, должен быть вопрос внедрения культуры охраны труда на каждом рабочем месте. Работодатель должен при распределении прибыли предусматривать необходимые затраты для сохранения здоровья и жизни тех, кто ее зарабатывает. Важно направить стратегические усилия на развитие и реализацию национальных программ по охране труда, включая политику и среднесрочные, а также перспективные проекты профилактики несчастных случаев и профессиональных заболеваний. Имеющийся опыт позитивной политики в области охраны труда продемонстрировал взаимовыгодное сотрудничество между работодателями, работниками и обществом в целом. Недавно принятая Конвенция МОТ № 187 закладывает основы для достижения названных выше целей.

Новые задачи и возможности в сфере охраны труда в условиях глобализации экологии могут быть также реализованы за счет развития глобальной системы охраны труда и строительства партнерских отношений. Она является необходимым условием



решения вопросов быстро меняющихся составляющих производственной и окружающей среды. Достичь этого можно только посредством укрепления усилий, направленных на установление и признание международных (глобальных) стандартов, интегрирования охраны труда и производственной среды с гарантией качества, укрепления понимания необходимости повышения благосостояния работника, а также обмена техническими достижениями и информацией по условиям и охране труда.

Понимание значения систем управления охраной труда приобрело широкие масштабы во многих странах мира, считающих их действенным инструментом улучшения условий труда на рабочем месте. Эффективное применение систем управления охраной труда обеспечивает постоянное улучшение условий труда и соответствие их нормам законодательства.

По результатам работы XVIII Всемирным конгрессом по охране труда была принята Сеульская Декларация.

В первой части Декларации участники конгресса обратили внимание на следующие обстоятельства:

- последствия от неблагоприятных условий труда вызывают большое количество несчастных случаев и профзаболеваний (2,5 млн смертельных травм), а также значительные экономические потери (4 % валового национального продукта);
- улучшение условий труда оказывает положительное влияние на состояние здоровья, производительность труда, экономические и социальные показатели;
- право на здоровье и безопасные условия труда должно быть признано как фундаментальное право человека, а глобализация в совокупности с профилактическими мерами должна гарантировать здоровье и безопасные условия труда на работе;
- большое значение в предотвращении несчастных случаев и профзаболеваний имеет деятельность Международной организации труда и Международной ассоциации социального обеспечения;
- эффективность профилактических мер зависит от уровня образования, обучения, пропаганды и обмена опытом в области охраны труда;
- важную роль в области профилактики несчастных случаев и профзаболеваний, а также предоставления услуг по восстановлению утраченного здоровья играет социальное партнерство между правительством, организациями здравоохранения и учреждениями социального обеспечения;
- сотрудничество международных организаций и учреждений имеет большое значение для повы-

шения безопасности и улучшения условий труда через объединенные международные и национальные усилия.

Во второй части Декларации участниками конгресса обозначены основные перспективные направления по решению проблем охраны труда:

- общество должно стремиться к достижению высоких уровней безопасности и сохранения здоровья на производстве, все члены общества должны оказывать содействие достижению этой цели, гарантировать приоритеты профессиональной безопасности и здоровья и отражать их в государственной политике, а также поддерживать и развивать национальную систему профилактики безопасных условий труда и сохранения здоровья работающего населения;
- правительства, работодатели и работники должны активно участвовать в формировании государственной политики безопасности и сохранения здоровья через систему прав и обязанностей, самым приоритетным должен быть принцип предотвращения опасных и вредных условий труда;
- система управления охраной труда должна непрерывно совершенствоваться с учетом принципов МОТ при формировании государственной политики;
- правительства должны на основе недавно принятой Конвенции МОТ № 187 закладывать основы внедрения культуры охраны труда на каждом рабочем месте, обеспечивать на долгосрочную перспективу деятельность по профилактике безопасных условий труда через систему стандартов, норм и правил, а также эффективную трудовую инспекционную систему;
- работодатели должны обеспечивать безопасные и здоровые условия труда, которые способствуют эффективности процесса производства, при широком вовлечении работников и их уполномоченных посредством консультаций, обучения, работы совместных комиссий (комитетов) во все мероприятия, влияющие на повышение безопасности и сохранение здоровья на производстве.

XVIII Всемирный конгресс по охране труда позволил осуществить обмен опытом, знаниями, новыми техническими достижениями и прогрессивными идеями по созданию долгосрочных проектов по охране труда. Достигнутые результаты будут рассмотрены на очередном Всемирном конгрессе по охране труда в 2011 году в Турции.



Социально-экологические аспекты водоснабжения населения России

Рецензия на монографию А. П. Свинцова, В. С. Квартенко

"Социально-экологическая безопасность водоснабжения населения". — М.: Изд-во Российского университета дружбы народов, 2008. — 192 с.

Монография А. П. Свинцова и В. С. Квартенко посвящена обобщению различных аспектов предотвращения образования чрезвычайных ситуаций, обеспечения социальной и экологической безопасности водоснабжения населения в условиях перехода водопроводно-канализационных предприятий на рыночные принципы хозяйствования и повышения антропогенной нагрузки на водные объекты. Концепция монографического исследования базируется на гипотезе, согласно которой повышенная антропогенная нагрузка на водные объекты и переход предприятий водопроводно-канализационного хозяйства на рыночные принципы хозяйствования представляют угрозу ограничения доступа всех потребителей к водопроводной воде питьевого качества, которая является незаменимым (не имеющим аналога) жизненно важным и социально значимым продуктом питания человека с неустранимой потребностью, обеспечение которым является одной из важнейших стратегических задач общества.

В последние десятилетия монографические труды в области социальной и экологической безопасности водоснабжения населения появляются не часто. Обобщение передового опыта по созданию безопасных условий водоснабжения, учету водопотребления в жилищном фонде и анализу факторов, определяющих его социально-экологическую безопасность, является одним из реальных направлений решения стратегической задачи общества — обеспечение всеобщей доступности водопроводной питьевой воды.

Опыт последних лет позволил авторам по-новому проанализировать и осмыслить проблемы водоснабжения и водосбережения в жилых зданиях и с позиций обеспечения социально-экологической безопасности водоснабжения населения предложить рекомендации по повышению эффективности функционирования водопроводно-канализационных предприятий в условиях снижения водопотребления за счет более рационального использования воды потребителями в условиях приборного учета квартирного типа.

Квалифицированное сочетание научно-технического, инженерно-экологического и аналитического подходов к освещению излагаемого материала является несомненным достоинством книги, делающим ее ценным, необходимым и своевременным пособием как для специалистов в области водоснабжения,

безопасности жизнедеятельности, так и для студентов и аспирантов экологических специальностей.

При изложении материала авторам удалось показать не только широкую панораму современных сложных научно-технических проблем в области экологии водопользования, но и системно рассмотреть основные экологические и социальные аспекты водоснабжения населения, особенности водопотребления и водосбережения в жилищном фонде, оборудованном приборами учета в домохозяйствах, а также предложить рекомендации по обеспечению водопроводной питьевой водой всех потребителей вне зависимости от их социального статуса и экономических возможностей. При этом изложению материала характерны комплексность, последовательность, логичность и убедительность.

Авторам удалось найти оптимальную форму изложения, сделать понятным, доступным и интересным материал по сложной, многогранной проблеме водоснабжения населения. Изложить в сжатой форме столь разносторонний материал, показать ретроспективу, нынешнее развитие и тенденции водоснабжения — задача нелегкая, но авторы с ней успешно справились.

Вместе с тем, было бы целесообразно уделить больше внимания анализу проблемы влияния потребительского поведения населения на рынке водопроводно-канализационной продукции. Анализ мотивации водопотребления и водосбережения в жилых зданиях позволил бы полнее показать диапазон возможностей повышения экологической и социальной безопасности водоснабжения населения. Вызывает сожаление крайне малый тираж книги, ставшей практически сразу же редкостью.

В целом книга свидетельствует, что российские научные исследования в области экологии водопользования и безопасности жизнедеятельности сохраняют высокий потенциал. Авторам удалось внести весомый вклад в теорию жизнеобеспечения населения. Рецензируемая книга будет полезна и познавательна не только специалистам в области экологии и безопасности жизнедеятельности, но и может использоваться в качестве учебного пособия.

Ю. И. Вдовин, д-р техн. наук, проф.,
Тольяттинский государственный университет



О выпуске IV тома "Атласа временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов"

Существуют разные виды атласов. Среди них — атласы географические для Земли и Луны, других планет и их отдельных частей; атласы звездного неба; анатомические атласы; атласы растений; наконец, атласы железных или автомобильных дорог. Во всех этих атласах графически изображаются особенности природных или иных объектов, позволяющие понять их структуру, определять расстояния между объектами, путь из одного места в другое. Но до сих пор не было атласов, которые показывали бы важные для науки и практики особенности протекания процессов *во времени*, хотя многое из особенностей протекания различных процессов известно. Создание такого атласа, по мнению его авторов, будет способствовать открытию некоторых не известных ранее закономерностей, установлению общих и частных черт и особенностей протекания процессов в природе и обществе в различных пространственных и временных масштабах.

К настоящему времени опубликованы уже три тома "Атласа временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов" (далее — Атлас), в которых представлены фактические данные о протекании различных природных и социальных процессов, результаты обработки временных рядов и их интерпретация, рассмотрена динамика процессов, их изменчивость и в ряде случаев проведено сопоставление результатов. Выполнение этой работы преследовало две основные цели: *научную* — установить неизвестные ранее закономерности динамики природных и социальных процессов в разных пространственных и временных масштабах и *практическую* — способствовать сохранению человечества и биосферы, в целом, и обеспечению устойчивого развития России, в частности. Для достижения указанных целей были изучены и проанализированы особенности фонового и аномального протекания природных процессов без участия и с участием антропогенных воздействий, установлены причинно-следственные связи между процессами, найдены пути к прогнозированию будущих состояний окружающей среды. Изучены также закономерности процессов в гуманитарных сферах. Для решения этих задач использованы подходы, основанные на анализе экспериментальных данных о временных и пространственно-временных процессах в природе и обществе. Кроме того, проведен большой цикл междисциплинарных исследований динамики процессов в природе и обществе в широчайшем диапазоне пространства и времени,

благодаря чему удалось установить неизвестные ранее закономерности, упорядочить некоторые взгляды на характер динамики в различных — живых и неживых — объектах и их совокупностях как в открытых динамических системах.

В I томе Атласа проанализированы материалы сейсмического мониторинга в Таджикистане, вариации уровня Каспийского моря в сопоставлении с вариациями стока Волги и других рек в Каспийское море, вариации других гидрологических и гидрогеологических показателей, атмосферных показателей, материалы по вулканической активности, сейсмичности Луны, динамики сейсмичности Луны. Полученные результаты позволили поставить вопрос о том, в какой степени временные вариации, происходящие в земной коре, соотносятся с данными, полученными в других отраслях науки, в частности, в биологии, географии, астрономии и т. д.

Во II томе Атласа существенно расширен круг исследуемых явлений, включены антропогенные, социальные, культурные, медицинские процессы. Исследуемый временной интервал — от миллисекунд до сотен миллионов лет. II том посвящен также памяти трех замечательных ученых — В. И. Вернадского, Н. Д. Кондратьева и А. Л. Чижевского

В III томе сделан акцент на экологические, социальные и медицинские аспекты. Здесь собраны фактические сведения о временных вариациях и их анализ, размышления и соображения, касающиеся, казалось бы, далеких вопросов и объединенные тем, что все они в той или иной степени связаны с особенностями динамики процессов *во времени*. Собранные вместе эти данные заставляют задуматься об общих законах динамики самых разных процессов и о том, какие между ними существуют связи. Это важно для развития фундаментальных наук, а также для решения практических вопросов в области экологии, медицины и других вопросов жизни людей. Кроме того, в широком временном диапазоне — от долей секунды до сотен миллионов лет — на основе временных рядов и спектрально-временных диаграмм рассмотрены особенности процессов, протекающих в космосе, твердой Земле, атмосфере, гидросфере, биоте, социальной сфере. Обсуждаются основные свойства различных открытых динамических систем, среди которых различные данные, касающиеся палеоклимата по исследованиям кернов в Антарктиде и на Байкале, результатов исследований палеовулканизма, палеомагнетизма, сейсмологических пара-



метров, данные по изменениям уровня рек и уровня озера Сарез. Подробно исследованы параметры, описывающие изменения в атмосфере. Этот том посвящен также памяти великих русских ученых — энциклопедистов, естествоиспытателей, экологов, активных участников создания Атласа временных вариаций, — академиков А. Л. Яншина и Н. Н. Моисеева, которые внесли колоссальный вклад в лучшее понимание закономерностей эволюции процессов природы и общества. Это важно для приближения к решению задач прогнозирования будущих процессов и явлений, предупреждения негативных экологических ситуаций, чрезвычайных ситуаций, улучшения здоровья населения, качества людей и качества условий их жизни.

На основании изучения результатов, опубликованных в трех томах Атласа, были предложены и обоснованы идеи системного экологического мониторинга (геодинамического, экологического, космического, социального, медицинского) с целью оздоровления населения и улучшения социальной и демографической обстановки в России, выработки более правильной стратегии природопользова-

ния. Эти идеи и полученные результаты использованы при составлении документов, представленных в Совет Безопасности РФ с предложениями по разработке единой Государственной программы комплексного медицинского, экологического, социального, геодинамического мониторинга и комплексной обработки получаемой и полученной ранее информации. Семь авторов Атласа во главе с академиком В. А. Черешневым были удостоены премии Правительства РФ 2006 г. в области науки и техники за работу "Разработка и внедрение системного экологического мониторинга как компонента экологической безопасности", которая была непосредственно связана с Атласом.

Атлас предназначен научным работникам, практическим экологам, медикам, читателям, интересующимся эволюцией природы и общества. Он уже используется при обучении студентов. Поскольку работа над Атласом осуществляется при неформальном сотрудничестве многих десятков ученых разных направлений, ниже публикуется обращение авторского коллектива Атласа к коллегам принять участие в работе над IV томом.

Дорогие коллеги!

Идет работа над IV томом "Атласа временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Три окружающие среды и человек". Под тремя окружающими средами понимаются природная, антропогенная и социальная среды. Мы предполагаем, что IV том будет состоять из нескольких выпусков. Мы надеемся, что первый выпуск будет опубликован в нынешнем году. Выпуски будут публиковаться по мере их формирования.

Приглашаем Вас к участию в IV томе. Каждый выпуск будет содержать два раздела:

1. Процессы в трех окружающих человека средах: природной, антропогенной и социальной, в том числе, космосе, литосфере, атмосфере, гидросфере, биоте, социальной сфере, техносфере, т. е. таких, которые могут влиять на физическое и психическое здоровье людей, а также на демографическую, криминальную, экономическую, культурную ситуацию и на объекты биосферы, которые в свою очередь также оказывают влияние на здоровье людей и качество их жизни.

2. Медицинские, демографические, криминалистические, экономические и другие показатели. Они сопоставляются с воздействующими внешними факторами, проводится поиск причинно-следственных

связей между стрессообразующими событиями и медицинскими и другими параметрами.

Материалы оформляются в виде статей с подробным представлением данных и результатов обработки, различными сопоставлениями. Работа должна быть выдержана в одном стиле, обработана по единой методике, результаты должны быть понятными широкому кругу ученых (как в журнале "Природа").

В статьях будут приведены результаты обработки временных рядов в стандартной для Атласа форме. Имеется в виду использование программ спектрально-временного анализа, корреляционного анализа, вычисления изменяющихся во времени параметров хаотизации, некоторых других видов анализа. Будут сопоставляться особенности динамики временных рядов и их фрагментов, связанных с отдельными воздействиями. **Статьи будут составляться по принципу: мало текста — много рисунков с подробными подписями**, как это сделано в большинстве статей в I—III томах Атласа. Рисунки — в JPG или в tif.

Унифицированное представление результатов важно для возможности получения сопоставимых результатов, на основе которых будут выявлены об-



щие и индивидуальные черты динамики процессов и в ряде случаев причинно-следственные связи между процессами. Желательно, чтобы авторы пытались установить такие связи. Среди сопоставляемых процессов: солнечные и геомагнитные индексы, параметры озонового слоя, атмосферное давление и другие метеорологические параметры, приливные воздействия, влияние смен сезонов, антропогенная деятельность, социальные и экономические факторы.

Мы особо приглашаем к сотрудничеству авторов, располагающих данными. Данные — это максимально длинные ряды временных вариаций самых разных параметров, желательно с равномерным шагом во времени. Под длинными рядами мы понимаем такие, которые содержат, по крайней мере, не менее 200 точек на временной оси, в исключительных случаях не менее 70—100 (независимо от рассматриваемого интервала времени). Обычные ряды, с которыми мы имеем дело, содержат на временной оси сотни и тысячи точек. Обработка рядов может осуществляться как самими авторами, так и силами составителей Атласа (очень ограничено). Желательны сопоставления материалов, уста-

новление причинно-следственных связей между процессами, а также степень воздействий разных факторов на биосферу и человека и их реакция.

Мы заинтересованы в участии молодых авторов, которые могли бы взять на себя часть обработки и творческой интерпретации материалов. Это помогло бы им при подготовке дипломных работ и диссертаций.

Мы заинтересованы в спонсорской поддержке. Если Вы имеете какие-либо возможности оказать финансовое содействие в проведении исследований и обработки, а также для осуществления издания и увеличения тиража, сообщите, пожалуйста.

От имени авторского коллектива Атласа

А. Г. Гамбурцев, д-р физ.-мат. наук,
Институт физики Земли РАН

Контакты:

Гамбурцев Азарий Григорьевич
Москва, Б. Грузинская, 10,
Институт физики Земли РАН
Тел. (495) 2373206,
моб.: 8-905-707-3782,
e-mail: azgamb@mail.ru

АНОНС!

В следующем номере журнала в разделе "Экологическая безопасность" будет опубликована статья авторов

**Н. Н. Красногорской, К. Ф. Богатых, А. Н. Елизарьева,
Р. Г. Ахтямова, А. К. Сапожниковой**

**"ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ «БОЛЬШИХ ДЫХАНИЙ»
РЕЗЕРВУАРОВ АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ КРУПНОГО ГОРОДА"**

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, Стромынский пер., 4

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

Дизайнер *Т. Н. Погорелова*.

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

Сдано в набор 12.03.09. Подписано в печать 22.04.09. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 6,86. Уч.-изд. л. 8,36. Заказ 309.

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

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

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