



Уральский  
федеральный  
университет

имени первого Президента  
России Б.Н.Ельцина

Уральский  
энергетический  
институт

БЕЗОПАСНОСТЬ  
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
В ТЕХНОСФЕРЕ  
В 2 частях  
Часть 1  
ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О БЖД

Учебное пособие

**Владимир Степанович Цепелев  
Геннадий Васильевич Тягунов  
Иван Николаевич Фетисов**

**Безопасность  
жизнедеятельности в  
техносфере. В 2 частях. Часть  
1. Основные сведения о БЖД**

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=16931359](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=16931359)*

*Основные сведения о БЖД. Учебное пособие: Екатеринбург; 2014  
ISBN 978-5-7996-1116-3*

### **Аннотация**

В пособии рассматриваются вредные и опасные факторы, сопутствующие человеку в повседневной жизни, и их воздействие на человека, правила поведения в сложной экологической обстановке. Рассмотрены основные причины роста травматизма и профессиональной заболеваемости, структура законодательной и нормативно-правовой базы охраны труда, концепция безопасности и стратегия защиты от опасностей в современной техносфере. Издание 2-е выходило под названием «Безопасность жизнедеятельности в техносфере. Ч. 1».

# Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
ВВЕДЕНИЕ	7
1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	12
2. КОМПЛЕКСНЫЙ ХАРАКТЕР БЖД	14
2.1. Аксиома о потенциальной опасной деятельности	14
2.2. Классификация оборудования по степени опасности (критичности)	18
2.3. Стадии изучения опасностей	19
2.4. Построение дерева причин и опасностей	20
2.5. Методы анализа безопасности	24
2.6. Анализ безопасности методом дерева отказов	25
2.7. Принципы обеспечения безопасности	30
2.8. Методы обеспечения безопасности	33
Конец ознакомительного фрагмента.	34

**Тягунов Г. В., Фетисов  
И. Н., Цепелев В. С.  
Безопасность  
жизнедеятельности в  
техносфере. В 2 частях.  
Часть 1. Основные  
сведения о БЖД**

**ПРЕДИСЛОВИЕ**

На окружающий человека мир нельзя смотреть как на безграничную и безопасную кладовую энергии. Время неуёмного потребительства природы человеком уже прошло, а современная его деятельность приводит к изменениям в биосфере (глобальное загрязнение воды, воздуха и почвы, опустынивание планеты, загрязнение Мирового океана, повышение температуры поверхности Земли, разрушение озонового слоя). Поэтому современные концепции природопользования должны базироваться на принципах гармоничной

оптимизации условий взаимодействия человека с природой.

Количество опасностей в техносфере непрерывно растёт, а методы и средства защиты от них создаются и совершенствуются с опозданием. Остроту проблем безопасности практически всегда оценивали последствиями воздействия негативных факторов (число жертв, потеря качества компонентов биосферы, материальный ущерб).

Проводившиеся на такой основе защитные мероприятия оказывались несвоевременными и недостаточно эффективными. Оценка последствий воздействия негативных факторов по конечному результату явилась грубейшим просчетом человечества. Это привело к огромным жертвам и кризису биосферы. Очевидно, решение проблем безопасности жизнедеятельности необходимо вести на научной основе [1].

Наука о безопасности жизнедеятельности исследует мир опасностей, действующих в среде обитания человека, разрабатывает системы и методы защиты человека от опасностей. В современном понимании наука о техносферной безопасности изучает опасности производственной, бытовой и городской среды как в условиях повседневной жизни, так и при возникновении чрезвычайных ситуаций техногенного и природного происхождения.

В современных условиях введения балльно-рейтинговой системы – системы определения уровня успешности студента на основе накопительного принципа оценивания учебной деятельности и ее результатов – сжато поданная информация

в виде учебного пособия, на наш взгляд, будет востребована студенческим сообществом.

# ВВЕДЕНИЕ

Проблемы обеспечения безопасности человека приобрели повышенную остроту: растёт производственный и бытовой травматизм, не снижается и количество аварий, пожаров. На производстве в России ежегодно погибает до 10 тыс. чел., травмируется 350 тыс. чел., а от несчастных случаев, не связанных с производством, погибает и травмируется в 15 раз больше. Значительно меньшие потери на производстве связаны с развитой структурой обучения, контроля и наказания за нарушение нормативных документов по безопасности труда. Ситуация осложняется ростом стихийных бедствий на планете, ухудшением состояния окружающей среды. Ежегодно от экологических заболеваний в мире умирает 1,6 млн. чел.

От сложности технологических процессов, использования в производстве опасных веществ зависят условия труда и безопасность не только непосредственно на рабочем месте, но и в дальних сферах обитания [2]. Так, результаты трудовой деятельности, выполняемой на конкретном рабочем месте (где условия труда могут быть различными), способны оказать неблагоприятное воздействие через производственную продукцию (или при использовании техники) на огромное количество людей, никак не связанных с этим рабочим местом (взрывы на газопроводе Челябинск–Уфа; авария в

Бхопале (Индия), где из-за утечки ядовитого вещества (метилизоцианат) погибло 3150 чел., 20 тыс. стали инвалидами, 200 тыс. получили заболевания). Аварии типа Чернобыльской показали, что бедствия носят зачастую интернациональный характер.

В мире характерна тенденция: вероятность каждого отдельного происшествия уменьшается, а масштабы последствий возрастают, что хорошо иллюстрируется (рис. 1).

Обеспечение безопасности, сохранение биосферы и здоровья человека – сложные комплексные задачи.

Содержание курса:

- теоретические основы безопасного и безвредного взаимодействия человека со средой обитания;
- правовые и организационные основы безопасности жизнедеятельности;
- методы идентификации опасных и вредных факторов технических систем;
- основы проектирования защитной техники и средств повышения безопасности и экологичности технических систем;
- методы прогнозирования и ликвидации ЧС.

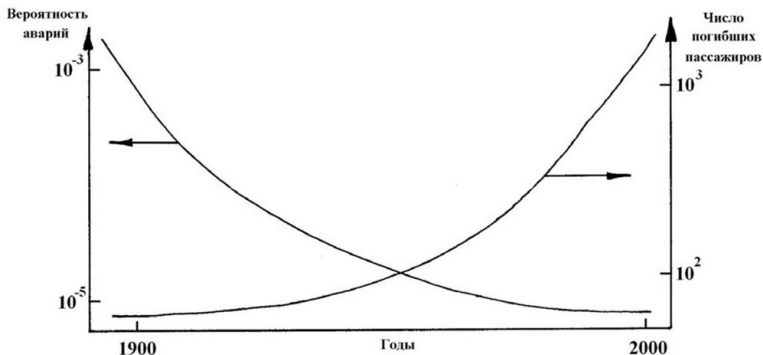


Рис. I. Риск аварий и число погибших пассажиров в ходе развития авиации

Цель курса БЖД – вооружить специалистов знаниями:

- необходимыми для идентификации опасностей;
- разработки методов и средств защиты путём проектирования новой техники и технологических процессов в соответствии с требованиями безопасности, в т. ч. и экологической, на основе сопоставления затрат и выгод;
- прогнозирования и принятия грамотных решений в условиях ЧС по защите населения от возможных последствий аварий, стихийных бедствий, а также в ходе ликвидации этих последствий.

Условия достижения безопасности:

- общественное осознание абсолютного приоритета жизни человека;
- юридическое закрепление прав человека в области без-

опасности;

– наличие механизма экономического регулирования взаимоотношений в области безопасности между человеком и обществом.

Изучение курса БЖД позволяет получить, расширить и углубить знания в области анатомо-физиологических свойств человека и его реакций на воздействие негативных факторов, комплексного представления об источниках, о количестве и значимости травмирующих и вредных факторов среды обитания, принципов и методов качественного и количественного анализа опасностей; сформулировать общую стратегию и принципы обеспечения безопасности; подойти к разработке и применению средств защиты в негативных ситуациях с общих позиций.

Федеральные государственные образовательные стандарты для высшего профессионального образования предъявляют высокие требования к подготовке дипломированных специалистов по направлениям бакалавриата. Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» определяет объем необходимых знаний: человек и среда обитания; характерные состояния системы «человек – среда обитания»; основы физиологии труда и комфортные условия жизнедеятельности в техносфере; критерии комфортности; негативные факторы техносферы, их воздействия на человека, техносферу и природную среду; критерии безопасности; опасности технических систем: отказ, вероятность отказа, качественный и ко-

личественный анализ опасностей; средства снижения травмоопасности и вредного воздействия технических систем; безопасность функционирования автоматизированных и роботизированных производств; безопасность в чрезвычайных ситуациях; управление безопасностью жизнедеятельности, правовые и нормативно-технические основы управления; системы контроля – выполнения требований безопасности и экологичности; профессиональный отбор операторов технических систем; экономические последствия и материальные затраты на обеспечение безопасности жизнедеятельности; международное сотрудничество в области безопасности жизнедеятельности.

# 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

*БЖД* – это область знаний, в которой изучаются опасности и нежелательные последствия их воздействия на человека и объекты среды обитания, закономерности их проявления и способы защиты от них.

К *нежелательным последствиям* относятся: ущерб здоровью человека или его смерти, пожары, аварии и т. д.

Процессы, явления и различное воздействие на организм человека и объекты окружающей среды, вызывающие нежелательные последствия, называются *опасностями*. Опасности хранят все системы, имеющие энергию, химически или биологически активные компоненты, а также вещества и объекты с характеристиками, не соответствующими условиям жизнедеятельности человека.

Различают опасности реальные и потенциальные (скрытые). Чтобы потенциальная опасность реализовалась, нужны соответствующие условия, которые называются причинами.

*Причины* – это совокупность обстоятельств, при которых опасности проявляются и вызывают нежелательные последствия.

Триада «опасность – причины – нежелательные последствия» – это логический процесс развития потенциальной

опасности в реальное последствие, как то: несчастный случай, пожар, чрезвычайная ситуация и т. д. Например: яд (опасность) – ошибка провизора (причина) – отравление (нежелательное последствие) или электроток – короткое замыкание – смерть человека.

Поиск и устранение причин лежит в основе профилактики проявления опасности, а следовательно, и в предотвращении несчастных случаев, пожаров, катастроф и т. д.

## **2. КОМПЛЕКСНЫЙ ХАРАКТЕР БЖД**

### **2.1. Аксиома о потенциальной опасной деятельности**

Человеческая практика дает основания для утверждения о том, что любая деятельность потенциально опасна. Ни в одном виде деятельности невозможно достичь абсолютной безопасности. Следовательно, можно сформулировать следующее заключение: любая деятельность потенциально опасна. Это хорошо иллюстрируется данными японских исследователей.

Среднее число погибших за 10 часов в разных видах деятельности

Деятельность	Погибших, чел.
Сон.....	1
Утренний туалет и завтрак.....	2,5
Езда на автомобиле.....	57
Езда на мотоцикле.....	660
Дневная работа в химической промышленности.....	4
Дневная работа в строительстве.....	67
Обеденный перерыв.....	2,5
Развлечения.....	3

*Идентификация опасностей* – это процесс выявления и установления временных, пространственных и иных характеристик, необходимых и достаточных для разработки профилактических и оперативных мероприятий, направленных на обеспечение жизнедеятельности человека.

В процессе идентификации выполняется паспортизация опасностей и выявляется их номенклатура. *Номенклатура опасностей* – перечень названий, терминов, систематизированных по определенному признаку, например: ядовитые вещества, пестициды и т. д. При выполнении конкретных исследований составляется номенклатура опасностей для отдельных производств, цехов, профессий и т. д. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) имеет номенклатуру опасностей в алфавитном порядке, например: алкоголь, вибрация и т. д. Поскольку опасность – понятие сложное, имеющие много признаков, опасности классифицируются и систематизируются.

Наука о классификации и систематизации сложных явлений, объектов, понятий называется *таксономией*.

Таксономия (классификация) опасностей:

1) опасности бывают реальные и потенциальные;

2) по происхождению:

– естественные (природные) – землетрясения и т. д.;

– технические (движущиеся части машин);

– антропогенные (обрушение зданий, отравление рыбой);

– экологические (загрязнения биосферы);

– смешанные;

– по локализации (месту существования) – в литосфере, гидросфере, космосе, атмосфере;

3) по виду источника:

– физические (различные излучения);

– химические (химические вещества);

– биологические (бактерии, микробы);

– психофизиологические (эпилепсия, лунатизм, усталость, монотонность);

4) по времени проявления последствий:

– мгновенные (действующие сразу, так называемые импульсивные);

– кумулятивные (действующие с запаздыванием);

5) по вызываемым последствиям:

– утомление;

– травмы;

– заболевания;

- стресс;
- летальные исходы;

6) по виду ущерба:

- технический;
- экономический;
- экологический;
- социальный;

7) сферы проявления:

- бытовая;
- производственная;
- дорожно-транспортная;
- спортивная – и т. д.;

8) по структуре (строению):

- простые;
- сложные, порождаемые взаимодействием простых;

9) по характеру воздействия:

- активные (воздействуют сами);
- пассивные, активизирующиеся за счёт энергии челове-

ка (колющие, режущие, неподвижные элементы; неровности, уклоны, по которым перемещается человек).

## **2.2. Классификация оборудования по степени опасности (критичности)**

Имеется 4 класса опасности оборудования:

I – безопасный. Состояние, связанное с ошибками персонала, конструктивными недостатками, которые не приводят к существенным нарушениям, не вызывают повреждение оборудования и несчастных случаев;

II – граничный. Состояние, приводящее к нарушению работы оборудования, которое может быть взято под контроль, без повреждения оборудования и несчастных случаев;

III – критический. Состояние, приводящее к нарушениям в работе оборудования, его повреждению, появлению опасной ситуации, требующей немедленного спасения персонала;

IV – катастрофический. Состояние, приводящее к утере оборудования, гибели людей или массовому травматизму.

При прогнозировании и моделировании условий возникновения опасных ситуаций в первую очередь необходимо проводить анализ опасностей IV класса.

## 2.3. Стадии изучения опасностей

Изучение опасностей осуществляется в 3 стадии.

Стадия 1 – предварительный анализ опасностей, разбита на 3 этапа:

а) выявление источников опасностей (утечка, коррозия и др.);

б) определение конкретных частей системы, которые могут вызвать эти опасности (ёмкости, трубопроводы и др.);

в) введение ограничения на анализ, т. е. исключаются опасности, которые не будут изучаться (диверсии, землетрясения и др.).

Стадия 2 – выявление последовательности опасных ситуаций, построение деревьев причин и опасностей (попадание воды → появление ржавчины, утонение стенки, разрыв ёмкости и др.), (попадание воды → образование ржавчины, попадание ржавчины в предохранительный клапан, перекрытие клапана, разрыв ёмкости и др.).

Стадия 3 – анализ последствий аварии (выброс химических веществ, отравление людей, ударная волна, разлетание осколков и др.).

В последующем, исходя из сопоставления затрат и выгод, разрабатываются и внедряются мероприятия по предотвращению аварий.

## **2.4. Построение дерева причин и опасностей**

Любая опасность может перейти в нежелательное событие из-за какой-то причины или нескольких причин, которые, в свою очередь, являются следствием других причин. Причины и опасности образуют цепные структуры или системы. Графическое изображение таких зависимостей напоминает ветвящееся дерево. Для построения и анализа деревьев используют символы событий (логические символы) и логические операции. Чаще всего употребляются «И» и «ИЛИ» (рис. 2.1), а также другие символы (рис. 2.2).

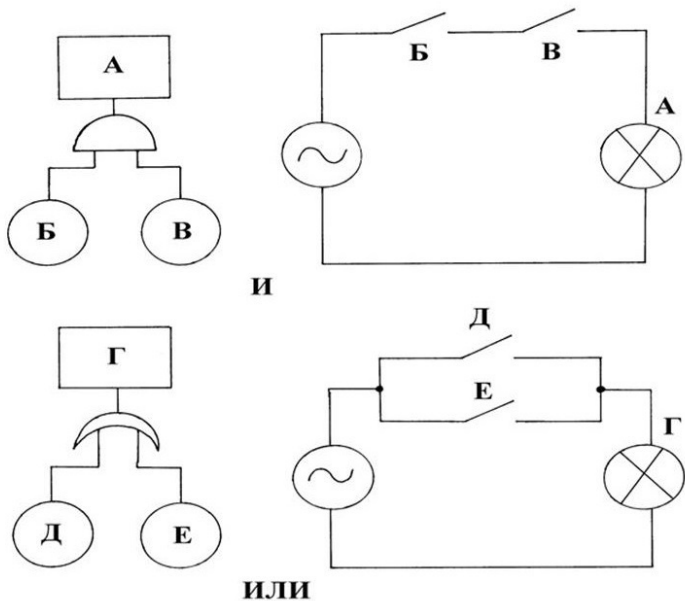


Рис. 2.1. Логические операции для анализа методом дерева отказов

Операция (или вентиль) «И» указывает на то, что, для того чтобы произошло событие А, должны произойти оба события: Б и В. Операция «ИЛИ» указывает, на то, что для того чтобы произошло событие Г, должно произойти одно из событий: Д или Е.

Вероятность событий А или Г рассчитывается по формулам:

$$P(A) = P(B) \cdot P(B),$$

$$(Г) = P(Д) + P(Е) + P(Д) \cdot P(Е),$$

где  $P(A)$  – вероятность события  $A$ .

Построим дерево событий на примере полученной на производстве травмы (рис. 2.3).

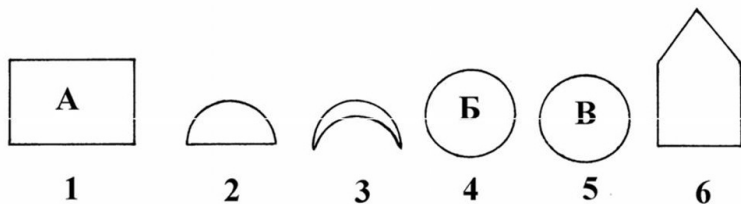


Рис. 2.2. Символы для построения дерева событий:

1 – символ какого-либо события; 2 – символ «И»; 3 – символ «ИЛИ»; 4, 5 – символы, обозначающие исходные события, обеспеченные (достаточными) данными; 6 – домик, событие, которое может случиться или не случиться

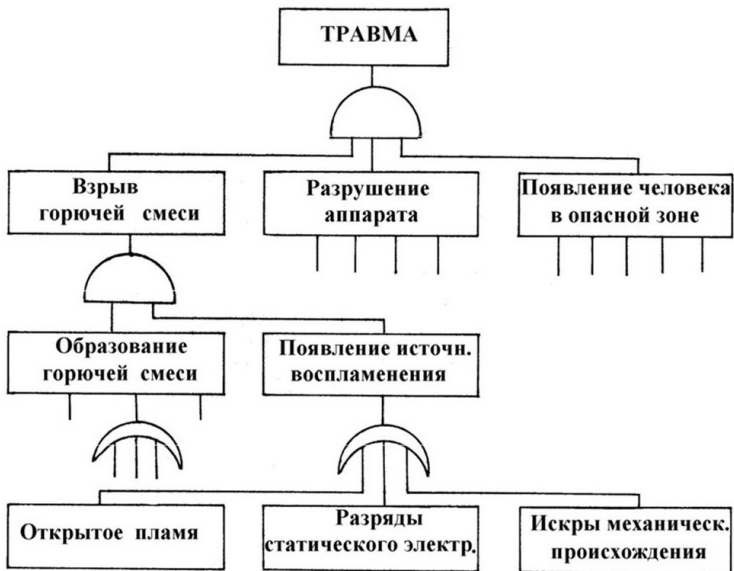


Рис. 2.3. Дерево событий на примере полученной травмы

## 2.5. Методы анализа безопасности

Анализ безопасности осуществляется априорно или апостериорно, т. е. до или после нежелательного события.

При априорном анализе рассматривают такие нежелательные события, которые являются потенциально возможными для данной системы, и пытаются составить набор различных ситуаций, приводящих к их появлению (например, горение газа ( $\text{CH}_4$ ) → сгорит футеровка печи).

Априорный анализ особенно эффективен, когда анализируются системы или оборудование, у которых есть аналоги, т. е. продолжительный опыт эксплуатации аналогичных систем и механизмов.

При анализе сложных систем, новой техники (и тем более при отсутствии опыта их эксплуатации) используют апостериорный анализ – определяют причину после свершившегося нежелательного события (например, авария на подводной лодке «Курск»).

## 2.6. Анализ безопасности методом дерева отказов

Данный вид анализа предполагает сначала установление определенного нежелательного события, так называемого «венчающего» события (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Схема венчающего события

Венчающим событием работы блока питания реактора будет взрыв из-за неправильного соотношения в нём «топливо – окислитель». Для предотвращения реактора от этой опасности используют защитную цепь, в состав которой входят установленные на линиях подачи топлива и окислителя два датчика расхода ДР-2 и ДРЗ-4 и два регистрирующих регулятора расхода РР-1 и РР-3 (рис. 2.5). Венчающее событие – взрыв – происходит, когда во взрывчатой смеси возникает зажигание, а также когда интенсивна подача топлива или

слишком низка подача окислителя.



Рис. 2.5. Структурная схема защитной цепи

Имея дерево отказов для анализа взрыва в химическом реакторе (см. рис. 2.6), можно (при проектировании) заранее предусмотреть мероприятия, которые бы или предотвращали, или своевременно информировали о появлении опасности, например, установку звуковой сигнализации при нарушении работы задвижек и т. п.

Основной проблемой при анализе безопасности является установление параметров или границ системы. Если система будет чрезмерно ограничена, некоторые опасные ситуации могут оставаться без внимания; если рассматриваемая система слишком обширна, то результаты анализа могут оказаться крайне неопределёнными.

До какого уровня следует вести анализ, зависит от кон-

кретных его целей, уровня квалификации, предшествующего опыта работы аналога, и обычно он выполняется с использованием сложных компьютерных программ.

Общий же подход к анализу безопасности состоит в том, чтобы выявить главные события, на которые с учётом класса опасности в данной конкретной ситуации можно влиять посредством предупредительных мер.

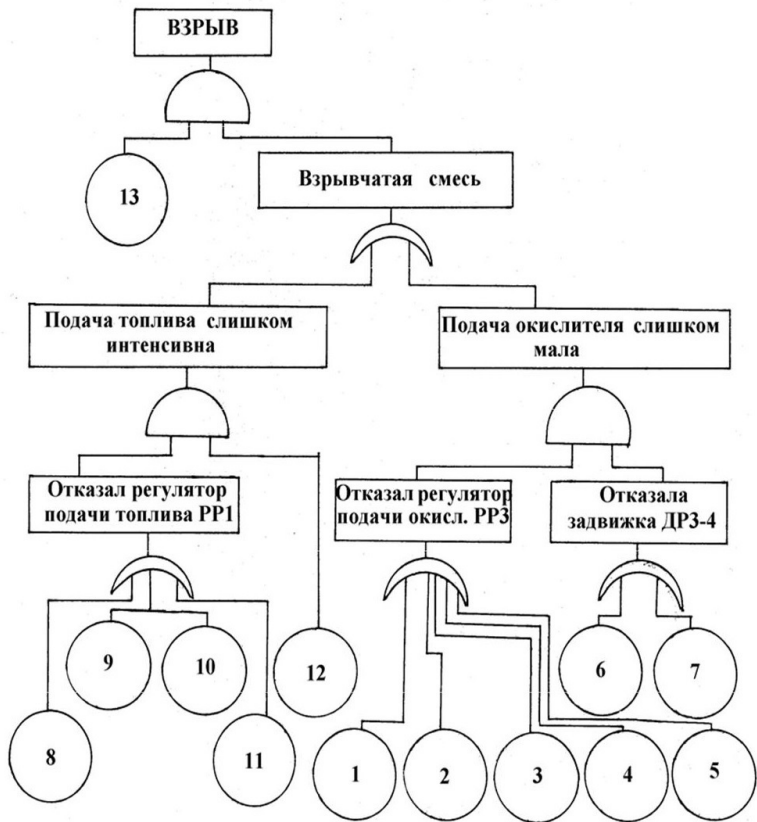


Рис. 2.6. Дерево отказов для анализа взрыва в химическом реакторе:

1 – испортился датчик расхода РР3 и даёт завышенные показания; 2 – испортился преобразователь РР3 и даёт сигнал уменьшить подачу; 3 – испортился регулятор РР3 и даёт сиг-

нал уменьшить подачу; 4 – испортился клапан РРЗ, заедает в закрытом положении; 5 – испортился нагнетатель окислителя; 6 – не работает задвижка, ДРЗ-4; 7 – не полностью открылась задвижка после пуска ДРЗ-4; 8 – испортился датчик расхода РР1 и даёт заниженные показатели; 9 – испортился преобразователь РР1 и даёт заниженные показатели; 10 – испортился регулятор РР1 и даёт сигнал увеличить подачу; 11 – испортился клапан РР1 и заедает в открытом положении; 12 – не работает задвижка ДРЗ-2; 13 – воспламенение

## 2.7. Принципы обеспечения безопасности

О значении принципов французский философ Гельвеций (1715– 1771) писал: «Знание некоторых принципов легко возмещает незнание некоторых фактов»<sup>1</sup>.

*Принцип* – это идея, мысль, основное положение теории, основа устройства, действия.

Имеется 4 основных вида принципов обеспечения безопасности.

### 1. Ориентирующие принципы:

- активность оператора;
- гуманизация деятельности;
- замена оператора;
- ликвидация опасности;
- системность;
- снижение опасности;
- классификация (категорирование) (например, классификация помещений по пожаровзрывоопасности – 5 классов);
- деструкция (разрушение, нарушение нормальной структуры чего-либо).

### 2. Технические принципы:

---

<sup>1</sup> Энциклопедия мудрости. Тверь: РООССА, [б. г.]. С. 814.

- блокировка;
- вакуумирование;
- герметизация;
- увеличение расстояния;
- компрессия (сжатие газа);
- прочность;
- слабое звено;
- флегматизация;
- экранирование.

### 3. Организационные принципы:

- защита временем;
- информацией (передача знаний, обеспечивающих безопасность);
- резервированием;
- несовместимостью;
- нормированием;
- подбор кадров;
- последовательности;
- эргономичность.

### 4. Управленческие принципы:

- контроль;
- адекватность (соответствующий, равный);
- обратная связь;
- ответственность;
- планирование (например, нагрузки на рабочих);
- стимулирование;

- автоматизация;
- управление;
- эффективность.

## 2.8. Методы обеспечения безопасности

*Метод* – это путь, способ достижения цели, исходящий из знаний наиболее общих закономерностей.

Для раскрытия применяемых на практике методов обеспечения безопасности необходимо ввести два новых понятия.

*Гомосфера* – пространство (рабочая зона), где находится человек в процессе рассматриваемой деятельности. *Ноксосфера* – пространство, в котором постоянно существуют или периодически возникают опасности.

Метод А состоит в пространственном и (или) временном разделении гомосферы и ноксосферы. Совмещение гомосферы и ноксосферы недопустимо с позиции безопасности (кран – стропальщик). Реализация метода А осуществляется с помощью автоматизации средств дистанционного управления и т. д.

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.