

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им.
Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»

И.Г. Трунова А.Б. Елькин

ОСНОВЫ НОКСОЛОГИИ

*Рекомендовано Ученым советом
Нижегородского государственного технического университета
им. Р.Е. Алексеева в качестве учебного пособия
для студентов, обучающихся по направлению
280700 «Техносферная безопасность»*

Нижний Новгород 2015

УДК 504
ББК
Т

Рецензент

кандидат технических наук, профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности» Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета *В.А. Моисеев*

Трунова И.Г., Елькин А.Б.

Основы ноксологии: учеб.пособие по курсу «Ноксология» для студентов всех форм обучения / И.Г. Трунова, А.Б. Елькин; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2015. - 138 с.

ISBNxxxxxx

Учебное пособие способствует формированию профессиональных компетенций в сфере экспертной, надзорной, инспекционно-аудиторской и научно-исследовательской деятельности.

Рассмотрены опасности, создаваемые в современном мире избыточными потоками веществ, энергии и информации, вопросы, связанные с оценкой влияния техногенных и производственных опасностей на человека и окружающую среду.

Рис.12. Табл.12. Библиогр.: 18 назв.

УДК 504
ББК

ISBN

© Нижегородский государственный
технический университет
им. Р.Е. Алексеева, 2015
©Трунова И.Г., Елькин А.Б., 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	6
1. Основные понятия и определени	7
2. Принципы ноксологии	10
3. Номенклатура опасностей. Таксономия опасностей	13
4. Принципы, методы и средства обеспчения безопасности деятельности ...	26
4.1. Принципы обеспечения безопасности	26
4.2. Методы обеспечения безопасности	31
4.3. Средства обеспечения безопасности	32
5. Влияние внешних воздействий на результаты трудовой деятельности. сихология труда.....	33
6. Природные опасности	44
6.1 Литосферные опасности	45
6.2 Гидросферные опасности	52
6.3 Атмосферные опасности	54
6.4 Космические опасности.....	62
7. Техносферные опасности	66
7.1 Вредные вещества	66
7.2 Акустические факторы	67
7.3 Неионизирующие электромагнитные поля и излучения	69
7.4 Лазерное излучение	72
7.5 Ионизирующие излучения	73
7.6 Электрический ток	77
7.7 Механическое травмирование	77
7.8 Системы повышенного давления.....	78
7.9 Транспортные аварии	79
8. Социальные опасности	80
8.1 Классификация социальных опасностей.....	80
8.2 Причины социальных опасностей	80
8.3 Виды социальных опаснсотей.....	81
9. Техногенные опасности, аварии и катастрофы	86
10. Количественная оценка и нормирование опасностей	104
10.1 Критерии допустимого вредного воздействия потоков	104
10.2 Критерии допустимой травмоопасности потоков	109
10.3 Концепция приемлемого риска	111
10.4 Идентификация опасностей техногенных источников	112
10.4.1. Идентификация выбросов в атмосферный воздух	113
10.4.2. Идентификация энергетических воздействий	115
10.4.3. Идентификация травмоопасных воздействий.....	117
11 Основные направления достижения техносферной безопасности	120
11.1. Коллективная и индивидуальная защита работающих и населения от опасностей в техносфере	120
11.2 Защита от чрезвычайных техногенных.....	121
опасностей.....	121

12. Оценка ущерба от реализованных опасностей.....	127
12.1. Показатели негативного влияния опасностей.....	127
12.2. Потери от опасностей в быту, на производстве и в селитебных зонах.....	129
12.3. Потери от чрезвычайных опасностей	130
12.4. Смертность населения от внешних причин.....	132
Заключение.....	135
Литература	137

ВВЕДЕНИЕ

Проблема защиты человека от опасностей в различных условиях его обитания возникла одновременно с появлением на Земле наших далеких предков. На заре человечества людям угрожали опасные природные явления, представители биологического мира. С течением времени стали появляться опасности, творцом которых стал сам человек. Опасности причиняют вред здоровью человека, который проявляется в нервных потрясениях, травмах, болезнях, инвалидных и летальных исходах. Только в дорожно-транспортных происшествиях в России ежегодно погибает более 30 тыс. чел. Десятки тысяч людей становятся ежегодно жертвами алкоголя, тысячи человек погибают на производстве [1].

Опасности по своей природе вероятностны (т. е. случайны), потенциальны (т. е. скрыты), перманентны (т. е. постоянны, непрерывны) и тотальны (т. е. всеобщи, всеобъемлющи). Следовательно, нет на Земле человека, которому не угрожают опасности. Но зато есть множество людей, которые об этом не подозревают. Их сознание работает в режиме отчуждения от реальной жизни, так как оно не придает приоритетного значения информации, которая носит вероятностный характер.

Естественной реакцией человека на негативные воздействия является его постоянная забота о защите себя и окружающей его среды от опасностей. Созданная для этого техносфера: промышленность, транспорт, энергетика, коммуникации и т.д., сама более и более становится источником опасности. Статистика свидетельствует, что миллионы людей становятся инвалидами, больными и погибают от опасностей природного, техногенного, антропогенного, экологического и социального характера. Общество несет большие человеческие потери и огромные убытки от стихийных бедствий, аварий и катастроф.

В конце XX столетия возникли учения: «Валеология», «Безопасность жизнедеятельности человека» (БЖД), «Защита окружающей среды» (ЗОС) и «Ноксология». Наука «Ноксология» отражает и систематизирует научно-практические достижения в области человеко- и природозащитной деятельности, основывается на теоретических разработках отечественных и зарубежных ученых.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Ноксология- изучает происхождение и совокупное действие опасностей, описывает опасные зоны и показатели их влияния на материальный мир, оценивает ущерб, наносимый опасностями человеку и природе. В задачи ноксологии входит также изучение принципов минимизации опасностей в источниках и основ защиты от них в пределах опасных зон.

Безопасность жизнедеятельности (БЖД) -наука о комфортном и травмобезопасном взаимодействии человека с техносферой. (Понятие «Безопасность жизнедеятельности» формализовано впервые в России в 1990 г. решением Коллегии Государственного комитета СССР по народному образованию № 8/3 от 27.04.90, которое имело название «О мерах по созданию системы непрерывного образования в области безопасности жизнедеятельности».

Цель БЖД - создание защиты человека в техносфере от внешних негативных воздействий антропогенного, техногенного и естественного происхождения.

Объектом науки о БЖД является человек, коллективы людей.

Предмет исследований в науке о БЖД - это опасности и их совокупности, действующие в системах «человек - источник опасности», а также методы и средства защиты от опасностей.

Защита окружающей среды (ЗОС) -комплекс научных и практических знаний, направленных на сохранение качественного состояния биосферы (природной среды).

Цель ЗОС - защита биосферы от негативного воздействия техносферы.

Объект ЗОС - природная среда, а предмет исследования - это негативные воздействия техносферы на природу, средства и системы защиты биосферы от них.

На современном этапе развития человеко- и природозащитной деятельности все более очевидно, что эти задачи БЖД и ЗОС следует рассматривать совместно как при научном подходе, так и на практическом уровне, создав учение о техносферной безопасности.

Техносферная безопасность -сфера научной и практической деятельности, направленная на создание и поддержание техносферного пространства в качественном состоянии, исключаящим его негативное влияние на человека и природу.

Бесспорно, что создание техносферы высокого качества - путь к одновременному превентивному решению проблем БЖД и ЗОС.

Безопасность- состояние деятельности, при котором с определенной вероятностью исключено проявление опасностей, или отсутствие чрезмерной опасности.

Деятельность- специфическая человеческая форма активного отношения к окружающему миру, содержание которой составляет его целесообразное изменение и преобразование. Всякая деятельность включает в себя цель, средство, результат и сам процесс деятельности. Формы деятельности многообразны. Они охватывают практические, интеллектуальные, духовные процессы, протекающие в быту, общественной, культурной, трудовой, научной, учебной и других сферах жизни.

Условия деятельности- совокупность факторов среды обитания, воздействующих на человека.

Здоровье- естественное состояние организма, характеризующееся его уравновешенностью с окружающей средой и отсутствием каких-либо болезненных изменений.

Идентификация опасности- процесс распознавания образа опасности, установления возможных причин, пространственных и временных координат, вероятности проявления, величины и последствий опасности.

Опасность -свойство человека и компонент окружающей среды, способные причинять ущерб живой и неживой материи. Опасности техносферы возникают при достижении ее внешними потоками вещества, энергии и/или информации значений, превышающих способность к их восприятию любым объектом защиты без нарушения своей функциональной целостности, т. е. без причинения ущерба.

Источник опасности -это компоненты биосферы и техносферы, космическое пространство, социальные и иные системы, излучающие опасность. Для каждого источника опасности характерно наличие уровня, зоны и продолжительности действия. Для описания источника опасности с позиций его негативного влияния на человека и природу используют величину материальных отходов (выбросов, сбросов и отбросов), интенсивность энергетических излучений и его вероятность воздействия (риск).

Безопасность объекта защиты -состояние объекта защиты, при котором внешнее воздействие на него потоков вещества, энергии и информации из окружающей среды не превышает максимально допустимых для объекта значений.

Защита от опасностей - способы и методы снижения уровня и продолжительности действия опасностей на человека и природу. Принципиально защиту объекта от опасностей реализуют снижением негативного влияния источников опасности (сокращением значения риска и размеров опасных зон); выводением объекта из опасной зоны; применением экобиозащитной техники и средств индивидуальной защиты.

Причина- событие, предшествующее и вызывающее другое событие, именуемое следствием.

Риск - количественная оценка опасности. Определяется как частота или вероятность возникновения одного события при наступлении другого события. Обычно это безразмерная величина, лежащая в пределах от 0 до 1. Может определяться и другими удобными способами.

Ущерб здоровью- это заболевание, травмирование, следствием которого может стать летальный исход, инвалидность и т. п.

Система- совокупность элементов, взаимодействие между которыми адекватно цели.

Цель- то, что представляется в сознании и ожидается в результате определенных направленных действий

Принцип- это идея, мысль, основное положение.

Метод- это путь, способ достижения цели, исходящий из знания наиболее общих закономерностей.

Идентификация - процесс обнаружения и установления количественных, временных, пространственных и иных характеристик, необходимых и достаточных для разработки профилактических и оперативных мероприятий, направленных на обеспечение жизнедеятельности. В процессе идентификации выявляются: номенклатура опасностей, вероятность их проявления, пространственная локализация (координаты), возможный ущерб и другие параметры, необходимые для решения конкретной задачи. Главное в идентификации заключается в установлении возможных причин проявления опасности. Полностью идентифицировать опасность очень трудно.

2. ПРИНЦИПЫ НОКСОЛОГИИ

По современным представлениям научные знания в ноксологии опираются на следующие основные принципы [1].

I принцип - *принцип существования внешних негативных воздействий на человека и природу* гласит: человек и природа могут подвергнуться негативным внешним воздействиям.

На человека и природу постоянно воздействуют внешние по отношению к ним системы. Вполне вероятно, что некоторые из них будут способны причинять ущерб здоровью человека или угрожать природе.

II принцип - *принцип антропоцентризма* гласит: человек есть высшая ценность, сохранение и продление жизни которого является целью его существования.

Реализация этого принципа делает приоритетной деятельность, направленную на сохранение здоровья и жизни человека при воздействии на него внешних систем. К ней относятся такие направления исследований как идентификация опасностей и зон их действия, разработка и применение человекозащитных средств, контроль их состояния и т. п.

III принцип - *принцип природоцентризма* гласит: природа - лучшая форма среды обитания биоты, ее сохранение - необходимое условие существования жизни на земле.

Реализация этого принципа означает, что защита природы является второй по важности задачей учения ноксологии. При этом изучается негативное воздействие промышленных и бытовых отходов, техногенных аварий, селитебных и промышленных зон на региональные природные территории и акватории; анализируется воздействие опасных техногенных объектов на природу в межрегиональных, межконтинентальных и глобальных масштабах.

Деятельность по реализации второго и третьего принципов связана с идентификацией опасностей и зон их действия, возникающих при применении техники и технологий; с разработкой и применением экобиозащитных средств; с контролем качества их эксплуатации; с мониторингом опасностей в зоне пребывания людей и в природных зонах, испытывающих негативное влияние техносферы.

В то же время такие направления исследования и практические разработки, как достижение высокой надежности технических систем и технологий, создание высокопрочных строительных конструкций и т. п. в ноксологии имеют прикладное значение, поскольку они различаются авторами проектов технических объектов для достижения таких показателей, как допустимые отходы и допустимый техногенный риск.

IV принцип - *принцип возможности создания качественной техносферы* гласит: создание человеком качественной техносферы принципиально возможно и достижимо при соблюдении в ней предельно допустимых уровней воздействия на человека и природу.

V принцип - *принцип выбора путей реализации безопасного техносферного пространства* гласит: безопасное техносферное пространство создается за счет снижения значимости опасностей и применения защитных мер.

При защите от естественных опасностей воздействие на их источники невозможно, а защита от антропогенных опасностей достигается только за счет совершенствования источника опасностей (человека, его знаний об опасностях).

VI принцип - *принцип отрицания абсолютной безопасности* гласит: абсолютная безопасность человека и целостность природы - недостижимы.

Этот принцип справедлив, поскольку, во-первых, на Земле всегда существуют естественные опасности и процессы потребления ресурсов и захоронения отходов, во-вторых, неизбежны антропогенные опасности; в-третьих, практически неустранимы полностью и техногенные опасности. Отметим, что во второй половине XX столетия в СССР были предприняты попытки нарушить этот принцип. Среди значительной части ученых и практиков в области безопасности труда и промышленной безопасности тогда возобладал лозунг: «От техники безопасности к безопасной технике», суть которого сводила решение всех проблем безопасности труда к созданию абсолютно надежных техники и технологий. Неправомерность такого подхода очевидна, поскольку:

- абсолютно безопасной техники не существует; любая техническая система обладает определенной надежностью и ее безопасность оценивается показателями техногенного риска;
- техногенный риск полностью устранить нельзя, его можно лишь минимизировать;
- на любой технический объект всегда оказывается внешнее воздействие, способное в отдельных случаях нарушить его работу;
- в работе большинства технических систем принимает участие оператор, обладающий способностью принимать иногда ошибочные решения.

Что касается антропогенных опасностей, то их также можно лишь минимизировать. По мнению С. К. Шойгу: «...более 50 % техногенных аварий происходит по причине так называемого человеческого фактора. В авиации - вообще 80 % и лишь 20 % - это отказ техники, некачественное топливо и метеоусловия» [2].

VII принцип гласит: *рост знаний человека, совершенствование техники и технологии, применение защиты, ослабление социальной напря-*

женности в будущем неизбежно приведут к повышению защищенности человека и природы от опасностей. Этот принцип во многом соответствует принципу Ле-Шателье: «Эволюция любой системы идет в направлении снижения потенциальной опасности».

Этот принцип указывает на позитивный вектор движения общества к решению проблем удовлетворения потребностей человека в безопасности. Путь движения многовариантен и основан, прежде всего, на росте культуры общества в вопросах безопасности жизнедеятельности человека и защиты окружающей среды.

Создание и опыт развития техносферы в XX столетии во многом свидетельствуют о том, что формирование качественной техносферы невозможно без знания и учета законов возникновения, воздействия и смягчения (или полного устранения) опасностей, действующих в ней. Очевидно, что создание качественной техносферы возможно лишь в том случае, если человек на всех этапах деятельности будет постоянно нацелен на разработку и совершенствование техники, технологий и жизненного пространства, не приносящих ущерба природе и здоровью человека. Важным этапом современности является формирование научных основ учения о человеко- и природозащитной деятельности - учений о безопасности жизнедеятельности и защите окружающей природной среды.

3. НОМЕНКЛАТУРА ОПАСНОСТЕЙ. ТАКСОНОМИЯ ОПАСНОСТЕЙ.

Количество признаков, характеризующих опасность, может быть увеличено или уменьшено в зависимости от целей анализа. Опасность хранят все системы, имеющие энергию, химически или биологически активные компоненты, а также характеристики, несоответствующие условиям жизнедеятельности человека.

Опасности носят потенциальный характер. Актуализация опасностей происходит при определенных условиях, именуемых причинами. Признаками, определяющими опасность, являются: угроза для жизни; возможность нанесения ущерба здоровью; нарушение условий нормального функционирования органов и систем человека. Опасность - понятие относительное.

Номенклатура - система названий, терминов, употребляемых в какой-либо отрасли науки, техники. Целесообразно выделить несколько уровней номенклатуры: общую, локальную, отраслевую, местную (для отдельных объектов) и др.. В общую номенклатуру в алфавитном порядке включаются все виды опасностей: алкоголь, аномальная температура воздуха, аномальная влажность воздуха, вакуум, взрыв, взрывчатые вещества, вибрация, вода, вращающиеся части машины, отравление, ошибочные действия людей, охлажденные поверхности, электромагнитное поле, эмоциональный стресс, эмоциональная перегрузка, ядовитые вещества и др.

При выполнении конкретных исследований составляется номенклатура опасностей для отдельных объектов (производств, цехов, рабочих мест, процессов, профессий и т. п.). Полезность номенклатур состоит в том, что они содержат полный перечень потенциальных опасностей и облегчают процесс идентификации. Процедура составления номенклатуры имеет профилактическую направленность.

Опасность - центральное понятие в ноксологии - интуитивно понимается всеми, но для достижения состояния безопасности объекта защиты необходимо владеть комплексом логических представлений о ней:

- прежде всего, следует понять, что опасности возникли одновременно с возникновением материи и будут существовать вечно;
- опасности представляют собой недопустимые для восприятия материальным объектом потоки вещества, энергии и информации.

В принципе обмен потоками в материальном мире - это естественный процесс существования материи. В соответствии с законом сохранения жизни Ю. Н. Куражского: *«Жизнь может существовать только в процессе движения через живое тело потоков вещества, энергии и информации»*. Наличие таких потоков характерно и обязательно для существ-

воования материи. Основные потоки современного мира рассмотрены ниже (таблица 1).

Таблица 1 Основные потоки современного мира [1]

Наименования потоков	Примеры потоков
Потоки в естественной среде	- солнечное излучение, излучение звезд и планет; - космические лучи, пыль, астероиды; - электрическое и магнитное поля Земли; - круговороты веществ в биосфере, в экосистемах, в биогеоценозах; - потоки, связанные с атмосферными, гидросферными и литосферными явлениями, в том числе и со стихийными;
Потоки в техносфере	- потоки сырья, энергии; - потоки продукции отраслей экономики; - отходы экономики; - информационные потоки; - транспортные потоки; - световые потоки (искусственное освещение); - потоки при техногенных авариях;
Потоки в социальной среде	- информационные потоки (обучение, государственное управление, международное сотрудничество и т. п.); - людские потоки (демографический взрыв, урбанизация населения); - потоки наркотических средств, алкоголя и др.
Потоки, потребляемые и выделяемые человеком в процессе жизнедеятельности	- потоки кислорода, воды, пищи и иных веществ (алкоголь, табак, наркотики и т. п.); - потоки энергии (механической, тепловой, солнечной); - потоки информации; - потоки отходов процесса жизнедеятельности;

При оценке влияния потоков необходимо знать следующее:

- в ряде случаев потоки, столь необходимые для существования жизни, могут превысить допустимые для воспринимающего их элемента материи уровни и тем самым вызвать в нем необратимые процессы (разрушение, гибель и т. п.); такие ситуации опасны для материи, поэтому, если потоки не приносят ущерба воспринимающей их материи, то идет естественный процесс, и такие потоки принято называть *допустимыми*, если потоки наносят ущерб, то их называют *недопустимыми* или *опасными*.

- максимальные значения потоков, при которых ущерб еще не возникает, называют *предельно допустимыми*, общепринято широкое использование таких понятий как: ПДК - предельно допустимая концентра-

ция веществ; ПДУ - предельно допустимые уровни энергетического воздействия; ПДВ - предельно допустимые выбросы в атмосферу и т. д;

- возникновение опасной ситуации при наличии потоков от источника опасности определяется не только величиной потока, но и свойствами объекта защиты, его способностью воспринимать и переносить воздействующие потоки;

- опасности реализуются лишь при взаимодействии источника опасности, генерирующего поток воздействия, и элемента материи (объекта защиты), воспринимающего этот поток. Опасности проявляют себя только во взаимодействии систем «источник опасности - объект защиты». Отсутствие одной из названных систем теоретически вообще исключает вопрос о защите от опасностей.

Таким образом, для возникновения и реализации опасности необходимо соблюдение следующих условий:

- наличие совокупности систем «источник воздействия - объект защиты» и их совпадение по месту и по времени пребывания в жизненном пространстве;

- наличие источника опасности, способного создавать значимые потоки вещества, энергии или информации;

- наличие у защищаемого объекта ограничений по величине воздействия потоков.

Изменяя потоки в среде обитания, можно получить ряд характерных видов их воздействия на человека, а именно:

- комфортное (оптимальное), когда потоки соответствуют оптимальным условиям воздействия: создают оптимальные условия деятельности и отдыха; предпосылки для проявления наивысшей работоспособности и, как следствие, максимальной продуктивности деятельности; гарантируют сохранение здоровья человека и целостности компонент среды обитания;

- допустимое, когда потоки, воздействуя на человека и среду обитания, не оказывают негативного влияния на здоровье, но приводят к дискомфорту, снижая эффективность деятельности человека; соблюдение условий допустимого воздействия гарантирует невозможность возникновения и развития необратимых негативных процессов у человека и в среде обитания;

- опасное, когда потоки превышают допустимые уровни и оказывают негативное воздействие на здоровье человека, вызывая при длительном воздействии заболевания, и/или приводят к деградации среды обитания;

- чрезвычайно опасное, когда потоки высоких уровней за короткий период времени могут нанести травму, привести человека к летальному исходу, вызвать разрушения в среде обитания; гибель организма происхо-

дит при значениях фактора воздействия, лежащих вне зоны толерантности, ее можно рассматривать как процесс распада организма на простые системы.

Применительно к любому живому телу аксиому о воздействии среды обитания на тело человека следует формулировать в виде: *«воздействие среды обитания на живое тело может быть позитивным или негативным, характер воздействия определяют параметры потоков и способность живого тела воспринимать эти потоки».*

Из четырех характерных видов воздействия среды обитания на человека первые два (комфортное и допустимое) соответствуют позитивным условиям повседневной жизнедеятельности, а два других (опасное и чрезвычайно опасное) являются недопустимыми для процессов жизнедеятельности человека.

При анализе процесса воздействия опасностей следует учитывать аксиому об одновременном воздействии опасностей и аксиому о совокупном воздействии опасностей на объект защиты.

Аксиома об одновременном воздействии опасностей утверждает: *потоки вещества, энергии и информации, генерируемые их источниками, не обладают избирательностью по отношению к объектам защиты и одновременно воздействуют на человека, природную среду и техносферу, находящиеся в зоне их влияния.*

Из этой аксиомы следует, например, что вибрация любого здания одновременно воздействует на людей, строительные материалы и конструкции, на коммуникации и устройства, находящиеся в нем. Результат воздействия вибрации одной интенсивности на все находящиеся в здании объекты может быть различным (опасным или неопасным) и полностью определяется способностью объекта защиты (человек, коммуникация и т. п.) к восприятию возникшей в этом здании вибрации.

При оценке воздействия опасностей на объект защиты необходимо также учитывать, что любой объект воспринимает одновременно все потоки вещества, энергии и информации, поступающие в зону его пребывания в соответствии с аксиомой о совокупном воздействии опасностей: *«На любой объект защиты одновременно воздействуют все потоки, поступающие извне в зону его пребывания».*

Для современного состояния совокупности системы «человек - техносфера» характерны два вида негативных ситуаций, связанных с воздействием опасностей на человека.

I ситуация - длительное воздействие постоянных или переменных опасностей ограниченной интенсивности в локальных, региональных и глобальных зонах. Сюда относятся ситуации, связанные с длительным действием опасностей на производстве, в быту и в городе, а также дейст-

вия глобальных опасностей (потепление климата, разрушение озонового слоя, кислотные дожди, повышение радиоактивного фона атмосферы).

II ситуация - кратковременные воздействия импульсных опасностей высокой интенсивности в локальных, максимум в региональных зонах. Сюда относятся ситуации, связанные с техногенными авариями, катастрофами и стихийными бедствиями.

Современный мир опасностей (ноксосфера) обширен и весьма значителен. Как правило, в производственных, городских или бытовых условиях на человека воздействуют одновременно несколько негативных факторов. Такой комплекс факторов, одновременно действующих на конкретный объект защиты, зависит от текущего состояния совокупности источников опасности около объекта. Совокупность источников образует около защищаемого объекта так называемое поле опасностей.

Поле опасностей, действующих на объект защиты, можно представить в виде совокупности факторов первого, второго, третьего и иных кругов, расположенных вокруг защищаемого объекта. Считается, что основное влияние на объект защиты (человека) оказывают факторы первого круга. Факторы второго круга влияют в основном на другие объекты защиты (здания и сооружения, промышленные территории и т. п.). Опасности третьего круга оказывают всеобщее влияние на население регионов и крупных городов, континентов и все население Земли. Опасности второго и третьего круга опосредованно могут воздействовать на каждого человека, усиливая влияние первого круга опасностей [1]. Характерное построение причинно-следственного поля опасностей, действующих на человека в современной техносфере, показано на рис. 1.

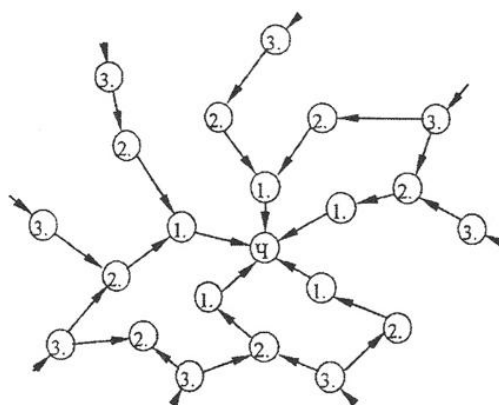


Рисунок 1. Схематическое изображение причинно-следственного поля опасностей, в котором находится организм человека (Ч)

В опасности первого круга, действующих на человека, входят:

— опасности, связанные с климатическими и погодными изменениями в атмосфере и гидросфере;

- опасности, возникающие из-за отсутствия нормативных условий деятельности по освещенности, по содержанию вредных примесей, по электромагнитному и радиационному излучениям и т. п.;
- опасности, возникающие в селитебных зонах и на объектах экономики при реализации технологических процессов и эксплуатации технических средств как за счет несовершенства техники, так и за счет ее нерегламентированного использования операторами технических систем и населением в быту;
- чрезвычайными опасностями, возникающими при стихийных явлениях и техногенных авариях, в селитебных зонах и на объектах экономики;
- опасности, возникающие из-за недостаточной подготовки работающих и населения по безопасности жизнедеятельности [1].

Пренебрежение требованиями безопасности в первом круге опасностей сопровождается, как правило, травмами, отравлениями или заболеваниями человека или небольших групп людей

Основные причины возникновения опасностей второго круга(2), характерных для урбанизированных территорий, обусловлены наличием и нерациональным обращением отходов производства и быта; чрезвычайными опасностями, возникающими при стихийных явлениях и техногенных авариях, в селитебных зонах и на объектах экономики; недостаточным вниманием руководителей производства к вопросам безопасности проведения работ и т. п. Это создает условия для неправильной организации рабочих мест, нарушения условий труда, для загрязнения воды, продуктов питания и т. п. Пренебрежение требованиями безопасности во втором круге опасностей, как правило, отдалает по времени негативные последствия, но увеличивает масштабы их воздействия на людей (массовые отравления при загрязнении биоресурсов отходами, гибель людей в шахтах, при обрушении строительных конструкций и т. п.).

Опасности третьего круга (3) - опасности межрегионального и глобального влияния - не всегда выражены достаточно четко. Однако перечень некоторых из них может быть сформулирован. К ним прежде всего следует отнести отсутствие необходимых знаний и навыков у разработчиков при проектировании технологических процессов, технических систем, зданий и сооружений; отсутствие эффективной государственной системы руководства вопросами безопасности в масштабах отрасли экономики или всей страны; недостаточное развитие системы подготовки научных и руководящих кадров в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды.

Действие источников опасностей третьего круга обычно широко-масштабно. Так, например, применение этилированного бензина в двигателях внутреннего сгорания, санкционированное государством, губитель-

но для населения крупных городов; принятие решения о переработке в России радиоактивных отходов, ввозимых из-за рубежа, таит опасность радиоактивного воздействия на население многих регионов нашей страны и т. д.

Таксономия - наука о классификации и систематизации сложных явлений, понятий, объектов. Поскольку опасность является понятием сложным, иерархическим, имеющим много признаков, таксономирование их выполняет важную роль в организации научного знания в области безопасности деятельности, позволяет глубже познать природу опасности. Термин «таксономия» предложил швейцарский ботаник О. Декандоль в 1813 г.

Совершенная, достаточно полная таксономия опасностей пока не разработана. Приведем лишь некоторые примеры.

Качественную классификацию опасностей целесообразно вести по двухуровневой схеме, сведя в первую группу (I уровень) классификации свойства опасностей, а именно:

- происхождение опасности;
- физическая природа потока, образующего опасность;
- интенсивность (уровень) потока;
- длительность воздействия опасности на объект защиты;
- вид зоны воздействия опасностей;
- размеры зон воздействия опасности;
- степень завершенности процесса воздействия опасности на объект защиты.

Во вторую группу (II уровень) классификации опасностей целесообразно свести признаки, связанные со свойствами объекта защиты, а именно:

- способность объекта защиты различать опасности;
- вид влияния негативного воздействия опасности на объект защиты;
- численность лиц, подверженных воздействию опасности.

Рассмотрим *первую группу (I уровень)* классификации опасностей.

По происхождению опасности среды обитания следовало бы разделить на естественные и антропогенные, полагая при этом, что естественные опасности обусловлены климатическими и иными природными явлениями и что возникают они при изменении погодных условий и естественной освещенности в биосфере, а также при стихийных явлениях, происходящих в биосфере (наводнения, землетрясения и т. д.). Все остальные опасности следовало бы назвать антропогенными, поскольку человек, решая задачи повышения своего комфортного и материального обеспечения, непрерывно воздействует на среду обитания продуктами своей деятельно-

сти (техническими средствами, выбросами различных производств и т. п.), генерируя в среде обитания иные многочисленные опасности.

Таким образом, общепринято по происхождению все опасности делить на естественные, антропогенные и техногенные. При этом принято, что естественные опасности создаются природой, а техногенные и антропогенные опасности - рукотворны. Более внимательное изучение происхождения опасностей позволяет выделить еще две группы опасностей: *естественно-техногенные и антропогенно-техногенные*.

К естественно-техногенным следует отнести те опасности, которые инициируются естественными процессами (землетрясения, ветры, дожди и т. п.), приводят к разрушению технических объектов (зданий, плотин, дорог и т. п.) и сопровождаются потерей здоровья и жизни людей или разрушениям элементов окружающей среды.

К антропогенно-техногенным относят такие опасности, которые инициируются вследствие ошибок человека (обычно оператора технической системы) и проявляются через несанкционированное действие или разрушение техники или сооружений (аварии на транспорте по вине водителей, пожары и взрывы из-за неправильного обращения с огнем, с электрооборудованием и т. п.).

Таким образом, по происхождению все опасности следует делить на пять групп: 1) естественные; 2) естественно - техногенные; 3) антропогенные; 4) антропогенно-техногенные; 5) техногенные.

Ситуации, в которых опасности реализуются, принято разделять на происшествия и чрезвычайные происшествия, а последнее на аварии, катастрофы и стихийные бедствия.

Происшествие- событие, состоящее из негативного воздействия с причинением ущерба людским, природным и/или материальным ресурсам.

Чрезвычайное происшествие (ЧП)- событие, происходящее обычно кратковременно и обладающее высоким уровнем негативного воздействия на людей, природные и материальные ресурсы.

Авария- чрезвычайное происшествие в технической системе, не сопровождающееся гибелью людей, при котором восстановление технических средств невозможно или экономически нецелесообразно.

Катастрофа - чрезвычайное происшествие в технической системе, сопровождающееся гибелью людей.

Стихийное бедствие- чрезвычайное происшествие, связанное со стихийными явлениями на Земле и приведшее к разрушению биосферы, техносферы, к гибели или потере здоровья людей.

Виды происшествий, в том числе:

1. Транспортные происшествия:

- на железнодорожном (рельсовом) транспорте;

- на водном транспорте;
- на воздушном транспорте;
- на наземном транспорте;
- в пути на работу (с работы) на транспортном средстве работодателя (или сторонней организации на основании договора с работодателем);
- во время служебных поездок (в т.ч. в пути следования в служебную командировку на общественном транспорте);
- во время служебных поездок на личном транспорте;
- во время пешеходного передвижения к месту работы.

2. Падение человека:

- падение на скользкой поверхности, в т.ч. покрытой снегом, или льдом, пролитым маслом, краской, СОЖ и т.п.;
- падение на поверхности одного уровня в результате проскальзывания, ложного шага, или спотыкания от неровностей, трещин, выбоин и т.п.;
- падение при разности уровней высоты (с деревьев, мебели, со ступеней, приставных лестниц, строительных лесов, зданий, оборудования, транспортных средств и т.д.).

3. Падение предметов, материалов на человека, обрушение, обвалы земли, стен, строений на человека, в том числе:

- обрушение и осыпь земляных масс, скал, камней, снега и др.;
- обвалы зданий, стен, строительных конструкций, лесов, лестниц, штабелей материалов и товаров и др.;
- ударное воздействие падающими предметами и деталями (включая их осколки и частицы) при работе (обращении) с ними;
- удары случайными падающими предметами.

4. Воздействие движущихся, вращающихся деталей, машин, разлетающихся предметов и т.д., в том числе:

- контактные удары (ушибы) при столкновении с движущимися предметами, деталями и машинами (за исключением случаев падения предметов и деталей), в т.ч. в результате взрыва;
- контактные удары (ушибы) при столкновении с неподвижными предметами, деталями и машинами, в т.ч. в результате взрыва;
- защемление между неподвижными и движущимися предметами, деталями и машинами (или между ними);
- защемление между движущимися предметами, деталями и машинами (за исключением летящих или падающих предметов, деталей и машин);
- прочие контакты (столкновения) с предметами, деталями и машинами (за исключением ударов (ушибов) от падающих предметов).

5. Попадание в тело человека инородного тела, в том числе:

- через естественные отверстия в организме;

- через кожу (край или обломок другого предмета, заноза и т.п.);
- вдыхание и заглатывание пищи, либо инородного тела (предмета), приводящие к закупорке дыхательных путей.

6. Физические перегрузки и перенапряжения, в том числе:

- чрезмерные физические усилия при подъеме предметов и деталей;
- чрезмерные физические усилия при толкании или демонтаже предметов и деталей;
- чрезмерные физические усилия при переноске или бросании предметов.

7. Воздействие электрического тока, в том числе:

- природного электричества (молнии, статического электричества).

8. Воздействие ионизирующих и неионизирующих излучений.

9. Воздействие экстремальных температур и других природных факторов, в том числе:

- воздействие повышенной температуры воздуха окружающей или рабочей среды;
- воздействие пониженной температуры воздуха окружающей или рабочей среды;
- соприкосновение с горячими и раскаленными частями оборудования, предметами или материалами, включая воздействие пара и горячей воды;
- соприкосновение с чрезмерными холодными частями оборудования, предметами и материалами;
- воздействие высокого или низкого атмосферного давления.

10. Воздействие дыма, огня, пламени, в том числе:

- воздействие неконтролируемого огня (пожара) в здании или сооружении;
- воздействие неконтролируемого огня (пожара) вне здания или сооружения, в т.ч. пламени от костра;
- воздействие контролируемого огня в здании или сооружении (огня в камине и т.д.);
- повреждения при возгорании легковоспламеняющихся веществ и одежды.

11. Воздействие вредных веществ, в том числе:

- воздействие вредных веществ путем вдыхания, попадания внутрь или абсорбции в результате неуправленного их применения, или обращения с ними;
- воздействие вредных веществ (в т.ч. алкоголя, наркотических, токсических или иных психотропных средств) в результате передозировки или злоупотребления при их использовании.

12. Повреждения в результате нервно-психологических нагрузок и временных лишений (длительное отсутствие пищи, воды и т.д.).

13. Повреждения в результате контакта с растениями, животными, насекомыми и пресмыкающимися, в том числе:

- укусы, удары и другие повреждения, нанесенные животными и пресмыкающимися;
- укусы и ужаления ядовитых насекомых, пресмыкающимися и животными;
- повреждения в результате контакта с колючками и шипами колючих и ядовитых растений.

14. Утопление и погружение в воду, в том числе:

- во время нахождения в естественном или искусственном водоеме;
- в результате падения в естественный или искусственный водоем.

15. Повреждения в результате противоправных действий других лиц.

16. Повреждения в результате преднамеренных действий по причинению вреда собственному здоровью (самоповреждение, самоубийство).

17. Повреждения при чрезвычайных ситуациях природного, техногенного, криминогенного и иного характера, в том числе:

- в результате землетрясений, извержений вулканов, снежных обвалов, оползней и подвижек грунта, шторма, наводнений и др.;
- в результате аварий, взрывов и катастроф техногенного характера;
- в результате взрывов и разрушений криминогенного характера;
- повреждения при ликвидации последствий стихийных бедствий, катастроф и других чрезвычайных ситуаций природного, техногенного, криминогенного и иного характера.

18. Воздействие других неклассифицированных травмирующих факторов.

По характеру воздействия на человека *опасности* можно разделить на 5 групп: механические, физические, химические, биологические, психофизиологические (рис. 2).

По времени проявления отрицательных последствий опасности делятся на импульсивные и кумулятивные.

По локализации опасности бывают: связанные с литосферой, гидросферой, атмосферой, космосом.

По вызываемым последствиям: утомление, заболевания, травмы, аварии, пожары, летальные исходы и т. д.

По приносимому ущербу: социальный, технический, экологический, экономический.

Сферы проявления опасностей: бытовая, спортивная, дорожно-транспортная, производственная, военная и др.

По структуре (строению): простые и производные, порождаемые взаимодействием простых.

По реализуемой энергии опасности делятся на активные и пассивные. К пассивным относятся опасности, активизирующиеся за счет энергии, носителем которой является сам человек. Это - острые (колющие и режущие) неподвижные элементы; неровности поверхности, по которой перемещается человек; уклоны, подъемы; незначительное трение между соприкасающимися поверхностями и др. Различают априорные признаки (предвестники) опасности и апостериорные признаки (следы) опасностей.

По численности лиц, подверженных воздействию опасности, принято делить на *индивидуальные, групповые и массовые*.

По происхождению различают 6 групп опасностей: природные, техногенные, антропогенные, экологические, социальные, биологические (рис. 2).

Во вторую группу (II уровень) классификации опасностей сведены признаки, связанные со свойствами объекта защиты.

Объект защиты, как правило, обладает избирательной способностью к идентификации опасностей органами чувств. Ряд опасных воздействий (вибрация, шум, нагрев, охлаждение и т. д.) человек идентифицирует с помощью органов чувств. Другие опасные воздействия, такие как инфразвук, ультразвук, электромагнитные поля и излучения, радиация не идентифицируются человеком. Все опасности по способности объекта защиты выявлять их органами чувств можно классифицировать на *различаемые* и *инеразличаемые*.

По виду негативного воздействия опасностей на объект защиты их принято разделять на *вредные (угнетающие)*, и *травмоопасные (разрушающие) факторы*.

Вредный фактор — негативное воздействие на человека, которое приводит к ухудшению самочувствия или заболеванию.

Травмоопасный фактор — негативное воздействие на человека, которое приводит к травме или летальному исходу.

Термины «угнетающие» и «разрушающие» применяют для оценки воздействия опасностей на природу. Для техносферы используют термин «разрушающие».

Условия в которых реализуются потенциальные *опасности, называются* причинами. Причины характеризуют совокупность обстоятельств, благодаря которым опасности проявляются и называются те или иные нежелательные последствия, ущерб. Формулы ущерба, или желательные последствия, разнообразны: травмы различной тяжести, заболевания, определяемые современными методами, урон окружающей среде и др.

Опасность, причины, следствия являются основными характеристиками таких событий, как несчастный случай, чрезвычайная ситуация, пожар и т. д. Триада «опасность - причины - нежелательные следствия» - это логический процесс развития, реализующий потенциальную опасность в

реальный ущерб (последствие). Как правило, этот процесс является многопричинным. Одна и та же опасность может реализоваться в нежелательное событие через разные причины.

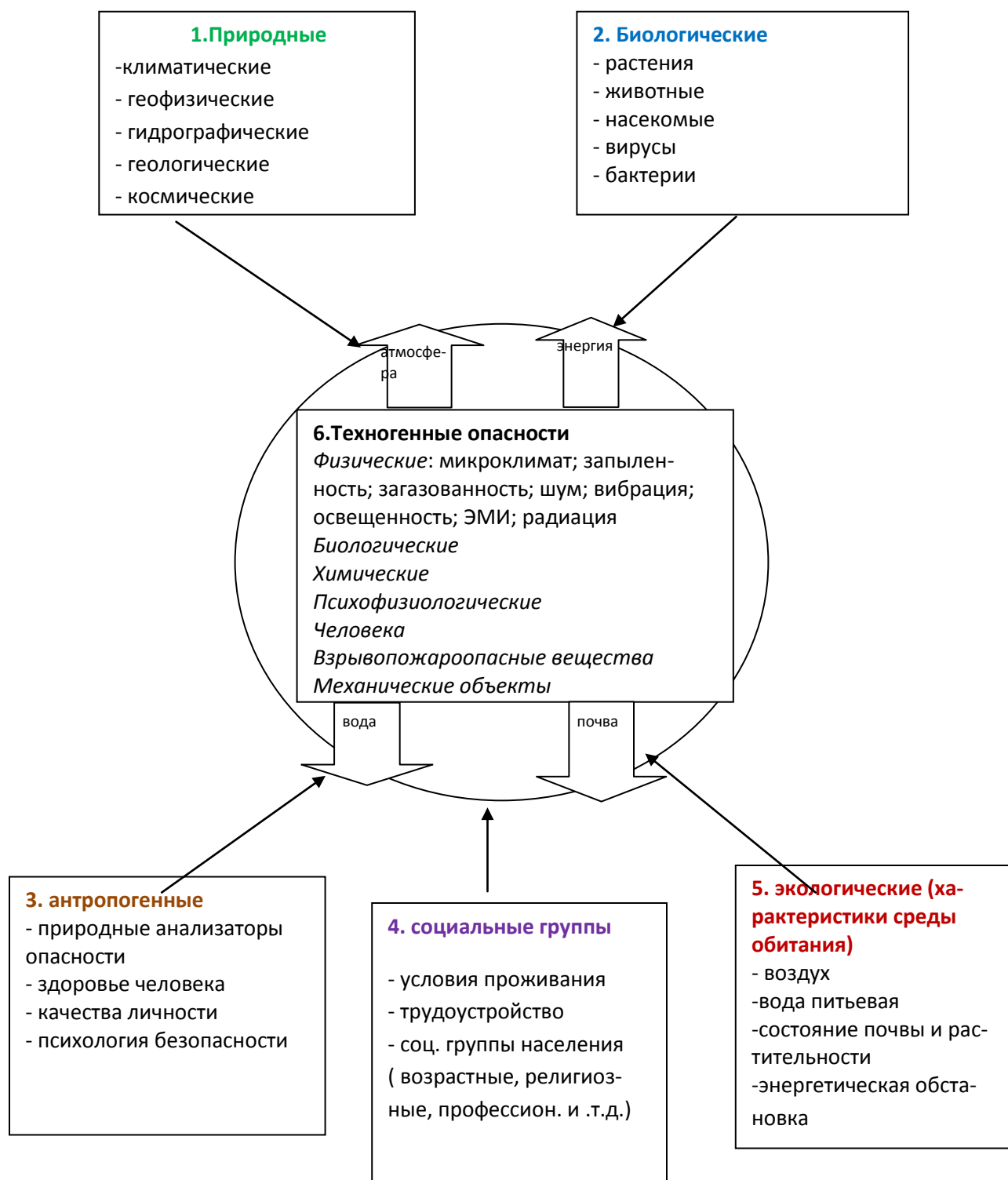


Рисунок 2. Классификация опасностей

4. ПРИНЦИПЫ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Принципы и методы обеспечения безопасности являются специальными в отличие от общих методов, присущих диалектике и логике. Методы и принципы определенным образом взаимосвязаны. Средства обеспечения безопасности - это конструктивное, организационное, материальное воплощение, конкретная реализация принципов и методов. Принципы, методы, средства - логические этапы обеспечения безопасности, их выборов зависит от конкретных условий деятельности, уровня безопасности, стоимости и других критериев.

4.1. ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Принципов обеспечения безопасности много. Их можно классифицировать по нескольким признакам. По признаку реализации их условно делят на 4 класса (табл.2).

Таблица 2. Принципы обеспечения безопасности труда

<i>Ориентирующие</i>	<i>Технические</i>	<i>Организационные</i>	<i>Управленческие</i>
1. Активности оператора;	1. Блокировки;	1. Защиты временем;	1. Адекватности;
2. Гуманизации деятельности;	2. Вакуумирования;	2. Информации;	2. Компенсации;
3. Деструкции;	3. Герметизации;	3. Несовместимости;	3. Контроля;
4. Замены оператора;	4. Защиты расстоянием;	4. Нормирования;	4. Обратной связи;
5. Классификации;	5. Компрессии;	5. Подбора кадров;	5. Ответственности;
6. Ликвидации опасности;	6. Прочности;	6. Последовательности;	6. Плановости;
7. Системности;	7. Слабого звена;	7. Резервирования;	7. Стимулирования;
8. Снижения опасности.	8. Флегматизации;	8. Эргономичности.	8. Эффективности.
	9. Экранирования.		

Ориентирующие принципы

Ориентирующие принципы представляют собой основополагающие идеи, определяющие направление поиска безопасных решений и служащие методологической и информационной базой.

Принцип системности состоит в том, что любое явление, действие, всякий объект рассматривается как элемент системы. Под системой пони-

мается совокупность элементов, взаимодействие между которыми адекватно однозначному результату. Такую систему будем называть определенной. Если же совокупность элементов взаимодействует так, что возможны различные результаты, то система называется неопределенной. Причем уровень неопределенности системы тем выше, чем больше различных результатов может появиться. Неопределенность порождается неполным учетом элементов и характером взаимодействия между ними.

К элементам системы относятся материальные объекты, а также отношения и связи, существующие между ними. Различают естественные и искусственные системы. При конструировании искусственных систем сначала задаются реальной целью, которую необходимо достичь, и определяют элементы, образующие систему. Задача сводится по существу к тому, чтобы на естественную систему, ведущую к нежелательному результату, наложить искусственную систему, ведущую к желаемой цели. При этом положительная цель достигается за счет исключения элементов из естественной системы или нейтрализации их элементами искусственной системы. Можно, следовательно, говорить о системах и контрсистемах. Принцип системности в вопросах безопасности реализуется в различных формах. Принцип системности отражает универсальный закон диалектики о взаимной связи явлений и ориентирует на учет всех элементов, формирующих рассматриваемый результат, на полный учет обстоятельств и факторов для обеспечения безопасности жизнедеятельности.

Принцип деструкции (от латинского *destructio*- разрушение) заключается в том, что система, приводящая к опасному результату, разрушается за счет исключения из нее одного или нескольких элементов. Он имеет универсальное значение. При анализе безопасности, учитывая принцип деструкции, разрабатывают мероприятия, направленные на исключение некоторых элементов, что приводит к желаемой цели.

Принцип снижения опасности заключается в использовании решений, которые направлены на повышение безопасности, но не обеспечивают достижения желаемого или требуемого по нормам уровня. Этот принцип носит компромиссный характер.

Принцип ликвидации опасности состоит в устранении опасных и вредных факторов, что достигается изменением технологии, заменой опасных веществ безопасными, применением более безопасного оборудования, совершенствованием научной организации труда и другими средствами. Этот принцип наиболее прогрессивен по своей сути и весьма многолик по формам реализации. С поиска способов реализации именно этого принципа следует начинать как теоретические, так и практические работы по повышению уровня безопасности жизнедеятельности.

Технические принципы. Технические принципы основаны на использовании физических законов и направлены на непосредственное предотвращение действия опасностей.

Принцип защиты расстоянием заключается в установлении такого расстояния между человеком и источником опасности, при котором обеспечивается заданный уровень безопасности. Принцип основан на том, что действие опасных и вредных факторов ослабевает по тому или иному закону или полностью исчезает в зависимости от расстояния.

Пример. Чтобы избежать распространения пожара, здания, сооружения и другие объекты располагают на определенном расстоянии друг от друга. Эти расстояния называют противопожарными разрывами.

Санитарно-защитные зоны. Для защиты жилых застроек от вредных и неприятно пахнущих веществ, повышенных уровней шума, вибраций, ультразвука, электромагнитных волн радиочастот, статического электричества, ионизирующих излучений предусматриваются санитарно-защитные зоны.

Санитарно-защитная зона - это пространство между границей жилой застройки и объектами, являющимися источниками вредных факторов. Размер санитарно-защитной зоны устанавливается в соответствии с санитарной классификацией предприятий. Для предприятий классов I, II, III, IV, V размеры санитарно-защитных зон соответственно составляют 2000, 1000, 500, 300, 100 м. Размеры санитарно-защитных зон могут быть увеличены или уменьшены при надлежащем технико-экономическом и гигиеническом обосновании.

Принцип прочности состоит в том, что в целях повышения уровня безопасности усиливают способность материалов, конструкций и их элементов сопротивляться разрушениям и остаточным деформациям от механических воздействий. Реализуется принцип прочности при помощи так называемого коэффициента запаса прочности, который представляет собой отношение опасной нагрузки, вызывающей недопустимые деформации или разрушения, к допускаемой нагрузке. Величину коэффициента запаса прочности устанавливают исходя из характера действующих усилий и напряжений (статический, ударный), механических свойств материала, опыта работы аналогичных конструкций и других факторов.

Принцип слабого звена состоит в применении в целях безопасности ослабленных элементов конструкций или специальных устройств, которые разрушаются или срабатывают при определенных предварительно рассчитанных значениях факторов, обеспечивая сохранность производственных объектов и безопасность персонала.

Принцип экранирования состоит в том, что между источником опасности и человеком устанавливается преграда, гарантирующая защиту от опасности. При этом функция преграды состоит в том, чтобы препятство-

вать прохождению опасных свойств в гомосферу. Применяются, как правило, разнообразные по конструкции сплошные экраны.

Пример. Распространено применение экранов для защиты от тепловых облучений. При этом различают экраны отражения, поглощения и теплоотвода. Для устройства экранов отражения используют светлые материалы: алюминий, белую жель, алюминиевую фольгу, оцинкованное железо. Теплоотводящие экраны изготовляют в виде конструкций с пространством (змеевиком) с находящейся в нем проточной водой. Теплопоглощающие экраны изготовляют из материала с большой степенью черноты. Если необходимо обеспечить возможность наблюдения (кабины, пульта управления), применяют прозрачные экраны, выполненные из многослойного или жаропоглощающего стекла или других конструкций. Прозрачным теплопоглощающим экраном служат и водяные завесы, которые могут быть двух типов: переливные (вода подается сверху) и напорные (с подачей воды снизу под давлением).

Управленческие принципы. Управленческими называются принципы, определяющие взаимосвязь и отношения между отдельными стадиями и этапами процесса обеспечения безопасности.

Принцип плановости означает установление на определенные периоды направлений и количественных показателей деятельности. В соответствии с рассматриваемым принципом должны устанавливаться конкретные количественные задания на различных иерархических уровнях на основе контрольных цифр. Планирование в области безопасности должно ориентироваться на достижение конечных результатов, выраженных в показателях, характеризующих непосредственно условия труда

Принцип стимулирования означает учет количества и качества затраченного труда и полученных результатов при распределении материальных благ и моральном поощрении. Он реализует такой важный фактор, как личный интерес.

Принцип компенсации состоит в предоставлении различного рода льгот с целью восстановления нарушенного равновесия психических и психофизиологических процессов или предупреждения нежелательных изменений в состоянии здоровья. Компенсации предусматриваются рабочим, военнослужащим и другим категориям лиц. Одним из видов компенсации является повышение тарифных ставок для работающих на горячих, тяжелых и вредных работах примерно на 13%, а для работающих на особо тяжелых и особо вредных работах - на 30-33% выше, чем для работающих в нормальных условиях. Работающим в особо вредных условиях выдается бесплатно лечебно-профилактическое питание для укрепления здоровья и предупреждения профессиональных заболеваний. Разработано 5 научно обоснованных рационов лечебно-профилактического питания, применяемых в зависимости от особенностей вредностей. Лечебно-

профилактическое питание выдается обычно в виде горячих завтраков перед началом работы или во время обеденного перерыва. Калорийность дневного рациона составляет 1364÷1481 калорий. Значительному числу рабочих и служащих, занятых на работах с вредными условиями труда, в дни работы выдается 0,5 л молока или равноценные ему продукты. На работах, связанных с загрязнением тела, выделяется бесплатно по установленным нормам мыло. Для защиты кожного покрова рук и лица в необходимых случаях выдаются различные мази (пасты), синтетические поверхностно-активные моющие вещества, хорошо смывающие грязь, но не раздражающие кожу. Обеспечение безопасности связано с применением СИЗ.

Принцип эффективности состоит в сопоставлении фактических результатов с плановыми и оценке достигнутых показателей по критериям затрат и выгод. В области безопасности различают социальную, инженерно-техническую и экономическую эффективность. Функция эффективности в безопасности весьма специфична. Основное значение имеет организующая роль принципа эффективности.

Организационные принципы. К организационным относятся принципы, реализующие в целях безопасности положения научной организации деятельности.

Принцип защиты временем предполагает сокращение до безопасных значений длительности нахождения людей в условиях воздействия опасности. Этот принцип имеет значение при защите от ионизирующих излучений, от шума, при установлении продолжительных отпусков и в других случаях. Рассмотрим несколько примеров.

Отпуск. Все трудящиеся получают оплачиваемый отпуск. Это снимает накопившуюся усталость и способствует улучшению здоровья и повышению жизненного тонуса. *Продолжительность рабочего дня.* Там, где пока не устранены вредные условия труда, действующее законодательство предусматривает систему компенсаций профессиональных вредностей. Одним из видов компенсаций является сокращение продолжительности рабочего дня.

Принцип нормирования состоит в регламентации условий, соблюдение которых обеспечивает заданный уровень безопасности. Нормы являются исходными данными для расчета и организации мероприятий по обеспечению безопасности. При нормировании учитываются психофизические характеристики человека, а также технические и экономические возможности. Лимитирующим показателем при нормировании вредных факторов является отсутствие патологических изменений в состоянии здоровья. Так содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны нормируется предельно допустимыми концентрациями (ПДК). ПДК - это такие концентрации, которые при установленной продолжительности рабо-

ты в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья. Эти концентрации являются максимально разовыми. ПДК устанавливаются также для атмосферного воздуха населенных пунктов. В этом случае используются максимально разовые и среднесуточные концентрации. Установлены предельно допустимые концентрации вредных веществ в водоемах санитарно-бытового водопользования, для почв, продуктов, т. д.

Принцип несовместимости заключается в пространственном и временном разделении объектов реального мира (веществ, материалов, оборудования, помещений, людей), основанном на учете природы их взаимодействия с позиций безопасности. Такое разделение преследует цель исключить возникновение опасных ситуаций, порождаемых взаимодействием объектов. Этот принцип весьма распространен в различных областях техники.

Зонирование территории. В целях повышения взрывопожаробезопасности и улучшения санитарного состояния при разработке генеральных планов предприятий применяется зонирование территории. Сущность зонирования заключается в территориальном объединении в группы (зоны) различных объектов, входящих в состав предприятия по признаку технологической связи и характеру присущих им опасностей и вредностей. Выделяют следующие зоны: предзаводскую, подсобную, складскую, сырьевую и товарных емкостей. Предзаводская зона включает заводоуправление, проходную, столовую, пожарное депо, стоянки транспорта. В производственной зоне находятся производственные и вспомогательные здания и сооружения. Подсобная зона объединяет ремонтно-механические, ремонтно-строительные и тарные цехи, центральную заводскую лабораторию и др. Складская зона содержит склады материальные, оборудования, химикатов, масел, готовой продукции. Зона сырьевых и товарных емкостей предназначена для складов горючих и легковоспламеняющихся жидкостей и газов.

Принцип эргономичности состоит в том, что для обеспечения безопасности учитываются антропометрические, психофизические и психологические свойства человека. Антропометрические требования сводятся к учету размеров и позы человека при проектировании оборудования, рабочих мест, мебели, одежды, СИЗ и др.

4.2. МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Гомосфера- пространство (рабочая зона), где находится человек в процессе рассматриваемой деятельности. Совмещение гомосферы и ноксосферы недопустимо с позиций безопасности. Обеспечение безопасности достигается тремя основными методами. *Метод А* состоит в простран-

венном и (или) временном разделении гомосферы и ноксосферы. Это достигается средствами дистанционного управления, автоматизации, роботизации, организации и др. *Метод Б* состоит в нормализации ноксосферы путем исключения опасностей. Это совокупность мероприятий, защищающих человека от шума, газа, пыли, опасности травмирования и т. п. средствами коллективной защиты. *Метод В* включает гамму приемов и средств, направленных на адаптацию человека к соответствующей среде и повышению его защищенности. Данный метод реализует возможности профотбора, обучения, психологического воздействия, СИЗ. В реальных условиях реализуется комбинация названных методов.

4.3. СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Средства обеспечения безопасности делятся на средства **коллективной (СКЗ) и индивидуальной защиты (СИЗ)**. В свою очередь СКЗ и СИЗ делятся на группы в зависимости от характера опасностей, конструктивного исполнения, области применения и т. д. В широком понимании к средствам безопасности следует относить все то, что способствует защищенности человека от опасности, а именно: воспитание, образование, укрепление здоровья, дисциплинированность, здравоохранение, государственные органы управления и т. п.

5. ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ПСИХОЛОГИЯ ТРУДА

В процессе деятельности реакция организма на внешние воздействия не остается постоянной. Организм стремится приспособиться к изменяющимся условиям деятельности, преодолеть трудности и опасности. При этом возникает состояние психической напряженности, которое канадский физиолог Г. Селье (1936) назвал *стрессом*. Как показали многочисленные исследования, стресс в трудовой деятельности, в зависимости от его уровня, порождает весьма различные, а порой даже противоположные результаты. Стресс проявляется во всеобщем адаптационном синдроме как необходимая и полезная реакция организма на резкое увеличение его общей внешней нагрузки. Он состоит в целом ряде физиологических сдвигов в организме, способствующих повышению его энергетических возможностей и успешности выполнения сложных и опасных действий. Поэтому сам по себе *стресс является не только целесообразной защитной реакцией человеческого организма, но и механизмом, содействующим успеху трудовой деятельности в условиях помех, трудностей и опасностей*.

Однако между уровнем стресса и вытекающей из него активацией нервной системы, с одной стороны, и результативностью трудовой деятельности - с другой нет пропорциональной зависимости. Установлено, что с ростом активации нервной системы до определенного уровня продуктивность поведения повышается, тогда, как с дальнейшим ростом активации она начинает падать. Таким образом, *стресс оказывает положительное влияние на результаты труда (мобилизует организм и способствует преодолению возникших в труде препятствий) лишь до тех пор, пока он не превысил определенного критического уровня. При превышении же этого уровня в организме развивается так называемый процесс гипермобилизации, который влечет за собой нарушение механизмов саморегуляции и ухудшение результатов деятельности, вплоть до ее срыва*. Поэтому стресс, превышающий критический уровень, иногда называют *дистрессом*.

Итак, *пока стресс, вызванный усложнением условий труда, не превышает определенного уровня, он способствует преодолению трудностей*. Однако все это достигается за счет мобилизации ресурсов организма. И те виды трудовой деятельности, где необходимость в подобной мобилизации возникает довольно часто, отрицательно сказываются на здоровье занятых в них людей. Люди, которые вынуждены трудиться с максимальной физической и умственной нагрузкой, по наблюдению автора, выглядят как обессиленные. *Нормальная загрузка рабочих и их необходи-*

мая готовность к труду обеспечивается при 40 - 60%, а в особых случаях кратковременно при 80% от максимальной нагрузки. Оставшиеся 20% рассматривают как резерв, который допустимо использовать лишь в случаях крайней необходимости (при возникновении угрозы для жизни).

Выделяют шесть групп таких производственных стрессоров, отрицательно действующих на современном механизированном и автоматизированном предприятии: интенсивность работы; давление фактора времени (штурмовщина, срочная, аккордная работа и т. п.); изолированность рабочих мест и недостаточные межличностные контакты между рабочими (операторы современного предприятия часто удалены один от другого, находятся в изолированных помещениях); однообразная и монотонная работа (на конвейере, у приборных пультов); недостаточная двигательная активность (многие часы оператор находится в состоянии готовности к действию, тогда как необходимость действия возникает редко); различные внешние воздействия (шумы, вибрации, высокие температуры и т. п.).

Таким образом, гипермобилизация организма приводит к чрезмерным формам психического состояния, которые называются дистрессом или запредельными формами.

Умеренное напряжение - нормальное рабочее состояние, возникает под мобилизирующим влиянием трудовой деятельности. Это состояние психической активности - необходимое условие успешного выполнения действий. Оно сопровождается умеренным изменением физиологических реакций организма, проявляется в хорошем самочувствии, стабильном и уверенном выполнении действий. Умеренное напряжение соответствует работе в оптимальном режиме. Оптимальный режим работы осуществляется в комфортных условиях, при нормальной работе технических устройств. Обстановка является привычной, рабочие действия осуществляются в строго определенном порядке, мышление носит алгоритмический характер.

В оптимальных условиях промежуточные и конечные цели труда достигаются *при невысоких нервно-психических затратах*. Обычно здесь имеют место длительное сохранение работоспособности, отсутствие грубых нарушений, ошибочных действий, отказов, срывов и других аномалий. Деятельность в оптимальном режиме характеризуется высокой надежностью и оптимальной эффективностью.

Повышенное напряжение сопровождает деятельность, протекающую в экстремальных условиях, требующие от работающего максимального напряжения физиологических и психических функций, резко выходящего за пределы физиологической нормы. Экстремальный режим - это работы в условиях, выходящих за пределы оптимума. Отклонения от оптимальных условий деятельности требуют повышенного волевого усилия или, иначе говоря, вызывают напряжение.

Неблагоприятные факторы, повышающие напряжение, делятся на следующие группы:

1) физиологический дискомфорт, т. е. несоответствие условий обитания нормативным требованиям; 2) биологический страх; 3) дефицит времени на обслуживание; 4) повышенная трудность задачи; 5) повышенная значимость ошибочных действий; 6) наличие релевантных помех; 7) неуспех вследствие объективных обстоятельств; 8) дефицит информации для принятия; 9) недогрузка информацией (сенсорная депривация); 10) перегрузка информацией; 11) конфликтные условия, т. е. условия, при которых выполнение одного из них требует осуществления действий, противоречащих выполнению другого условия.

Напряжения могут быть классифицированы в соответствии с теми психическими функциями, которые преимущественно вовлечены в профессиональную деятельность и изменения которых наиболее выражены в неблагоприятных условиях.

Интеллектуальное напряжение - вызвано частым обращением к интеллектуальным процессам при формировании плана обслуживания, обусловленное высокой плотностью потока проблемных ситуаций обслуживания.

Сенсорное напряжение - вызвано неоптимальными условиями деятельности сенсорных и перцептивных систем и возникающее в случае больших затруднений в восприятии необходимой информации.

Монотония- вызвана однообразием выполняемых действий, невозможностью переключения внимания, повышенными требованиями как к концентрации, так и к устойчивости внимания.

Политония- вызвана необходимостью переключений внимания, частых и в неожиданных направлениях.

Физическое напряжение -вызвано повышенной нагрузкой на двигательный аппарат человека.

Эмоциональное напряжение -вызванное конфликтными условиями, повышенной вероятностью возникновения аварийной ситуации, неожиданностью либо длительным напряжением прочих видов.

Напряжение ожидания - вызвано необходимостью поддержания готовности рабочих функции в условиях отсутствия деятельности.

Мотивационное напряжение связано с борьбой мотивов, с выбором критериев для принятия решения.

Утомление - напряжение, связанное с временным снижением работоспособности, вызванным длительной работой.

По времени действия психические состояния можно разделить на следующие группы: 1) Относительно устойчивые и длительные по времени состояния. Это состояния удовлетворенности или неудовлетворенности работой, заинтересованности трудом или безразличия к нему и т. п. 2)

Временные, ситуативные, быстро проходящие состояния. Возникают под влиянием разного рода неполадок в производственном процессе или во взаимоотношениях работающих. 3) Состояния, возникающие периодически в ходе трудовой деятельности. Таких состояний много: предрасположение к работе, пониженная готовность к ней, вырабатывание, повышенная работоспособность, утомление, сонливость, апатия, повышенная активность и т. п.

Появления особых психических состояний, которые не являются постоянным свойством личности и возникают спонтанно или под влиянием внешних факторов, сильно изменяющих работоспособность человека. Это так называемые *пароксизмальные* расстройства сознания: психогенные изменения настроения, состояния, связанные с приемом психически активных средств (стимуляторов, транквилизаторов, алкогольных напитков), группа расстройств различного происхождения (органические заболевания головного мозга, эпилепсия, обмороки), характеризующихся кратковременной (от с до нескольких мин) утратой сознания.

Психогенные изменения и аффективные состояния возникают под влиянием психических воздействий. Снижение настроения и апатия могут длиться от нескольких часов до 1-2 месяцев. Снижение настроения наблюдается при гибели родных и близких людей, после конфликтных ситуаций. При этом появляется безразличие, вялость, общая скованность, заторможенность, затруднение переключения внимания, замедление темпа мышления. Снижение настроения сопровождается ухудшением самоконтроля и может быть причиной производственного травматизма. Практический опыт свидетельствует, что прием легких стимуляторов (чай, кофе) помогает в борьбе с сонливостью и может способствовать повышению работоспособности на короткий период. Употребление транквилизаторов - препаратов, смягчающих психоэмоциональные стрессовые состояния (эмоциотропные адаптогены - седуксен, элениум), представляет особую проблему. Оказывая выраженное успокоение и предупреждая развитие неврозов, эти препараты могут снизить психическую активность, замедлить реакции, вызывать апатию и сонливость.

К числу постоянных факторов, повышающих индивидуальную подверженность опасности и совершению ошибок, относится *употребление спиртных напитков*. Даже незначительное употребление алкоголя увеличивает вероятность несчастных случаев в силу того, что алкоголь влияет на деятельность нервной системы и на поведение человека: нарушается управление движениями; человек при этом реагирует на внешние воздействия с меньшей быстротой и точностью или же, наоборот, поспешно, колебания внимания становятся беспорядочными и менее управляемыми; нарушается также широта и критичность мышления, человек делает поспешные выводы или принимает необдуманные решения. Под влиянием

алкоголя период высокой работоспособности сокращается в 2-3 раза, соответственно удлиняется период утомления. Очень сильное влияние оказывает опьянение на снижение скорости двигательной реакции. Содержание в крови более 0,05% алкоголя отрицательно сказывается на психофизиологическом состоянии человека.

Регулярное употребление алкоголя снижает сопротивляемость организма, вследствие чего в нем могут возникать различные заболевания, в особенности инфекционные. На организм, пораженный алкоголем, сильнее действуют и промышленные яды, вызывающие некоторые профессиональные заболевания. Алкоголь и ядовитые вещества, попадая в организм, комплексно воздействуют на него, что во многих случаях вызывает тяжелое отравление.

С позиции безопасности труда особое значение имеет *посталкогольная астения (похмелье)*. Развиваясь в дни после употребления алкоголя, она не только снижает работоспособность человека, ведет к заторможенности и снижению осторожности.

Пароксизмальные перерывы в операторской деятельности могут быть причиной губительных последствий, особенно для водителей автотранспорта, верхолазов, монтажников, строителей, работающих на высоте. Современные средства психофизиологических исследований позволяют выявлять лиц со скрытой склонностью к пароксизмальным состояниям.

Под влиянием обиды, оскорбления, производственных неудач могут развиваться *аффективные* состояния (аффект - взрыв эмоций). В состоянии аффекта у человека развивается психогенное (эмоциональное) сужение объема сознания. При этом наблюдаются резкие движения, агрессивные и разрушительные действия. Лица, склонные к аффективным состояниям, относятся к категории повышенного риска травматизации и не должны допускаться к ответственным работам.

На ситуацию, воспринимаемую в качестве обидной, возможны следующие реакции:

Конфликт - реакция, возникающая, когда человеку приходится выбирать между двумя потребностями, которые действуют одновременно. Такая ситуация часто возникает в области безопасности, когда необходимо считаться либо с потребностями производства, либо со своей безопасностью.

Поведение срыва - при повторяющихся неудачах или при чрезвычайной ситуации человек может в некотором смысле отказаться от своих целей. Он доходит до отрицания некоторых внутренних и внешних потребностей. В этом случае у него также будут проявляться реакции, похожие на смирение, пассивность, апатию, а в некоторых случаях на срыв.

Тревога (тревожное ожидание) - эмоциональная реакция на опасность. Человек с трудом способен определить объект или причины своего состояния. Лицо, находящееся в состоянии беспокойства, гораздо больше предрасположено к совершению ошибки или опасного поступка.

Страх - эмоция, возникающая в ситуациях угрозы биологическому или социальному существованию индивида и направленная на источник действительной или воображаемой опасности. Функционально страх служит предупреждением о предстоящей опасности, побуждает искать пути ее избегания. Страх варьирует в достаточно широком диапазоне оттенков (опасения, боязнь, испуг, ужас).

Испуг - безусловно-рефлекторный «внезапный страх». Боязнь, напротив, всегда связана с осознанием опасности, возникает медленнее и дольше продолжается.

Ужас - наиболее сильная степень эффекта страха и подавления страхом рассудка.

Осознание опасности может вызвать различные формы эмоциональных решений. Первая их форма - реакция страха - проявляется в оцепенении, дрожи, нецелесообразных поступках. Развивается по механизму пассивно-оборонительного рефлекса. Эта форма реакции на опасность отрицательно отражается на деятельности. Нередко выраженный страх может тонизировать кору головного мозга и в сочетании с процессами мышления проявляется как «разумный страх» в виде опасения, осторожности, осмотрительности.

Паника - одна из форм страха. Биологическим механизмом ее является активно-оборонительный вид рефлекса; она также отрицательно сказывается на деятельности человека. В этом случае страх достигает силы аффекта и способен навязывать стереотипы поведения (бегство, оцепенение, защитная агрессия). Рассматривая влияние панического состояния на движения человека, следует выделить следующие наиболее возможные ошибки:

1) Действие не совершается, то есть паническое состояние приводит к полной застывленности поступков. В обиходе о подобных случаях говорят: «он оцепенел», «остолбенел» от ужаса (от неожиданности). 2) В автоматически выполняемой последовательности поступков возникает провал, а человек совершает движения, лишние в данной ситуации. 3) Реакция на панику выражается в виде инстинктивных защитных движений, которые, однако, не соответствуют объективным требованиям защиты. 4) Человек продолжает выполнять автоматические действия без каких-либо изменений, вместо того, чтобы прекратить или изменить их.

Состояние паники - это тот самый передаточный механизм, через который субъективные индивидуальные факторы оказывают свое воздействие на создание или развитие опасной ситуации.

Перечисленные выше факторы постоянно или временно повышают возможности появления опасной ситуации или несчастных случаев, но это, однако, не означает, что их воздействие всегда ведет к созданию опасной ситуации или к несчастному случаю. Иначе говоря, их не следует однозначно рассматривать в качестве причин, непосредственно вызывающих опасность.

Поведение больших масс людей, особенно в условиях паники, имеет свои законы и отличается от поведения одного человека. Основными механизмами формирования толпы и развития ее специфических качеств является циркуляционная реакция - нарастающее обоюдонаправленное эмоциональное заражение, а также слухи.

Отсутствие ясных целей и структуры порождают практически наиболее важное свойство толпы - ее легкую превращаемость из одного вида поведения в другой (любопытство, экспрессия, агрессивные действия и др.). Такие превращения происходят спонтанно и в условиях чрезвычайных ситуаций (пожар, кораблекрушение и пр.), весьма опасна толпа, зараженная массовой паникой и трудно поддающаяся управлению.

Массовая паника - один из видов поведения толпы. Психологически характеризуется состоянием массового страха перед реальной или воображаемой опасностью, нарастающего в процессе взаимного заражения и блокирующего способность рациональной оценки обстановки, мобилизацию волевых ресурсов и организацию совместного противодействия. Взаимодействующая группа людей тем легче вырождается в паническую толпу, чем менее ясны или субъективно значимы общие цели, чем ниже сплоченность группы и авторитет ее лидеров.

Выделяются социально-ситуативные условия возникновения массовой паники, связанные с общей обстановкой психической напряженности, вызывающей состояние тревоги, ожидание тяжелых событий (наводнение, землетрясение, засуха и пр.), общепсихологические условия (неожиданность, испуг, связанный с недостатком сведений о конкретном источнике опасности, времени ее возникновения и способах противодействия), физиологические условия (усталость, голод, опьянение).

Законы групповой психологии должны быть учтены при анализе опасных ситуаций. Психологическая наука дает некоторые рекомендации по коррекции поведенческих реакций человека и действиям в чрезвычайных ситуациях.

Степень опасности в процессе труда зависит от характера производственной деятельности. Автоматизация производства, устраняя физический труд, заменяет его высокой нервно-психической нагрузкой на человека. В связи с повышенной нагрузкой на психическую деятельность у людей могут возникать острые затяжные и хронические нервно-психические расстройства.

Многолетний опыт показывает, что при каждой аварии и несчастном случае прослеживают ошибки человека, способствующие трагическим последствиям.

Под ошибочными действиями понимают поступки, отклоняющиеся от предусмотренных нормативных действий или от правильных решений при нормальных ситуациях.

Ошибки делятся на систематические и случайные. Основные причины ошибок приведены на рис.3.

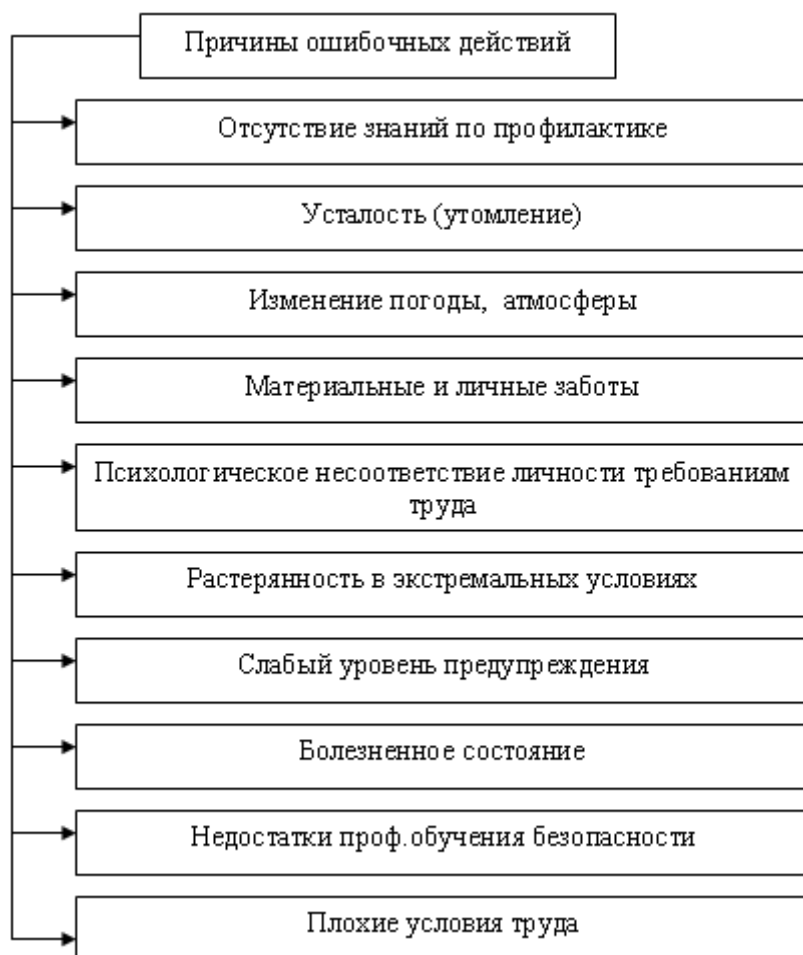


Рис.3. Причины ошибочных действий

Большинство ошибок ведет к катастрофам в связи с отсутствием технических средств, предупреждающих ошибочные действия специалиста.

Наиболее часто ошибочные действия совершаются людьми в тревожном состоянии. Человек, находящийся в состоянии страха, возбуждения, может совершать ошибочные действия, или не контролировать своих автоматизированных поступков.

Действия человека зависят не только от атмосферы, личности, но и от психологической обстановки в окружающем коллективе.

Безопасность труда обеспечивается руководством производства, надежностью личностей и психологической обстановкой коллектива в кризисной и чрезвычайной (аварийной) ситуации.

Человек обладает долговременной и кратковременной (оперативной) памятью. Объем долговременной памяти составляет 10^{21} бит, а кратковременная память имеет малую емкость 50 бит. Поскольку воспоминание, т. е. обращение в долговременную и кратковременную память, подвергается воздействию большого числа внешних факторов, то результат его носит во многом случайный характер. Хранение представлений в памяти тоже может видоизменяться вследствие стирания отдельных элементов информации или возникновения новых, отсутствующих в оригинале.

Процесс сознательного поиска решения очень медленный и для обычной жизни малопригодный. В экстремальных быстроразвивающихся ситуациях вероятность того, что человек найдет нужное решение в процессе мышления, очень мала. Основной путь подготовки человека к действиям в конкретных защитных ситуациях состоит в постоянном обучении и тренировке с целью перевода действий на уровень стереотипов.

Стереотип- это устойчиво сформировавшаяся в прежнем осознанном опыте рефлекторная дуга, выводимая в пограничную зону «сознание - подсознание».

Чем чаще идут одинаковые импульсы, тем прочнее становится система их передачи от рецептора к исполнительному органу. При этом вероятность определения двигательной реакции на определенное раздражение нарастает. Однако эта вероятность никогда не сможет достичь единицы в силу существования опасности искажения сигнала в проводящей системе. Следовательно, *процесс принятия решения является многовариантным в том числе и содержащим ошибки.*

Любая деятельность человека несет в себе *потенциальную опасность, так как вероятность неправильного решения всегда существует.* Это обусловлено объективно существующими трудностями вспоминания и выстраивания многовариантных процессов передачи сигналов по рефлекторной дуге. Если в прошлом такого опыта вообще не было, то решения принимаются методом проб и ошибок. Свобода выбора решений таит в себе потенциальную опасность от вмешательства человека в любой процесс. Серьезную угрозу возникновения опасностей представляет также внезапное или преднамеренное (из-за применения алкоголя, наркотиков или других токсикантов) нарушение трудоспособности и здоровья работающих и, прежде всего, операторов технических систем. В последние годы эти угрозы значительно возросли. В России по данным официальной статистики на 2012 год число наркоманов оценивается в 503000 человек, состоящих на диспансерном учете. Но это только те люди, которые официально зарегистрированы и находятся под наблюдением в наркологиче-

ских диспансерах. А по экспертным оценкам в наркологические учреждения обращается только каждый десятый наркоман. Так что реальная их численность на сегодняшний день - более 5 млн россиян.

Серьезную опасность для человека представляет потребление алкоголя.



Рис. 4 Потребление алкоголя

По данным А. Немцова в 1995 г. среднегодовое потребление алкоголя россиянами составило 9,0 л 100 %-го спирта на человека (что соответствует 26,2 л водки). По данным НИИ Минздравсоцразвития России количество проданного в 2008 г. спиртного составляет 6,3 л чистого алкоголя на душу населения. А между тем, если этот показатель превышает 5 л, начинается угасание этноса. В настоящее время РФ занимает первое место в Море по потреблению алкоголя. Для сравнения - потребление в 2008 г. на душу населения в других странах значительно меньше, а именно Китай - 5 л на 1 чел./год, Турция - 1,5 л на 1 чел./год. Ранее в России производство алкоголя составляло: в 1950 г. 4,1 л на 1 чел./год, в 1965 г. - 8,0 л, в 1980 г. - 10,1 л на 1 чел./год.

В 55...60 % случаев россияне пьют крепкие алкогольные напитки (водка, коньяк и т. п.), в 32...35 % - пиво и лишь в 7...8 % - различные вина. Больше всего в стране алкоголем (обычно пивом) злоупотребляют подростки. Из каждых 100 тыс. населения алкоголизмом больны уже 22, а 827 подростков регулярно принимают спиртное без проявления признаков алкогольной зависимости.

Распространенность самоубийств на 12 % зависит от хронического алкоголизма. Алкоголь обнаруживается не менее чем у 30 % самоубийц.

Более 30 % дорожно-транспортных происшествий (ДТП) приходится на долю пьяных водителей.

Отметим, что апогеем антропогенных опасностей являются опасности, возникающие в результате *сознательных* действий человека (терроризм, военные конфликты, сознательное нарушение правил поведения и т. п.). Происхождение таких опасностей во многом носит целевой характер и всегда связано с планируемой деятельностью отдельных личностей или группировок, а уровень опасностей, как правило, является крайне высоким.

6.ПРИРОДНЫЕ ОПАСНОСТИ

К природным опасностям относятся стихийные явления, которые представляют непосредственную угрозу для жизни и здоровья людей. Например, землетрясения, извержения вулканов, снежные лавины, сели, оползни, камнепады, наводнения, штормы, цунами, тропические циклоны, смерчи, молнии, туманы, космические излучения и космические тела и многие другие явления. Будучи естественными феноменами жизни и развития природной среды, они в то же время воспринимаются человеком как аномальные.

Некоторые природные опасности нарушают или затрудняют нормальное функционирование систем и органов человека. К таким опасностям относятся, например, туман, гололед, жара, барометрическое давление электромагнитные излучения, холод и другие.

Несмотря на глубокие различия в существе, все природные опасности подчиняются некоторым *общим закономерностям*.

Во-первых, для каждого вида опасностей характерна определенная пространственная приуроченность. *Во-вторых*, установлено, что чем больше интенсивность (мощность) опасного явления, тем реже оно случается. *В-третьих*, каждому виду опасностей предшествуют некоторые специфические признаки (предвестники). *В-четвертых*, при всей неожиданности той или иной природной опасности ее проявление может быть предсказано. Наконец, *в-пятых*, во многих случаях могут быть предусмотрены пассивные и активные защитные мероприятия от природных опасностей.

Говоря о природных опасностях, следует подчеркнуть роль антропогенного влияния на их проявление. Известны многочисленные факты нарушения равновесия в природной среде в результате деятельности человека, приводящие к усилению опасных воздействий. Так, согласно международной статистике, происхождение около 80% современных оползней связаны с деятельностью человека. В результате вырубок леса возрастает активность селей, увеличивается паводковый расход. В настоящее время масштабы использования природных ресурсов существенно возросли. Это привело к тому, что стали ощутимо проявляться черты *глобального экологического кризиса*. Природа как бы мстит человеку за грубое вторжение в ее владение. Об этом более ста лет назад предупреждал Ф. Энгельс: «Не будем, однако, слишком обольщаться нашими победами над природой. За каждую такую победу она мстит». Отмеченное обстоятельство следует иметь в виду в хозяйственной деятельности.

Соблюдение природного равновесия является важнейшим профилактическим фактором, учет которого позволит сократить число опасных явлений.

Между природными опасностями существует взаимная связь. Одно явление может послужить причиной, спусковым механизмом последующих.

По имеющимся оценкам, число опасных природных событий на Земле с течением времени не растет или почти не растет, но человеческие жертвы и материальный ущерб увеличиваются. Ежегодная вероятность гибели жителя планеты Земля от природных опасностей ориентировочно равна 10^{-5} , т. е. на каждые сто тысяч жителей погибает один человек.

Предпосылкой успешной защиты от природных опасностей является изучение их причин и механизмов. Зная сущность процессов, можно их предсказывать. А своевременный и точный прогноз опасных явлений является наиважнейшей предпосылкой эффективной защиты

Защита от природных опасностей может быть *активной* (строительство инженерно-технических сооружений, интервенция в механизм явления, мобилизация естественных ресурсов, реконструкция природных объектов и др.) и *пассивной* (например, использование укрытий). В большинстве случаев активные и пассивные методы сочетаются.

По локализации природные опасности могут быть с определенной степенью условности разделены на 4 группы: литосферные (например, землетрясения, вулканы, оползни); гидросферные (например, наводнения, цунами, штормы); атмосферные (например, ураганы, бури, смерчи, град, ливень); космические (например, астероиды, планеты, излучения).

6.1 Литосферные опасности

Землетрясения

Планета Земля представляет по форме трехосный эллипсоид со средним радиусом 6371 км. Земля состоит из нескольких различных по составу и физическим свойствам оболочек-геосфер. В центре Земли находится ядро, за ним следует мантия, затем земная кора, гидросфера и атмосфера. Верхняя граница мантии проходит на глубине от 5 до 70 км по поверхности Мохоровичича, нижняя - на глубине 2900 км по границе с ядром Земли. Мантия Земли делится на верхнюю толщиной около 900 км и нижнюю - около 2000 км. Верхняя мантия вместе с земной корой образуют литосферу. Температура в мантии считается равной 2000-2500⁰С, а давление находится в пределах 1-130 Гн/м². Именно в мантии происходят тектонические процессы, вызывающие землетрясения. Наука, изучающая землетрясения, называется *сейсмологией*.

Землетрясения- это подземные толчки и колебания земной поверхности, возникающие в результате внезапных смещений и разрывов в земной коре или верхней части мантии и передающиеся на большие расстояния в виде упругих колебаний.

Природа землетрясений до конца не раскрыта. Землетрясения происходят в виде серии толчков, которые включают *форшоки*, главный толчок и *афтершоки*. Число толчков и промежутки времени между ними могут быть самыми различными. Главный толчок характеризуется наибольшей силой. Продолжительность главного толчка обычно несколько секунд, но субъективно людьми толчок воспринимается как очень длительный. Согласно данным психиатров и психологов, изучавших землетрясения, афтершоки иногда производят более тяжелое психическое воздействие, чем главный толчок. У людей под воздействием афтершоков возникало ощущение неотвратимости беды, и они, скованные страхом, бездействовали вместо того, чтобы искать безопасное место и защищаться.

Очаг землетрясения - это некоторый объем в толще Земли, в пределах которого происходит высвобождение энергии. Центр очага - условная точка, именуемая гипоцентром, или фокусом.

Проекция гипоцентра на поверхность Земли называется эпицентром. Вокруг него происходят наибольшие разрушения. Это так называемая *плейстосейстовая* область.

Количество землетрясений, ежегодно регистрируемых на земном шаре, измеряется сотнями тысяч, а по данным других авторов - миллионами. В среднем каждые 30 с регистрируется одно землетрясение. Однако большинство из них относится к слабым, и мы их не замечаем. Силу землетрясения оценивают по интенсивности разрушений на поверхности Земли. Существует много сейсмических шкал интенсивности. Шкалу интенсивности в 80-е гг. XIX в. создали Де Росси и Форель (от I до X), в 1920 г. итальянец Меркалли предложил другую шкалу с диапазоном значений от I до XII, в 1931 г. эта шкала была усовершенствована Вудом и Ньюменом. В 1963 г. С. Медведев с соавторами предложили новую шкалу. По международной шкале MSK-64 сила землетрясений оценивается в баллах.

Линии, соединяющие пункты с одинаковой интенсивностью колебаний, называются *изосейстами*.

В 1935 г. профессор Калифорнийского технологического института Ч. Рихтер предложил оценивать энергию землетрясения *магнитудой* (от лат. *magnitude*- величина). Сейсмологи используют несколько магнитудных шкал. В Японии используют шкалу из семи магнитуд. Именно из этой шкалы исходил Рихтер К. Ф., предлагая свою усовершенствованную 9-магнитудную шкалу. Шкала Рихтера - сейсмическая шкала магнитуд, основанная на оценке энергии сейсмических волн, возникающих при земле-

трясениях. Магнитуда самых сильных землетрясений по шкале Рихтера не превышает 9.

Магнитуда землетрясений - условная величина, характеризующая общую энергию упругих колебаний, вызванных землетрясением. Магнитуда пропорциональна логарифму энергии землетрясений и позволяет сравнивать источники колебаний по их энергии.

Значение магнитуды землетрясений определяется из наблюдений на сейсмических станциях. Колебания грунта, возникающие при землетрясениях, регистрируются спец. приборами - сейсмографами.

Результатом записи сейсмических колебаний является *сейсмограмма*, на которой записываются продольные и поперечные волны. Наблюдения над землетрясениями осуществляются сейсмической службой страны.

Землетрясения распространены по земной поверхности очень неравномерно. Анализ сейсмических, географических данных позволяет наметить те области, где следует ожидать в будущем землетрясений и оценить их интенсивность. В этом состоит сущность сейсмического районирования.

В районах, подверженных землетрясениям, осуществляется *сейсмостойкое*, или антисейсмическое строительство. Это значит, что при проектировании и строительстве учитываются возможные воздействия на здания и сооружения сейсмических сил. Требования к объектам, строящимся в сейсмических районах, устанавливаются строительными нормами и правилами и другими документами. По принятой в России 12-балльной шкале опасными для зданий и сооружений считаются землетрясения, интенсивность которых 7 баллов и более. Строительство в районах с сейсмичностью, превышающей 9 баллов, неэкономично. Поэтому в правилах и нормах указания ограничены районами 7-9-балльной сейсмичности. Обеспечение полной сохранности зданий во время землетрясений обычно требует больших затрат на антисейсмические мероприятия, а в некоторых случаях практически неосуществимо. Учитывая, что сильные землетрясения происходят редко, нормы допускают возможность повреждения элементов, не представляющих угрозы для людей. Наиболее благоприятными в сейсмическом отношении считаются скальные грунты. Сейсмостойкость сооружений существенно зависит от качества строительных материалов и работ. Методы расчетной оценки сейсмостойкости сооружений имеют приближенный характер. Поэтому нормы вводят ряд обязательных конструктивных ограничений и требований. К их числу относится, например, ограничение размеров строящихся зданий в плане и по высоте. Для уточнений данных сейсмического районирования проводится сейсмическое микрорайонирование, с помощью которого интенсивность землетрясений в баллах, указанная на картах, может быть скорректирована.

на на + 1...2 балла в зависимости от местных тектонических, геоморфологических и грунтовых условий.

Землетрясение - грозная стихия, не только разрушающая города, но и уносящая тысячи человеческих жизней. Так, в 1908 г. землетрясением с магнитудой 7,5 разрушен г. Мессина (Италия), погибло более 100 тыс. человек. В 1923 г. катастрофическое землетрясение (магнитуда 8,2) с эпицентром на острове Хонсю (Япония) разрушило Токио, Иокогаму, погибли около 150 тыс. человек. В 1948 г. землетрясением разрушен Ашхабад, магнитуда 7, сила - IX баллов.

Иногда землетрясениям предшествуют грозовые разряды в атмосфере, выделения метана из земной коры. Это так называемые «предвестники» землетрясений. Возникающие при землетрясении колебания могут быть причиной вторичных эффектов в виде оползней и селевых потоков, цунами (сейши), снежных лавин, наводнений, разломов в скальных породах, пожаров, коробления земной поверхности.

Проблема защиты от землетрясений стоит очень остро. В ней необходимо различать *две группы антисейсмических мероприятий*:

а) предупредительные, профилактические мероприятия, осуществляемые до возможного землетрясения;

б) мероприятия, осуществляемые непосредственно перед, во время и после землетрясения, т. е. действия в чрезвычайных ситуациях.

К первой группе относится изучение природы землетрясений, раскрытие его механизма, идентификация предвестников, разработка методов прогноза и др.

На основе исследований природы землетрясений могут быть разработаны методы предотвращения и прогноза этого опасного явления. Очень важно выбирать места расположения населенных пунктов и предприятий с учетом сейсмостойкости района. Защита расстоянием - лучшее средство при решении вопросов безопасности при землетрясениях. Если строительство все-таки приходится вести в сейсмоопасных районах, то необходимо учитывать требования соответствующих правил и норм (СНиПов), сводящиеся в основном к усилению зданий и сооружений. Эффективность действий в условиях землетрясений зависит от уровня организации аварийно-спасательных работ и обученности населения, эффективности системы оповещения.

Сели

Сели- кратковременные бурные паводки на горных реках, имеющие характер грязекаменных потоков.

Причинами селей могут явиться землетрясения, обильные снегопады, ливни, интенсивное таяние снега.

Основная опасность - огромная кинетическая энергия грязеводных потоков, скорость движения которых может достигать 15 км/ч.

По мощности селевые потоки делят на группы: мощные (вынос более 100 тыс. м³ селевой массы), средней мощности (от 10 до 100 тыс. м³), слабой мощности (менее 10 тыс. м³). Селевые потоки происходят внезапно, быстро нарастают и продолжаются обычно от 1 до 3 ч, иногда 6-8 ч. Сели прогнозируются по результатам наблюдений за прошлые годы и по метеорологическим прогнозам.

К профилактическим противоселевым мероприятиям относятся: гидротехнические сооружения (селезадерживающие, селенаправляющие и др.), спуск талой воды, закрепление растительного слоя на горных склонах, лесопосадочные работы, регулирование рубки леса и др.. В селеопасных районах создаются автоматические системы оповещения о селевой угрозе и разрабатываются соответствующие планы мероприятий.

Снежные лавины

Лавина - это снежный обвал, масса снега, падающая или сползающая с горных склонов под влиянием какого-либо воздействия и увлекающая на своем пути новые массы снега.

Одной из побудительных причин лавины может быть землетрясение. Снежные лавины распространены в горных районах.

По характеру движения лавины делятся на *склоновые, лотковые и прыгающие*.

Опасность лавины заключается в большой кинетической энергии лавинной массы, обладающей огромной разрушительной силой. Лавины образуются на безлесных склонах крутизной от 15° и более. Оптимальные условия для образования лавин на склонах в 30-40°. При крутизне более 50° снег осыпается к подножию склона и лавины не успевают сформироваться. Сход лавины начинается при слое свежеснежавшего снега в 30 см, а старого более 70 см. Скорость схода лавины может достигать 100 м/с, а в среднем 20-30 м/с. Точный прогноз времени схода лавины невозможен. Имеются сведения о том, что в Европе ежегодно лавины разного вида уносят в среднем около 100 человеческих жизней.

Противолавинные профилактические мероприятия делятся на 2 группы: *пассивные и активные*.

Пассивные способы состоят в использовании опорных сооружений, дамб, лавинорезов, надолбов, снегоудерживающих щитов, посадках и восстановлении леса и др.

Активные методы заключаются в искусственном провоцировании схода лавины в заранее выбранное время и при соблюдении мер безопасности. С этой целью производится обстрел головных частей потенциальных срывов лавины разрывными снарядами или минами, организуются взрывы направленного действия, используются сильные источники звука. В лавиноопасных регионах могут создаваться *Противолавинные служ-*

бы, предусматривается система оповещения и разрабатываются планы мероприятий по защите от лавин.

Извержение вулканов

Совокупность явлений, связанных с перемещением магмы в земной коре и на ее поверхности, называется вулканизмом.

Магма (от греч. *магма*- густая мазь) - это расплавленная масса преимущественно силикатного состава, образующаяся в глубинных зонах Земли. Достигая земной поверхности, магма изливается в виде лавы.

Лава отличается от магмы отсутствием газов, улетучивающихся при извержении. Вулканы (по имени бога огня Вулкана) представляют геологические образования, возникающие над каналами и трещинами в земной коре, по которым извергается на земную поверхность магма. Обычно вулканы представляют отдельные горы, сложенные продуктами извержений.

Вулканы разделяются на *действующие, уснувшие и потухшие*.

К *уснувшим* относятся вулканы, об извержениях которых нет сведений, но они сохранили свою форму и под ними происходят локальные землетрясения.

Потухшие - это различные вулканы без какой-либо вулканической активности.

Магматические очаги находятся в мантии на глубине 50-70 км или в земной коре на глубине 5-6 км.

Извержения вулканов бывают *длительными и кратковременными*. Продукты извержения (газообразные, жидкие и твердые) выбрасываются на высоту 1-5 км и переносятся на большие расстояния. Концентрация вулканического пепла бывает настолько большой, что возникает темнота, подобная ночной. Объем излившейся лавы достигает десятков км³. Известно извержение вулкана Везувия в августе 79 г., в результате которого погиб город Помпеи. Толщина слоя вулканического пепла, покрывшего этот город, составляет 8 м.

Существуют следующие типы извержений: *эффузивный (гавайский), смешанный (стромболианский), экструзивный (купольный)*.

Замечена взаимозависимость между вулканической деятельностью и землетрясениями,

Основой прогноза извержения являются *сейсмические толчки*, характеризующие начало извержения.

Основные опасности - лавовые фонтаны, потоки горячей лавы, раскаленные газы. Взрывы вулканов могут инициировать оползни, обвалы, лавины, а на морях и океанах - цунами.

Профилактические мероприятия состоят в изменении характера землепользования, строительстве дамб, отводящих потоки лавы, в бомбардировке лавового потока для перемешивания лавы с землей и превращения ее в менее жидкую и др.

Оползни

Оползень- скользящее смещение вниз по уклону под действием сил тяжести масс грунта, формирующих склоны холмов, гор, речные, озерные и морские террасы.

По механизму оползневого процесса выделяют такие типы оползней: сдвиг, выдавливание, гидравлический вынос и др.

По глубине залегания поверхностного скольжения различают оползни: поверхностные - до 1 м, мелкие - до 5 м, глубокие - до 20 м, очень глубокие - свыше 20м.

По мощности, вовлекаемой в процесс массы горных пород, оползни распределяют на: малые - до 10 тыс. м³, крупные - от 101 до 1000 тыс. м³, очень крупные - свыше 1000 тыс. м³.

По скорости движения оползни бывают: быстрые (время развития измеряется секундами или минутами), средней скорости (минуты, часы), медленные (дни, годы).

Оползни формируются, как правило, на участках, сложенных чередующимися водоупорными и водоносными породами грунта. Оползни возникают вследствие нарушения равновесия пород. Когда силы сцепления на поверхности скольжения становятся меньше составляющей силы тяжести, масса начинает движение. Опасность оползней заключается в том, что огромные массы почво-грунтов, внезапно смещаясь, могут привести к разрушению зданий и сооружений и большим жертвам.

Побудителями оползневых процессов являются землетрясения, вулканы, строительные работы и др.

Предупреждение и защита от оползней предусматривает ряд пассивных и активных мероприятий.

К пассивным относят мероприятия охранно-ограничительного вида: запрещение строительства, производства взрывных работ, надрезки оползневых склонов.

К активным мероприятиям относят устройство различных инженерных сооружений: подпорных стенок, свайных рядов и т. п. В опасных местах предусматривается система наблюдения и оповещения населения, а также действия соответствующих служб по организации аварийно-спасательных работ.

Карстовые явления.

Они проявляются в процессе растворения, выщелачивания или механическом размывании пород грунта подземными водами, в результате чего в толще земли образуются пустоты, пещеры, вертикальные воронки и колодцы, а на поверхности земли создаются просадки и провалы. Карст образуется только при наличии в толще земли легко размываемых пород - известняков, доломитов, мела, гипса, а также некоторых рыхлых пород, как, например, лёсса.

Образующиеся вследствие карстовых явлений на поверхности земли просадки и провалы изменяют естественный рельеф, создавая неровности с колодцами и воронками. Просадки и провалы вызывают разрушение зданий, коммуникаций и инженерных сооружений. Наличие карстовых явлений, возможность и вероятность возникновения просадок и провалов на поверхности земли, отсутствие уверенности в стабильности рельефа усложняют градостроительное использование территорий и приводят к планировочным ограничениям в жилой и промышленной застройке.

Просадки и провалы.

Помимо рассмотренных карстовых явлений, на ряде территорий России и даже в некоторых городах наблюдаются просадки, а иногда провалы грунта.

Просадки представляют собой незначительные вертикальные смещения поверхности территории, возникающие в результате уплотнения грунта. При провалах вертикальные смещения грунта достигают нескольких десятков метров (до 50 м и более). Явление просадочности может быть вызвано двумя факторами: хозяйственная деятельность человека и свойства некоторых горных пород.

Провалы обычно возникают вследствие образовавшихся в земных недрах пустот, нарушивших равновесие окружающих пород (подземные выработки полезных ископаемых). Просадки и провалы в районах горных подземных выработок имеют место в Свердловской области, в Кузбассе и некоторых других районах России.

Многие города и рабочие поселки расположены на территориях с подземными выработками, осуществляемыми при добыче полезных ископаемых. В своем развитии выработки часто оказываются непосредственно под территорией города.

6.2 Гидросферные опасности

Наводнения

Половодьем называют ежегодно повторяющееся в один и тот же сезон относительно длительное увеличение водоносности рек, сопровождающееся повышением уровня воды.

Паводок - сравнительно кратковременное и непериодическое поднятие уровня воды.

Следующие один за другим паводки могут образовать *половодье*, а последнее - *наводнение*.

Значительное затопление водой местности в результате подъема уровня воды в реке, озере или море, вызываемого различными причинами, называется **наводнением**.

Наводнение - наиболее распространенная природная опасность. Наводнение на реке происходит от резкого возрастания количества воды вследствие таяния снега или ледников, расположенных в ее бассейне, а также в результате выпадения обильных осадков. Наводнения нередко вызываются загромождением русла льдом при ледоходе (затор) или закупориванием русла внутренним, льдом под неподвижным ледяным покровом и образованием ледяной пробки (зажор). Наводнения нередко возникают под действием ветров, нагоняющих воду с моряи вызывающих повышение уровня за счет задержки в устье приносимой рекой воды. Эти наводнения называют *нагонными*.

Наводнения такого типа наблюдались в дельте Невы (1824, 1924 гг.), в Голландии, в Англии, в Гамбурге и других регионах земного шара.

На морских побережьях и островах наводнения могут возникнуть в результате затопления волной, образующейся при землетрясениях, извержениях вулканов, цунами.

Наводнения угрожают почти 3/4 земной суши. По данным ЮНЕСКО, от речных наводнений погибло в 1947-67 гг. около 200 000 человек. Специалисты считают, что людям грозит опасность, когда слой воды достигает 1м, а скорость потока превышает 1 м/с. Подъем воды на 3 м уже приводит к разрушению домов. Наводнения приносят и большой материальный ущерб. Наводнения постоянно сопровождают человечество.

Наводнения на реках по высоте подъема воды, площади затопления и величине ущерба делят на 4 категории: низкие (малые), высокие (средние), выдающиеся (большие) и катастрофические. Существует классификация наводнений по признаку причин: ливневые, запорные, селевые, нагонные, завальные, аварии на гидротехнических сооружениях.

Частота наводнений различна в различных регионах. Низкие наводнения повторяются через 5-10 лет, высокие - через 20-25 лет, выдающиеся - через 50-100 лет, катастрофические не чаще одного раза в 100-200 лет. Продолжительность наводнений от нескольких дней до 80-90 дней.

Вторичными последствиями наводнений являются загрязнения воды и местности веществами из разрушенных и затопленных хранилищ, промышленных и сельскохозяйственных предприятий, массовые заболевания людей и животных, аварии на транспортных и инженерных коммуникациях, оползни, обвалы и даже изменения ландшафта.

Защита людей в условиях наводнений включает оповещение, эвакуацию людей и другие мероприятия в соответствии с планами борьбы с наводнениями и защиты населения. Наиболее эффективный способ борьбы с речными наводнениями - регулирование речного стока путем создания водохранилищ.

Цунами

Цунами — это гравитационные волны очень большой длины, возникающие в результате сдвига вверх или вниз протяженных участков дна при сильных подводных землетрясениях, реже вулканических извержениях.

В силу малой сжимаемости воды и быстроты процесса деформации участков дна опирающийся на них столб воды также смещается, не успевая растечься, в результате чего на поверхности воды образуется некоторое возвышение или понижение. Образовавшееся возмущение переходит в колебательное движение толщи воды, распространяющееся со скоростью, пропорциональной квадратному корню из глубины моря (50-1000 км/ч). Расстояние между соседними гребнями волн находится в пределах 5...1500 км. Высота волн в области их возникновения находится в пределах 0,1-5 м, у побережья - до 10 м, а в клинообразных бухтах, долинах рек - свыше 50 м. В глубь суши цунами могут распространяться до 3 км.

Известно более 1000 случаев цунами, из них около 100 с катастрофическими последствиями.

Основной район, где проявляются цунами - побережье Тихого океана (80% случаев), а также Атлантический океан и реже Средиземное море. Цунами очень быстро достигают берега. Обладая большой энергией, достигающей иногда 10^{20} эрг, цунами производят большие разрушения и представляют угрозу для людей.

Надежной защиты от цунами нет. Мероприятиями по частичной защите является сооружение волнорезов, молов, насыпей, посадка лесных полос, устройство гаваней. Цунами не опасно для судов в открытом море.

Важное значение для защиты населения от цунами имеют службы предупреждения о приближении волн, основанные на опережающей регистрации землетрясений береговыми сейсмографами.

6.3 Атмосферные опасности

Газовая среда вокруг Земли, вращающаяся вместе с нею, называется **атмосферой**.

Состав ее у поверхности Земли: 78,1% азота, 21% кислорода, 0,9% аргона, в незначительных долях процента углекислый газ, водород, гелий, неон и др. газы. В нижних 20 км содержится водяной пар. На высоте 20-25 км расположен слой озона, который предохраняет живые организмы на Земле от вредного коротковолнового излучения. Выше 100 км молекулы газов разлагаются на атомы и ионы, образуя ионосферу. В зависимости от распределения температуры атмосферу подразделяют на *тропосферу*, *стратосферу*, *мезосферу*, *термосферу*, *экзосферу*.

Неравномерность нагревания способствует общей циркуляции атмосферы, которая влияет на погоду и климат Земли. Сила ветра у земной поверхности оценивается по шкале Бофорта.

Атмосферное давление распределяется неравномерно, что приводит к движению воздуха относительно Земли от высокого давления к низкому. Это движение называется ветром. По определению специалистов циклон - это замкнутая область атмосферного возмущения с пониженным давлением в центре и вихревым движением воздуха. Область пониженного давления в атмосфере с минимумом в центре называется **циклоном**. Циклон в поперечнике достигает нескольких тысяч километров. В Северном полушарии ветры в циклоне дуют против часовой стрелки, а в Южном - по часовой. Погода при циклоне преобладает пасмурная, с сильными ветрами.

Антициклон- это область повышенного давления в атмосфере с максимумом в центре. Поперечник антициклона составляет несколько тысяч километров. Антициклон характеризуется системой ветров, дующих по часовой стрелке в Северном полушарии и против - в Южном, малооблачной и сухой погодой и слабыми ветрами.

Разрушительное действие циклонов определяется дождевыми осадками (снегом) и скоростным напором ветра. Согласно строительным нормам, максимальное нормативное значение ветрового давления для территории России составляет 0,85 кПа, что при нормальной плотности воздуха $1,22 \text{ кг/м}^3$ соответствует скорости ветра 37,3 м/с. Однако, как показывает практика, далеко не все сооружения выдерживают ветер даже меньшей силы. Велика также разрушительная сила ударов от предметов, уносимых сильными ветрами.

Зимой при прохождении циклонов возникают метели. В соответствии с силой ветра метели делят на пять категорий: слабые, обычные, сильные, очень сильные и сверхсильные. В зависимости от того, как снег переносится ветром, различают несколько видов метели: верховая, низовая и общая метели.

Для людей большую опасность представляют сильные метели в тот момент, когда они находятся вне населенных пунктов на открытой местности.

Воздействие ветра небезопасно, поэтому его приходится учитывать в повседневной жизни. Так, на Камчатке при скорости ветра 30 м/с и более, по распоряжению местных органов, прекращают работу школьные учреждения, детские сады и ясли, а при ветре более 35 м/с не выходят на работу женщины. При проектировании сооружений предусматривают, чтобы они могли противостоять самым сильным ветрам. Для территории России максимальное значение скорости ветра при проектировании зданий и сооружений принято 37,3 м/с или 134 км/ч, что соответствует силе ветра в 12 баллов.

В атмосфере имеют место следующие электрические явления: *ионизация воздуха, электрическое поле атмосферы, электрические заряды облаков, токи и разряды.*

В результате естественных процессов, происходящих в атмосфере, на Земле наблюдаются явления, которые представляют непосредственную опасность или затрудняют функционирование систем человека. К таким атмосферным опасностям относятся туманы, гололед, молнии, ураганы, бури, смерчи, град, метели, торнадо, ливни и др.

Гололед - слой плотного льда, образующийся на поверхности земли и на предметах (проводах, конструкциях) при замерзании на них переохлажденных капель тумана или дождя. Обычно гололед наблюдается при температурах воздуха от 0 до -3°C , но иногда и более низких. Корка замерзшего льда может достигать толщины нескольких сантиметров. Под действием веса льда могут разрушаться конструкции, обламываться сучья. Гололед повышает опасность для движения транспорта и людей.

Туман - скопление мелких водяных капель или ледяных кристаллов, или тех и других в *приземном слое атмосферы* (иногда до высоты в несколько сотен метров), понижающее горизонтальную видимость до 1 км и менее. В очень плотных туманах видимость может понижаться до нескольких метров. Туманы образуются в результате конденсации или сублимации водяного пара на аэрозольных (жидких или твердых) частицах, содержащихся в воздухе (т. н. ядрах конденсации). Туман из водяных капель наблюдается главным образом при температурах воздуха выше -20°C . При температуре ниже -20°C преобладают ледяные туманы. Большинство капель тумана имеет радиус 5-15 мкм при положительной температуре воздуха и 2-5 мкм при отрицательной температуре. Количество капель в 1 см^3 воздуха колеблется от 50-100 в слабых туманах и до 500-600 в плотных. Туманы по их физическому генезису подразделяются на туманы охлаждения и туманы испарения.

По синоптическим условиям образования различают туманы внутримассовые, формирующиеся в однородных воздушных массах, и туманы фронтальные, появление которых связано с фронтами атмосферными. Преобладают туманы внутримассовые.

В большинстве случаев это туманы охлаждения, причем их делят на радиационные и адвективные. Радиационные туманы образуются над сушей при понижении температуры вследствие радиационного охлаждения земной поверхности, а от нее и воздуха. Наиболее часто они образуются в антициклонах. Адвективные туманы образуются вследствие охлаждения теплого влажного воздуха при его движении над более холодной поверхностью суши или воды. Адвективные туманы развиваются как над сушей, так и над морем, чаще всего в теплых секторах циклонов. Адвективные туманы устойчивее, чем радиационные.

Фронтальные туманы образуются вблизи атмосферных фронтов и перемещаются вместе с ними. Туманы препятствуют нормальной работе всех видов транспорта. Прогноз туманов имеет важное значение в безопасности.

Грозы. Они являются довольно распространенным и опасным атмосферным явлением. На всей Земле ежегодно проходит порядка 16 млн. гроз и каждую секунду сверкает около 100 молний. Разряд молнии чрезвычайно опасен. Он может вызвать разрушения, пожары и гибель людей.

Установлено, что средняя продолжительность одного грозового цикла составляет примерно 30 мин, а электрический заряд каждой вспышки молнии соответствует 20...30 Кл (иногда до 80 Кл). На равнинной местности грозовой процесс включает образование молний, направленных от облаков к земле. Заряд движется вниз ступеньками длиной по 50... 100 м, пока не достигнет земли. Когда до земной поверхности остается примерно 100 м, молния «нацеливается» на какой-либо возвышающийся предмет.

Своеобразным электрическим явлением является шаровая молния. Она имеет форму светящегося шара диаметром 20...30 см, движущегося по неправильной траектории и исчезающего беззвучно или со взрывом. Шаровая молния существует несколько секунд, но может вызвать разрушения и человеческие жертвы. В Подмосковье, например, ежегодно из-за грозовых разрядов в летний период происходит около 50 пожаров.

Существует два вида воздействия молнии на объекты: воздействие прямого удара молнии и воздействие вторичных проявлений молнии. Прямой удар сопровождается выделением большого количества теплоты и вызывает разрушение объектов и воспламенение паров легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), различных сгораемых материалов, а также сгораемых конструкций зданий и сооружений.

Под вторичным проявлением молнии подразумеваются явления, которые сопровождаются проявлением разности потенциалов на металлических конструкциях, трубах и проводах внутри зданий, не подвергшихся прямому удару молний. Высокие потенциалы, наведенные молнией, создают опасность искрения между конструкциями и оборудованием. При наличии взрывоопасной концентрации паров, газов или пыли сгораемых веществ это приводит к воспламенению или взрыву.

Гром - звук в атмосфере, сопровождающий разряд молнии. Вызывается колебаниями воздуха под влиянием мгновенного повышения давления на пути молнии.

Молния - это гигантский электрический искровой разряд в атмосфере, проявляющийся обычно яркой вспышкой света и сопровождающим ее громом.

Наиболее часто молнии возникают в кучево-дождевых облаках. В раскрытие природы молнии внесли вклад американский физик Б. Франк-

лин (1706-1790), русские ученые М. В. Ломоносов (1711-1765) и Г. Рихман (1711-1753), погибший от удара молнии при исследованиях атмосферного электричества.

Молнии делятся на внутриоблачные, т. е. проходящие в самих грозовых облаках, и наземные, т. е. ударяющие в землю. Процесс развития наземной молнии состоит из нескольких стадий.

На первой стадии в зоне, где электрическое поле достигает критического значения, начинается ударная ионизация, создаваемая вначале свободными электронами, всегда имеющимися в небольшом количестве в воздухе, которые под действием электрического поля приобретают значительные скорости по направлению к земле и, сталкиваясь с атомами воздуха, ионизируют их. Таким образом, возникают электронные лавины, переходящие в нити электрических разрядов - стримеры, представляющие собой хорошо проводящие каналы, которые, соединяясь, дают начало яркому термоионизированному каналу с высокой проводимостью - ступенчатому лидеру. Движение лидера к земной поверхности происходит ступенями в несколько десятков метров со скоростью $5 \cdot 10^7$ м/с, после чего его движение приостанавливается на несколько десятков мксек, а свечение сильно ослабевает. В последующей стадии лидер снова продвигается на несколько десятков метров, яркое свечение при этом охватывает все пройденные ступени. Затем снова следует остановка и ослабление свечения. Эти процессы повторяются при движении лидера до поверхности земли со средней скоростью $2 \cdot 10^5$ м/сек. По мере продвижения лидера к земле напряженность поля на его конце усиливается и под его действием из выступающих на поверхности земли предметов выбрасывается ответный стример, соединяющийся с лидером. На этом явлении основано создание молниеотвода.

В заключительной стадии по ионизированному лидером каналу следует обратный, или главный разряд молнии, характеризующийся токами от десятков до сотен тысяч ампер, сильной яркостью и большой скоростью продвижения. Температура канала при главном разряде может превышать $25\,000^\circ\text{C}$, длина канала молнии 1-10 км, диаметр - несколько сантиметров. Такие молнии называются затяжными. Они наиболее часто бывают причиной пожаров. Обычно молния состоит из нескольких повторных разрядов, общая длительность которых может превышать 1 с.

Внутриоблачные молнии включают в себя только лидерные стадии, их длина от 1 до 150 км. Вероятность поражения молнией наземного объекта растет по мере увеличения его высоты и с увеличением электропроводности почвы. Эти обстоятельства учитываются при устройстве молниеотвода.

Молнии, как линейная, так и шаровая, могут быть причиной тяжелых травм и гибели людей. Удары молний могут сопровождаться разру-

шениями, вызванными ее термическими и электродинамическими воздействиями. Наибольшие разрушения вызывают удары молний в наземные объекты при отсутствии хороших токопроводящих путей между местом удара и землей. От электрического пробоя в материале образуются узкие каналы, в которых создается очень высокая температура, и часть материала испаряется со взрывом и последующим воспламенением. Наряду с этим возможно возникновение больших разностей потенциалов между отдельными предметами внутри строения, что может быть причиной поражения людей электрическим током. Весьма опасны прямые удары молний в воздушные линии связи с деревянными опорами, так как при этом могут возникать разряды с проводов и аппаратуры (телефон, выключатели) на землю и другие предметы, что может привести к пожарам и поражению людей электрическим током. Прямые удары молнии в высоковольтные линии электропроводов могут быть причиной коротких замыканий. Опасно попадание молнии в самолеты. При ударе молнии в дерево могут быть поражены находящиеся вблизи него люди.

Разряды атмосферного электричества способны вызывать взрывы, пожары и разрушения зданий и сооружений, что привело к необходимости разработки специальной системы молниезащиты.

Молниезащита- комплекс защитных устройств, предназначенных для обеспечения безопасности людей, сохранности зданий и сооружений, оборудования и материалов от разрядов молнии.

Молния способна воздействовать на здания и сооружения прямыми ударами (первичное воздействие), которые вызывают непосредственное повреждение и разрушение, и вторичными воздействиями - посредством явлений электростатической и электромагнитной индукции. Высокий потенциал, создаваемый разрядами молнии, может заноситься в здания также по воздушным линиям и различным коммуникациям.

Здания защищаются от прямых ударов молнии молниеотводами. *Зонной защиты, молниеотвода* называют часть пространства, примыкающую к молниеотводу, внутри которого здание или сооружение защищено от прямых ударов молнии с определенной степенью надежности. Зона защиты А обладает степенью надежности 99,5% и выше, а зона-защиты Б - 95% и выше.

Молниеотводы состоят из молниеприемников (воспринимающих на себя разряд молнии), заземлителей, служащих для отвода тока молнии в землю, и токоотводов, соединяющих молниеприемники с заземлителями.

Молниеотводы могут быть отдельно стоящими или устанавливаться непосредственно на здании или сооружении. По типу молниеприемника их подразделяют на стержневые, тросовые и комбинированные. В зависимости от числа действующих на одном сооружении молниеотводов, их подразделяют на одиночные, двойные и многократные.

Молниеприемники стержневых молниеотводов устраивают из стальных стержней различных размеров и форм сечения. Минимальная площадь сечения молниеприемника- 100 мм^2 , чему соответствует круглое сечение стержня диаметром 12 мм, полосовая сталь 35 х 3 мм или газовая труба со сплюснутым концом.

Молниеприемники тросовых молниеотводов выполняют из стальных многопроволочных тросов сечением не менее 35 мм^2 (диаметр 7 мм).

В качестве молниеприемников можно использовать также металлические конструкции защищаемых сооружений - дымовые и другие трубы, дефлекторы (если они не выбрасывают горючие пары и газы), металлическую кровлю и другие металлоконструкции, возвышающиеся над зданием или сооружением.

Заземлители молниеотводов служат для отвода тока молнии в землю, и от их правильного и качественного устройства зависит эффективная работа молниезащиты.

Конструкция заземлителя принимается в зависимости от требуемого импульсного сопротивления с учетом удельного сопротивления грунта и удобства его укладки в грунте. Для обеспечения безопасности рекомендуется ограждать заземлители или во время грозы не допускать людей к заземлителям на расстояние менее 5-6 м. Заземлители следует располагать вдали от дорог, тротуаров и т. д.

Град — вид атмосферных осадков, состоящих из сферических частиц или кусочков льда (градин) размером от 5 до 55 мм, встречаются градины размером 130 мм и массой около 1 кг. Плотность градин $0,5-0,9 \text{ г/см}^3$. В 1 мин на 1 м^2 падает 500-1000 градин. Продолжительность выпадения града обычно 5-10 мин, редко — до 1 ч.

Разработаны радиологические методы определения градоносности и градоопасности облаков и созданы оперативные службы борьбы с градом. Борьба с градом основана на принципе введения с помощью ракет или снарядов в облако реагента (обычно йодистого свинца или йодистого серебра), способствующего замораживанию переохлажденных капель. В результате появляется огромное количество искусственных центров кристаллизации. Поэтому градины получаются меньших размеров и они успевают растаять еще до падения на землю.

Ураганы

Ураган- это циклон, у которого давление в центре очень низкое, а ветры достигают большой и разрушительной силы. Скорость ветра может достигать 25 км/ч. Иногда ураганы на суше называют бурей, а на море - штормом, тайфуном.

Они представляют собой явление морское и наибольшие разрушения от них бывают вблизи побережья. Но они могут проникать и далеко на сушу. Ураганы могут сопровождаться сильными дождями, наводнениями,

в открытом море образуют волны высотой более 10 м, штормовыми нагонами. Особой силой отличаются тропические ураганы, радиус ветров которых может превышать 300 км.

Ураганы - явление сезонное. Ежегодно на Земле развивается в среднем 70 тропических циклонов. Средняя продолжительность урагана около 9 дней, максимальная - 4 недели.

Буря

Буря- это очень сильный ветер, приводящий к большому волнению на море и к разрушениям на суше. Буря может наблюдаться при прохождении циклона, смерча.

Скорость ветра у земной поверхности превышает 20 м/с и может достигать 100 м/с. В метеорологии применяется термин «шторм», а при скорости ветра больше 30 м/с - ураган. Кратковременные усиления ветра до скоростей 20-30 м/с называются шквалами.

Смерчи

Смерч- это атмосферный вихрь, возникающий в грозовом облаке и затем распространяющийся в виде темного рукава или хобота по направлению к поверхности суши или моря

В верхней части смерч имеет воронкообразное расширение, сливающееся с облаками. Когда смерч опускается до земной поверхности, нижняя часть его тоже, иногда становится расширенной, напоминающей опрокинутую воронку. Высота смерча может достигать 800-1500 м. Воздух в смерче вращается и одновременно поднимается по спирали вверх, втягивая пыль или воду. Скорость вращения может достигать 330 м/с. В связи с тем, что внутри вихря давление уменьшается, то происходит конденсация водяного пара. При наличии пыли и воды смерч становится видимым. Диаметр смерча над морем измеряется десятками метров, над сушей - сотнями метров. Смерч возникает обычно в теплом секторе циклона и движется вместе с циклоном со скоростью 10-20 м/с. Смерч проходит путь длиной от 1 до 40-60 км. Смерч сопровождается грозой, дождем, градом и, если достигает поверхности земли, почти всегда производит большие разрушения, всасывает в себя воду и предметы, встречающиеся на его пути, поднимает их высоко вверх и переносит на большие расстояния. Предметы в несколько сотен килограммов легко поднимаются смерчем и переносятся на десятки километров. Смерч на море представляет опасность для судов.

Смерчи над сушей называются *тромбами*, в США их называют *торнадо*. Как и ураганы, смерчи опознают со спутников погоды.

Для визуальной оценки силы (скорости) ветра в баллах по его действию на наземные предметы или по волнению на море английский адмирал Ф. Бофорт в 1806 г. разработал условную шкалу, которая после изменений

и уточнений в 1963 г. была принята Всемирной метеорологической организацией и широко применяется в синоптической практике.

6.4 КОСМИЧЕСКИЕ ОПАСНОСТИ

Космос - один из элементов, влияющих на земную жизнь. Рассмотрим некоторые опасности, угрожающие человеку из космоса.

Астероиды- это малые планеты, диаметр которых колеблется в пределах 1-1000 км.

В настоящее время известно около 300 космических тел, которые могут пересекать орбиту Земли. Всего по прогнозам астрономов в космосе существует примерно 300 тыс. астероидов и комет.

Встреча нашей планеты с такими небесными телами представляет серьезную угрозу для всей биосферы. Расчеты показывают, что удар астероида диаметром около 1 км сопровождается выделением энергии, в десятки раз превосходящей весь ядерный потенциал, имеющийся на Земле. Энергия одного удара оценивается величиной 10^{23} эрг. Поэтому во многих странах ведутся работы по проблемам астероидной опасности и техногенному засорению космического пространства, направленные на прогнозирование и предотвращение столкновений массивных тел с Землей.

Основным средством борьбы с астероидами и кометами, сближающимися с Землей, является ракетно-ядерная технология. В зависимости от размеров опасных космических объектов (ОКО) и используемых для их обнаружения информационных средств располагаемое на организацию противодействия время может изменяться в широких пределах от нескольких суток до нескольких лет. С учетом операций на обнаружение, уточнение траектории и характеристик ОКО, а также запуск и подлетное время средств перехвата требуемая дальность обнаружения ОКО должна составлять 150 млн. км от Земли.

Предлагается разработать систему планетарной защиты от астероидов и комет, которая основана на двух принципах защиты, а именно изменение траектории ОКО или разрушение его на несколько частей. Поэтому на первом этапе разработки системы защиты Земли от метеоритной и астероидной опасности предполагается создать службу наблюдения за их движением с таким расчетом, чтобы обнаруживать объекты размером около 1 км за год-два до его подлета к Земле. На втором этапе необходимо рассчитать его траекторию и проанализировать возможность столкновения с Землей. Если вероятность такого события велика, то необходимо принимать решение по уничтожению или изменению траектории этого небесного тела. Для этой цели предполагается использовать межконтинентальные баллистические ракеты с ядерной боеголовкой. Современный

уровень космических технологий позволяет создать такие системы перехвата.

Тела размером порядка 100 м могут появиться в непосредственной близости от Земли достаточно внезапно. В этом случае избежать столкновения путем изменения траектории практически нереально. Единственная возможность предотвратить катастрофу - это разрушить тела на несколько мелких фрагментов.

Солнечная радиация.

Огромное влияние на земную жизнь оказывает *солнечная радиация*.

Солнечная радиация является мощным оздоровительным и профилактическим фактором. Распределение солнечной радиации на разных широтах служит важным показателем, характеризующим различные климатогеографические зоны, что учитывается в гигиенической практике при решении ряда вопросов, связанных с градостроительством и т. д.

Вся совокупность биохимических, физиологических реакций, протекающих при участии энергии света, носит название *фотобиологических процессов*. Фотобиологические процессы в зависимости от их функциональной роли могут быть условно разделены на три группы.

Первая группа обеспечивает синтез биологически важных соединений (например, фотосинтез).

Ко второй группе относятся фотобиологические процессы, служащие для получения информации и позволяющие ориентироваться в окружающей обстановке (зрение, фототаксис, фотопериодизм).

Третья группа - процессы, сопровождающиеся вредными для организма последствиями (например, разрушение белков, витаминов, ферментов, появление вредных мутаций, онкогенный эффект). Известны стимулирующие эффекты фотобиологических процессов (синтез пигментов, витаминов, фотостимуляция клеточного состава). Активно изучается проблема фотосенсибилизирующего эффекта. Изучение особенностей взаимодействия света с биологическими структурами создало возможность для использования лазерной техники в офтальмологии, хирургии и т. д.

Наиболее активной в биологическом отношении является ультрафиолетовая часть солнечного спектра, которая у поверхности Земли представлена потоком волн в диапазоне от 290 до 400 нм. Интенсивность УФ-излучения у поверхности Земли не всегда постоянна и зависит от географической широты местности, времени года, состояния погоды, степени прозрачности атмосферы. При облачной погоде интенсивность УФ-излучения у поверхности Земли может снижаться до 80%; за счет запыленности атмосферного воздуха эта потеря составляет от 11 до 50%.

Бактерицидное действие искусственного УФ-излучения используется также для обеззараживания питьевой воды. При этом органолептиче-

ские свойства воды не изменяются, в нее не вносятся посторонние химические вещества.

Однако действие УФ-излучения на организм и окружающую среду не ограничивается лишь благоприятным влиянием. Известно, что чрезмерное солнечное облучение приводит к развитию выраженной эритемы с отеком кожи и ухудшением состояния здоровья. Наиболее частым поражением глаз при воздействии УФ-лучей является фотоофтальмия. В этих случаях возникает гиперемия, конъюнктивиты, появляются блефароспазм, слезотечение и светобоязнь. Подобные поражения встречаются за счет отражения лучей солнца от поверхности снега в арктических и высокогорных районах («снеговая слепота»). Известен фотосенсибилизирующий эффект у лиц, особо чувствительных к воздействию УФ-лучей, при работе с каменноугольным пеком. Повышение чувствительности к УФ-лучам наблюдается у больных со свинцовой интоксикацией, у детей, перенесших корь и т. д.

За последние годы в специальной литературе освещается вопрос о повышенной частоте возникновения рака кожи у лиц, постоянно подвергающихся избыточному солнечному облучению. В качестве аргумента приводятся сведения о большой частоте случаев рака кожи в южных районах по сравнению с распространением его на севере. Случаи рака кожи у виноградарей Бордо с преимущественным поражением кожи рук и лица связывают с постоянным и интенсивным солнечным облучением открытых частей тела.

Длинноволновая часть солнечного спектра представлена ИК-излучением. По биологической активности ИК-лучи делятся на коротковолновые с диапазоном волн от 760 до 1400 нм, средневолновые с диапазоном длин волн 1500-3000 нм и длинноволновые с диапазоном волн от 3000 до 1-2 мм. ИК-излучение оказывает на организм тепловое воздействие. Чем короче длина волн, тем глубже проникновение их в ткани, но субъективное ощущение тепла и чувство жжения менее выражены. Напротив, длинноволновое ИК-излучение поглощается преимущественно поверхностными слоями кожи, где сосредоточены терморецепторы; чувство жжения при этом выражено. Наиболее неблагоприятное воздействие ИК-излучения проявляется в производственных условиях, где его мощность может во много раз превышать уровень, возможный в естественных условиях. Отмечено, что у рабочих горячих цехов, стеклодувов, имеющих контакт с мощными потоками ИК-излучения, понижается электрическая чувствительность глаза, увеличивается скрытый период зрительной реакции и т. д. ИК-лучи при длительном воздействии вызывают и органические изменения органа зрения, ИК-излучение с длиной волны в 1500-1700 нм достигает роговицы и передней камеры глаза; более короткие лучи с длиной волны до 1300 нм проникают до хрусталика; в тяжелых случаях

возможно развитие тепловой катаракты. Естественно, что это действие возможно лишь при отсутствии надлежащих мер защиты рабочих. Отсюда одной из важнейших задач санитарного врача на соответствующих предприятиях является предупреждение возникновения заболеваний, связанных с неблагоприятными воздействиями ИК-излучения.

7.ТЕХНОСФЕРНЫЕ ОПАСНОСТИ

Отходы промышленности, сельского хозяйства и средств транспорта оказывают значительное негативное влияние на все компоненты природной среды: атмосферу, гидросферу и литосферу. Под воздействием отходов загрязняются воздух, вода, почва, разрушаются и гибнут флора и фауна, при этом в природе возникают значительные несвойственные ей негативные явления и процессы.

Так, в атмосфере образуются кислотные осадки, фотохимический смог, возникает парниковый эффект и разрушается озоновый слой; в гидросфере происходит эвтрофирование водоемов; в литосфере — нарушение кислотности почв, растворение тяжелых металлов, возникновение отвалов и свалок.

Все это существенно снижает качество окружающей человека среды, негативно влияет на его здоровье. Сейчас в негативной среде (некачественные воздух, вода и т. д.) живут 40 млн. россиян, из них в опасной среде - 1 млн человек (Медведев Д. А., 2008 г.).

Постоянные локально-действующие техносферные опасности, как правило, возникают от избыточных материальных или энергетических потоков (выбросы вредных веществ, шумы, вибрации, ЭМП и т. п. на рабочих местах, в зоне эксплуатации средств транспорта и связи, других объектов экономики). Их влияние характеризуется длительным, а иногда и сочетанным действием различных факторов.

7.1 ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

К вредным относят вещества и соединения (далее вещество), которые при контакте с организмом человека могут вызывать заболевания как в процессе контакта, так и в отдаленные сроки жизни настоящих и последующих поколений. **Опасность вещества**- это возможность возникновения неблагоприятных для здоровья эффектов в реальных условиях производства или иного применения химических соединений.

Химические вредные вещества (органические, неорганические, элементорганические) в зависимости от их практического использования подразделяются на следующие виды:

- промышленные яды, используемые в производстве, например, органические растворители (дихлорэтан), топливо (пропан, бутан), красители (анилин);
- ядохимикаты, используемые в сельском хозяйстве, например, пестициды;

- бытовые химикаты, используемые в виде средств санитарии, личной гигиены;
- биологические растительные и животные яды, которые содержатся в растениях и грибах, у животных и насекомых (змей, пчел, скорпионов);
- отравляющие вещества (ОВ), например, зарин, иприт, фосген.

Токсическое действие вредных веществ характеризуется показателями токсикометрии, в соответствии с которыми вещества подразделяют на чрезвычайно токсичные, высокотоксичные, умеренно токсичные и малотоксичные. Эффект токсического действия различных веществ зависит от количества попавшего в организм вещества, его физических свойств, длительности поступления, химизма взаимодействия с биологическими средами (например, кровью). Кроме того, эффект зависит от пола, возраста, индивидуальной чувствительности, путей поступления и выведения, распределения в организме, а также от метеорологических условий и других сопутствующих факторов окружающей среды.

Токсический эффект при действии различных доз и концентраций ядов может проявиться функциональными и структурными изменениями или гибелью организма.

Опасность воздействия вредного вещества наступает при превышении его предельно допустимой концентрации - ПДК (дозы) ($C > \text{ПДК}$) во вдыхаемом воздухе (попадание в желудок). ПДК - это максимальная концентрация вредного вещества, которая за определенное время воздействия не влияет на здоровье человека и его потомство, а также на компоненты экосистемы и природное сообщество в целом.

7.2 АКУСТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Акустический шум

Акустический шум – беспорядочные звуковые колебания в атмосфере. Понятие акустического шума связано со звуковыми волнами (звуками), под которыми понимают распространяющиеся в окружающей среде и воспринимаемые ухом человека упругие колебания в частном диапазоне от 20 Гц до 20 кГц.

Шум оказывает влияние на весь организм человека. Шум с уровнем звукового давления до 30...35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40...70 дБ в условиях среды обитания создаёт значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, и при длительном действии может быть причиной неврозов. Воздействие шума уровнем свыше 75дБ может привести к потере слуха – профессиональной тугоухости. При действии шума высоких уров-

ней (более 140 дБ) возможен взрыв барабанных перепонки, контузия, а при ещё более высоких (более 160 дБ) и смерть.

Инфразвук

Эта область включает в себя колебания, не превышающие по частоте 20 Гц - нижней границы слухового восприятия человека. Инфразвуковые колебания возникают в разнообразных условиях и могут быть обусловлены как природными явлениями, например обдуванием ветром зданий, металлических конструкций, так и работой различных машин и механизмов. Высокие уровни инфразвука возникают вблизи работающих виброплощадок, внутри салонов автомобилей, движущихся со скоростями порядка 100 км/ч. Существует множество природных источников инфразвука: извержение вулканов, смерчи, штормы. Известно, что перед землетрясением люди, и особенно животные, испытывают чувство беспокойства. Штормы также оказывают на людей негативное воздействие.

Инфразвук даже небольшой мощности действует болезненно на уши, заставляет колебаться внутренние органы, поэтому человеку кажется, что внутри него все вибрирует. Воздействие инфразвука может приводить к ощущению головокружения, вялости, потери равновесия, тошноты.

Ультразвук

Ультразвук находит широкое применение в медицине, машиностроении и металлургии. По способу распространения ультразвук подразделяют на воздушный и контактный. По частотному спектру ультразвук классифицируют на низкочастотный - колебания $1,2 \cdot 10^4 \div 1,0 \cdot 10^5$ Гц и высокочастотный - свыше $1,0 \cdot 10^5$ Гц. В медицине применяют ультразвуковые исследования с частотой до $3 \cdot 10^6$ Гц.

Длительное систематическое влияние ультразвука, распространяющегося в воздухе, вызывает функциональные нарушения нервной, сердечнососудистой и эндокринной систем, слухового и вестибулярного анализаторов. Наиболее характерны жалобы на резкое утомление, головные боли и чувство давления в голове; затруднения при концентрации внимания; торможение мыслительного процесса; на бессонницу.

Контактное воздействие высокочастотного ультразвука на руки приводит к нарушению капиллярного кровообращения в кистях рук, снижению болевой чувствительности. Установлено, что ультразвуковые колебания могут вызвать изменения костной структуры с разрежением плотности костной ткани. При контактной передаче ультразвука на руки зарегистрированы профессиональные заболевания.

7.3 НЕИОНИЗИРУЮЩИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ И ИЗЛУЧЕНИЯ

Электромагнитное взаимодействие характерно для заряженных частиц. Переносчиком энергии между такими частицами являются фотоны электромагнитного поля или излучения. Длина электромагнитной волны λ (м) в воздухе связана с ее частотой f (Гц) соотношением $\lambda f = c$, где c – скорость света, м/с.

Электромагнитные поля и излучения разделяют на неионизирующие (в том числе лазерное излучение) и ионизирующие. Неионизирующие электромагнитные поля (ЭМП) и излучения (ЭМИ) имеют спектр колебаний с частотой до 10^{17} Гц, а ионизирующие – от 10^{17} до 10^{21} Гц.

Неионизирующие электромагнитные поля естественного происхождения являются постоянно действующим фактором. Источниками этих полей являются атмосферное электричество, радиоизлучения солнца и галактик, электрические и магнитные поля Земли. В условиях техносферы действуют также неионизирующие техногенные источники электрических и магнитных полей и излучений.

Основными источниками электромагнитных полей радиочастот являются радиотехнические объекты (РТО), телевизионные и радиолокационные станции (РЛС), термические цехи и участки (в зонах, примыкающих к предприятиям). ЭМП промышленной частоты чаще всего связаны с высоковольтными линиями (ВЛТ) электропередач, источниками магнитных полей, применяемыми на промышленных предприятиях.

Значительную опасность представляют магнитные поля, возникающие в зонах, прилегающих к электрифицированным железным дорогам. Магнитные поля высокой интенсивности обнаруживаются даже в зданиях, расположенных в непосредственной близости от этих зон.

В быту источниками ЭМП и излучений являются телевизоры, дисплеи, печи СВЧ, радиотелефоны и другие устройства, работающие в широком диапазоне частот. Электростатические поля в условиях пониженной влажности (менее 70 %) создают паласы, накидки, занавески и т. д. Микроволновые печи в промышленном исполнении не представляют опасности, однако неисправность их защитных экранов может существенно повысить утечки электромагнитного излучения. Экраны телевизоров и дисплеев как источники электромагнитного излучения в быту не опасны даже при длительном воздействии на человека, если расстояния от экрана превышают 30 см.

Воздействие электромагнитных полей на человека зависит от напряженностей электрического и магнитного полей, плотности потока энергии, частоты колебаний, режима облучения, размера облучаемой поверхности тела и индивидуальных особенностей организма. Установлено

также, что относительная биологическая активность импульсных излучений выше непрерывных. Опасность воздействия усугубляется тем, что оно не обнаруживается органами чувств человека.

Воздействие электростатического поля (ЭСП) на человека связано с протеканием через него слабого тока (несколько микроампер). При этом электротравм никогда не наблюдается. Однако вследствие рефлекторной реакции на электрический ток (резкое отстранение от заряженного тела) возможна механическая травма при ударе о рядом расположенные элементы конструкций, падении с высоты и т. д. Исследование биологических эффектов показало, что наиболее чувствительны к ЭСП центральная нервная система, сердечно-сосудистая система, анализаторы. Люди, работающие в зоне воздействия ЭСП, жалуются на раздражительность, головную боль, нарушение сна и др.

Воздействия МП могут быть постоянными от искусственных магнитных материалов и импульсными. Действие магнитных полей может быть непрерывным и прерывистым. Степень воздействия МП на работающих зависит от максимальной напряженности поля в пространстве около магнитного устройства или в зоне влияния искусственного магнита. Доза, полученная человеком, зависит от расположения его по отношению к МП и режима труда.

При действии переменного магнитного поля наблюдаются характерные зрительные ощущения, которые исчезают в момент прекращения воздействия. При постоянной работе в условиях хронического воздействия МП, превышающих предельно допустимые уровни, наблюдаются нарушения функций центральной нервной системы (ЦНС), сердечно-сосудистой и дыхательной систем, пищеварительного тракта, а также изменения в крови. Длительное действие таких МП приводит к расстройствам, которые субъективно выражаются жалобами на головную боль в височной и затылочной областях, вялость, расстройство сна, снижение памяти, повышенную раздражительность, апатию, боли в области сердца.

При постоянном воздействии ЭМП промышленной частоты наблюдаются нарушения ритма и замедление частоты сердечных сокращений. У работающих в зоне ЭМП промышленной частоты могут наблюдаться функциональные нарушения ЦНС и сердечно-сосудистой системы, а также изменения в составе крови.

При воздействии ЭМП радиочастотного диапазона атомы и молекулы, из которых состоит тело человека, поляризуются. Полярные молекулы (например, воды) ориентируются по направлению распространения электромагнитного поля; в электролитах, которыми являются жидкие составляющие тканей, крови и т. п., после воздействия внешнего поля появляются ионные токи. Переменное электрическое поле вызывает нагрев тканей человека как за счет переменной поляризации диэлектрика (сухожилий,

хрящей и т. д.), так и за счет появления токопроводимости. Тепловой эффект является следствием поглощения энергии электромагнитного поля. Чем больше напряженность поля и время воздействия, тем сильнее проявляются указанные эффекты. Избыточная теплота отводится до известного предела путем увеличения нагрузки на механизм терморегуляции. Наиболее интенсивно электромагнитные поля воздействуют на органы с большим содержанием воды. При одинаковых значениях напряженности поля коэффициент поглощения в тканях с высоким содержанием воды примерно в 60 раз выше, чем в тканях с низким содержанием воды. С увеличением длины волны глубина проникновения электромагнитных волн возрастает; различие диэлектрических свойств тканей приводит к неравномерности их нагрева, возникновению макро- и микротепловых эффектов со значительным перепадом температур.

Перегрев особенно вреден для тканей со слаборазвитой сосудистой системой или с недостаточным кровообращением (глаза, мозг, почки, желудок, желчный и мочевой пузырь). Облучение глаз может привести к помутнению хрусталика (катаракте), которое обнаруживается не сразу, а через несколько дней или недель после облучения. Развитие катаракты является одним из немногих специфических поражений, вызываемых электромагнитными излучениями радиочастот в диапазоне 300 МГц...300 ГГц при плотности потока энергии свыше 10 мВт/см^2 . Помимо катаракты, при воздействии ЭМП возможны ожоги роговицы глаза.

Для длительного действия ЭМП различных диапазонов длин волн при умеренной интенсивности (выше ПДУ) характерным считают развитие функциональных расстройств в ЦНС с нерезко выраженными сдвигами эндокринно-обменных процессов и состава крови. В связи с этим могут появиться головные боли, повышение или понижение давления, снижение частоты пульса, изменение проводимости в сердечной мышце, нервно-психические расстройства, быстрое развитие утомления. Возможны трофические нарушения: выпадение волос, ломкость ногтей, снижение массы тела. Наблюдаются изменения возбудимости обонятельного, зрительного и вестибулярного анализаторов. На ранней стадии изменения носят обратимый характер, при продолжающемся воздействии ЭМП происходит стойкое снижение работоспособности. В пределах радиоволнового диапазона доказана наибольшая биологическая активность микроволнового (СВЧ) поля. Острые нарушения при воздействии ЭМИ (аварийные ситуации) сопровождаются сердечнососудистыми расстройствами с обмороками, резким учащением пульса и снижением артериального давления.

7.4 ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

В последние десятилетия в промышленности, медицине, при научных исследованиях, в системах мониторинга состояния окружающей среды нашли применение лазеры. Их излучение может оказывать опасное воздействие на организм человека и в первую очередь на орган зрения. Лазерное излучение (ЛИ) генерируют в инфракрасной, световой и ультрафиолетовой областях неионизирующего ЭМИ.

Лазеры, генерирующие непрерывное излучение, позволяют создавать интенсивность порядка 10 Вт/см^2 , что достаточно для плавления и испарения любого материала. При генерации коротких импульсов интенсивность излучения достигает величин порядка 10 Вт/см^2 и больше. Для сравнения отметим, что значение интенсивности солнечного света вблизи земной поверхности составляет всего $0,1 \dots 0,2 \text{ Вт/см}^2$.

При оценке неблагоприятного влияния лазеров все опасности разделяют на первичные и вторичные. К первичным относят факторы, источником образования которых является непосредственно сама лазерная установка. Вторичные факторы возникают в результате взаимодействия лазерного излучения с мишенью.

К первичным факторам вредности относят прямое лазерное излучение, повышенное электрическое напряжение, световое излучение, акустические шумы и вибрация от работы вспомогательного оборудования, загрязнение воздуха газами, выделяющимися из узлов установки, рентгеновское излучение электроионизационных лазеров или электровакуумных приборов, работающих при напряжении свыше 15 кВ .

Вторичные факторы включают отраженное лазерное излучение, аэродисперсные системы и акустические шумы, образующиеся при взаимодействии лазерного излучения с мишенью, излучение плазменного факела.

Лазерное излучение может представлять опасность для человека, вызывая в его организме патологические изменения, функциональные расстройства органа зрения, центральной нервной и вегетативной систем, а также влиять на внутренние органы, такие как печень, спинной мозг и др. Наибольшую опасность лазерное излучение представляет для органа зрения. Основным патофизиологическим эффектом облучения тканей лазерным излучением является поверхностный ожог, степень которого связана с пространственно-энергетическими и временными характеристиками излучения.

7.5 ИОНИЗИРУЮЩИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ

Радияция имеет естественное и техногенное происхождение. Чтобы оценить уровень опасности, которую может представлять радиация, рассмотрим свойства ионизирующих излучений (ИИ) и механизмы взаимодействия их с веществом.

Самопроизвольное превращение неустойчивых атомных ядер в ядра другого типа, сопровождающееся испусканием частиц или гамма-квантов, называется *радиоактивностью*. Известны четыре типа радиоактивности: альфа-распад; бета-распад; спонтанное деление ядер; протонная радиоактивность.

Испускаемые в процессе ядерных превращений альфа- и бета-частицы, нейтроны и другие элементарные частицы, а также гамма-излучение представляют собой ИИ, которые в процессе взаимодействия со средой производят ионизацию и возбуждение ее атомов и молекул. При этом примерно половина энергии, переданной ионизирующим излучением веществу, расходуется на ионизацию и половина на возбуждение. На каждый акт ионизации и возбуждения в воздухе в среднем расходуется 34...35 эВ энергии. 1 эВ (электронвольт) - единица энергии, используемая в атомной физике, равная кинетической энергии электрона, приобретаемой им при прохождении разности потенциалов, равной 1 В: $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$. Заряженные частицы по мере прохождения через вещество теряют свою энергию малыми порциями, растрачивая ее на ионизацию и возбуждение атомов и молекул среды. Оба эти процесса всегда сопутствуют друг другу. Чем больше масса и заряд частицы, тем более интенсивно происходит передача энергии среде, т. е. тем большее число пар ионов образуется на единице пути и, следовательно, меньше пробег частицы в веществе (рис.2). Длина пробега в воздухе альфа-частиц, испускаемых радионуклидами, энергия которых лежит в пределах 4...9 МэВ, составляет 3...9 см.

Что же касается бета-частиц (электронов и позитронов), заряд которых в 2 раза, а масса более чем в 7000 раз меньше, чем у альфа-частицы, то их пробег в воздухе примерно в 1000 раз больше. В мягкой биологической ткани пробеги альфа-частиц составляют несколько десятков микрометров, а бета-частиц - 0,02 и 1,9 см соответственно для углерода-14 и калия-42.

Несколько по-иному происходит взаимодействие с веществом у гамма-излучения (поток фотонов) и нейтронов, которые не обладают зарядами и поэтому непосредственно ионизации не производят. В процессе прохождения через вещество фотон взаимодействует в основном с электронами атомов и молекул среды. При этом в каждом акте взаимодействия фотон передает электрону часть или всю свою энергию. В результате образуются так называемые вторичные электроны, которые в последующих

процессах взаимодействия производят ионизацию и возбуждение. Таким образом, в случае гамма-излучения ионизация происходит не в первичных актах взаимодействия, как у альфа- и бета-частиц, а как результат передачи энергии вторичным частицам (электронам), которые растрачивают ее затем на ионизацию и возбуждение.

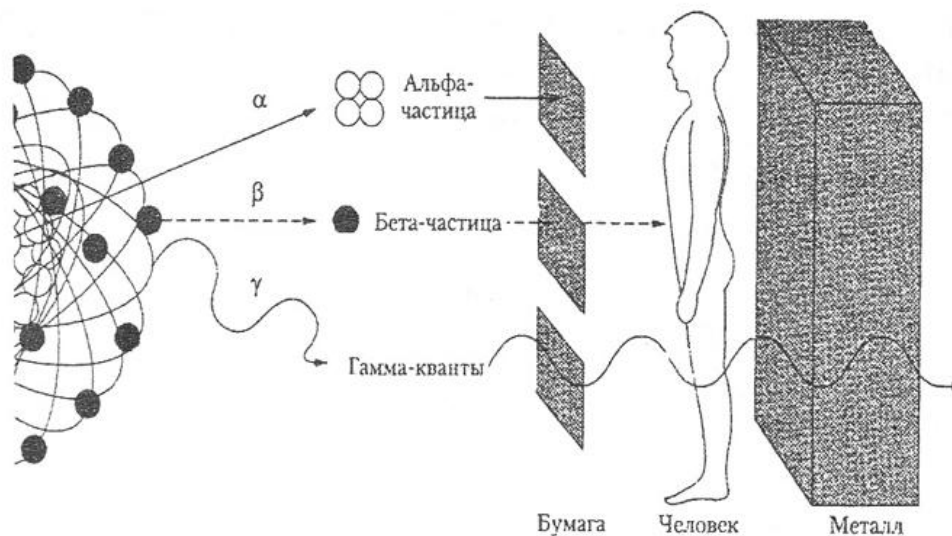


Рис.5. Три вида ионизирующих излучений и их проникающая способность

В качестве характеристик меры воздействия ионизирующего излучения на вещество используется величина **-поглощенная доза D** .

Единицей поглощенной дозы Международной системой единиц (СИ) установлен грей (Гр). Один грей соответствует поглощению 1 Дж энергии ионизирующего излучения в массе вещества 1 кг, т. е. $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$. Иногда используется внесистемная единица поглощенной дозы - рад; $1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр}$ или $1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}$.

Для оценки радиационной опасности, когда реализуются малые дозы излучения, введена **эквивалентная доза $H_{T,R}$** как мера выраженности эффекта облучения, равная произведению средней поглощенной в органе или ткани дозы $D_{T,R}$ на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного вида излучения W_R .

Единицей эквивалентной дозы Международной системой единиц (СИ) установлен зиверт (Зв). Один зиверт равен эквивалентной дозе, при которой произведение поглощенной дозы в биологической ткани на взвешивающий коэффициент равно 1 Дж/кг. Внесистемной единицей эквивалентной дозы является бэр (биологический эквивалент рада): $1 \text{ бэр} = 0,01 \text{ Зв}$ или $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$.

Многие радионуклиды распадаются очень медленно и останутся радиоактивными и в отдаленном будущем, т. е. их воздействию подвергнутся современные и последующие поколения. Коллективную эффективную эквивалентную дозу, которую получают многие поколения от какого-либо

радиоактивного источника за все время его дальнейшего существования, называют **ожидаемой (полной) коллективной эффективной эквивалентной дозой**.

Естественные источники ионизирующего излучения можно подразделить следующим образом: внешние источники внеземного происхождения (космическое излучение); источники земного происхождения (естественные радионуклиды).

Из космического пространства земную атмосферу непрерывно атакует поток ядерных частиц очень высоких энергий (примерно 90 % протонов и около 10 % альфа-частиц). Это так называемое первичное космическое излучение. Воздействуя на ядра нуклидов, входящих в состав земной атмосферы, первичное космическое излучение инициирует целый каскад ядерных превращений, в результате которых образуются различного типа элементарные частицы и гамма-излучение. Это так называемое вторичное космическое излучение. У поверхности земли (до высоты порядка 25 км) доза внешнего облучения обусловлена, в основном, гамма-излучением.

С удалением от поверхности земли интенсивность космического излучения возрастает (рис. 6). Поэтому дозовая нагрузка на людей, проживающих в горной местности, в несколько раз больше, она равна примерно 0,7 и 5,0 мЗв в год соответственно на высотах 2 и 4...5 км. На высоте полетов современных самолетов уровень космического излучения в несколько десятков раз больше, чем на уровне моря.

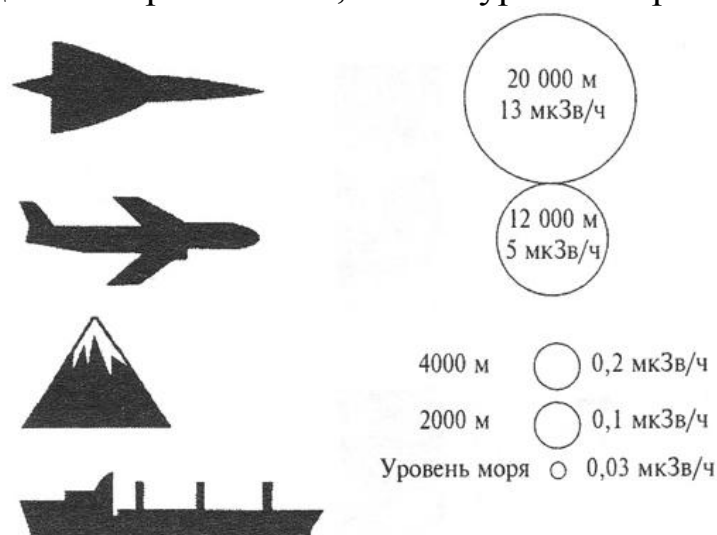


Рис. 6. Уровни космического излучения на различных высотах

К основным естественным радионуклидам, излучение которых формирует природный радиационный фон, относят: ^{238}U , ^{235}U и ^{232}Th , а также один из продуктов распада ^{238}U – радон (^{226}Ra).

Внешнее облучение обусловлено радионуклидами, содержащимися в почве и горных породах, внутреннее - радионуклидами, содержащимися в воздухе, воде и продуктах питания.

Эквивалентная годовая норма внешнего облучения от естественных радионуклидов составляет в среднем 0,67 мЗв/год; внутреннего облучения - 0,33 мЗв/год. Таким образом, эквивалентная доза, обусловленная излучением радионуклидов и космическим излучением, составляет около 1 мЗв/год для регионов, где проживает примерно 95 % населения Земли.

К техногенным источникам ионизирующих излучений относят совокупность факторов, обусловленных реализацией широкомасштабных программ использования атомной энергии в мирных и военных целях. Наибольшую опасность при работе предприятий ядерно-топливного цикла представляют радионуклиды, имеющие большой период полураспада и способные быстро распространяться в окружающей среде. К таким в первую очередь относятся ^{129}I , ^{226}Ra , которые выделяются из хвостов руд.

На изменение техногенной составляющей радиационного фона влияет также облучение при применении медицинских процедур, радиоизотопных методов неразрушающего технологического контроля и другие причины попадания в окружающую среду искусственных и естественных радионуклидов.

При медицинских процедурах основную дозу облучения население получает при рентгеновских исследованиях (90...95 %). Получаемая при их проведении эффективная эквивалентная доза (1,5 мЗв) выше, чем при проведении иных диагностических методов медицинского обследования с использованием радиоизотопных методов (10... 15 %).

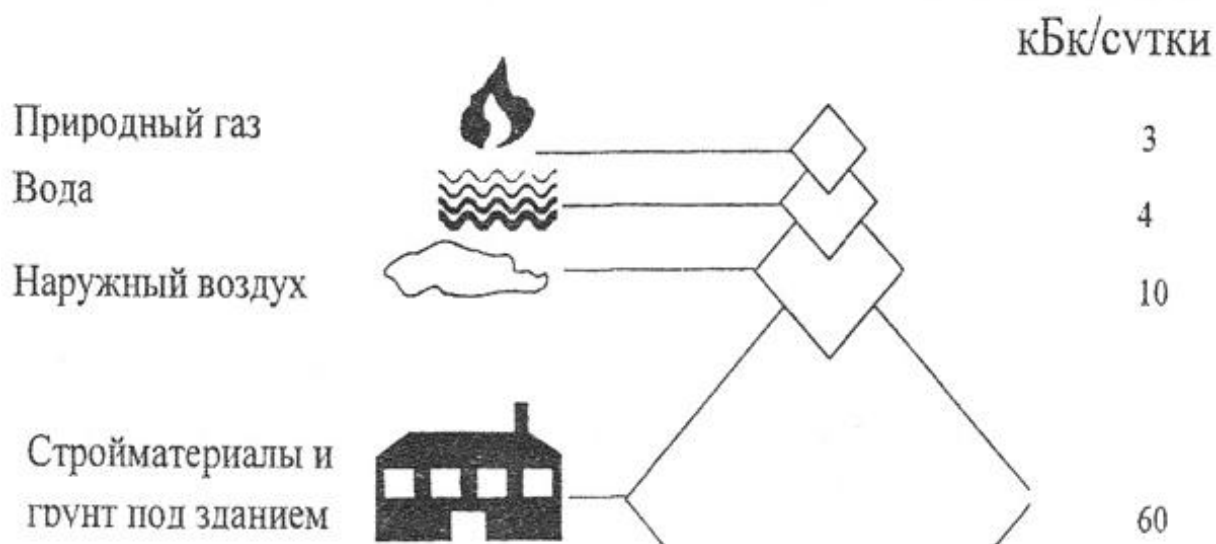


Рис. 7. Источники поступления радона в здания

Уровень радиоактивности в жилом помещении зависит от строительных материалов: в кирпичном, железобетонном, шлакоблочном доме он всегда несколько выше, чем в деревянном. Газовая плита приносит в дом не только токсичные, но и радиоактивные газы (радон). Поэтому уровень радиоактивности на кухне может существенно превосходить фоновый при работающей газовой плите. В закрытом, непрветриваемом помещении человек может подвергаться воздействию радона, который непрерывно высвобождается из земной коры. Поступая через фундамент, пол, из воды или иным путем, радон накапливается в изолированном помещении. Средние концентрации радона обычно составляют в ванной комнате 8,5, на кухне 3, в спальне 0,2 кБк/м.

Избавиться от избытка радона можно проветриванием помещения. В настоящее время эффективная доза, обусловленная естественными и техногенными источниками радиации, составляет в России $\sim 4,0$ мЗв в год. При этом 27% составляет естественный радиационный фон, 39% - радон в помещениях и 34% - рентгенодиагностические медицинские процедуры.

7.6 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

Воздействие электрических сетей на человека и окружающую среду многообразно. Значительную опасность представляют электрические сети для людей, оказавшихся в условиях непосредственного контакта с ними.

При коротком замыкании в электрических сетях с образованием электрической дуги возможно возникновение возгораний горючих веществ, приводящее к пожарам и взрывам, травмирование обслуживающего персонала и посторонних лиц, оказавшихся в зоне влияния дуги.

Прохождение тока может вызывать у человека раздражение и повреждение различных органов. Электрический ток оказывает действие на нервные клетки, кровяные сосуды и кровь, на сердце, головной мозг, органы дыхания и т. д. Наиболее часто встречаются судороги, фибрилляция сердца, прекращение дыхания, паралич сердца и ожоги.

Важными факторами, влияющими на результат воздействия электрического тока на человека, являются: род тока и частота; путь прохождения тока; время его действия; температура и влажность воздуха; состояние кожных покровов человека и др.

7.7 МЕХАНИЧЕСКОЕ ТРАВМИРОВАНИЕ

Механическое травмирование, происходящее, как правило, спонтанно, имеет весьма широкий спектр негативных воздействий на человека - от порезов и ушибов до летального исхода. Тяжелые случаи механическо-

го травмирования связаны, как правило, с техногенными авариями или стихийными явлениями.

Механическое травмирование человека в производственных условиях и в быту возможно:

- при несанкционированном взаимодействии с различными устройствами и механизмами (конвейерами, роботами, подъемно-транспортным оборудованием, средствами транспорта, бытовой техникой и т. п.);
- при падении человека и различных предметов;
- при поражении потоками вещества, ударной волной, фрагментами разрушающихся систем повышенного давления, тепловых и иных сетей и т. п.;
- при контакте с режущими и колющими предметами, с шероховатыми и рваными поверхностями.

Несчастные случаи, часто возникающие на ленточных и цепных конвейерах, в 90 % случаев происходят в момент устранения на ходу конвейера неполадок вследствие захвата тела и одежды набегающими частями оборудования. Поэтому на работающем конвейере запрещается исправлять смещение (сбег) ленты и устранять ее пробуксовку, убирать просыпавшийся и налипающий материал, подметать под конвейером.

Источником механических травм может быть ручной (отвертки, ножи, напильники, зубила, молотки, пилы, рубанки и т. д.) и механизированный (дрели, перфораторы, рубанки, пилы с электро- и пневмоприводом) инструмент.

Другими причинами получения механических травм могут являться:

- падение на скользком полу, особенно в случаях, когда на полу есть разлитое или вытекшее из оборудования масло и другие жидкости;
- падение с высоты или с неустойчивого основания, на котором стоит человек;
- воздействие роботов и манипуляторов при попадании человека в зону их действия;
- воздействие других разнообразных, но менее типичных причин, например, разрушение емкостей, находящихся под давлением, падение предметов с высоты, обрушение строительных конструкций и т. д.

7.8 СИСТЕМЫ ПОВЫШЕННОГО ДАВЛЕНИЯ

Нарушение правил безопасности при эксплуатации газовых систем, и их изношенность приводят к взрывам бытового газа, часто сопровождающимся разрушением строительных конструкций и гибелью людей.

7.9 ТРАНСПОРТНЫЕ АВАРИИ

Транспортные аварии почти всегда имеют техногенное или антропогенно-техногенное происхождение. Однако большинство аварий обусловлено, как правило, ошибочными действиями людей.

Транспортные аварии происходят внезапно, что делает их непредсказуемыми во времени.

8. СОЦИАЛЬНЫЕ ОПАСНОСТИ

8.1 КЛАССИФИКАЦИЯ СОЦИАЛЬНЫХ ОПАСНОСТЕЙ

Социум- это особая система, некоторый организм, развивающийся по своим специфическим законам, характеризующимся чрезвычайной сложностью. В социуме взаимодействует огромное количество людей. Результатом этих связей является особая обстановка, создающаяся в отдельных социальных группах, которая может влиять на других людей, не входящих в данные группы. **Социальными** называются опасности, получившие широкое распространение в обществе и угрожающие жизни и здоровью людей. Носителями социальных опасностей являются люди, образующие определенные социальные группы. Распространение социальных опасностей обусловлено поведенческими особенностями людей отдельных социальных групп. Социальные опасности весьма многочисленны и угрожают большому числу людей. К ним, например, относятся все незаконные формы насилия, употребление веществ, нарушающих психическое и физиологическое равновесие человека (алкоголь, наркотики), курение, суициды, мошенничество, шарлатанство, способные нанести ущерб здоровью людей. Социальные опасности могут быть классифицированы по определенным признакам.

1. По природе:

а) связанные с психическим воздействием на человека (шантаж, мошенничество, воровство и др.);

б) связанные с физическим насилием (разбой, бандитизм, террор, изнасилование, заложничество);

в) связанные с употреблением веществ, разрушающих организм человека (наркомания, алкоголизм, курение);

г) связанные с болезнями (СПИД, венерические заболевания и др.);
д) опасности суицидов.

2. По масштабам событий:

а) локальные;

б) региональные;

в) глобальные

3. По половозрастному признаку: опасности, характерные для детей, молодежи, женщин, пожилых людей.

4. По организации социальные опасности могут быть случайными и преднамеренными.

8.2 ПРИЧИНЫ СОЦИАЛЬНЫХ ОПАСНОСТЕЙ

В основе своей социальные опасности порождаются социально-экономическими процессами, протекающими в обществе. В то же время

следует отметить противоречивый характер причин, следствием которых являются социальные опасности. Несовершенство человеческой природы - главная предпосылка появления социальных опасностей. Наличие адекватной правовой системы может явиться основным условием предупреждения и защиты от социальных опасностей. Распространению социальных опасностей способствует интенсивное развитие международных связей, туризма, спорта.

8.3 ВИДЫ СОЦИАЛЬНЫХ ОПАСНОСТЕЙ

Рассмотрим некоторые виды социальных опасностей.

Шантаж - преступление, заключающееся в угрозе разоблачения, разглашения позорящих сведений с целью добиться каких-либо выгод; как опасность оказывает отрицательное воздействие на нервную систему.

Мошенничество - преступление, заключающееся в завладении государственным, общественным или личным имуществом (или в приобретении прав на имущество) путем обмана или злоупотребления доверием.

Бандитизм - это организация вооруженных банд с целью нападения на государственные и общественные учреждения либо на отдельных лиц, а также участие в таких бандах и совершенных ими нападениях.

Разбой - преступление, заключающееся в нападении с целью завладения государственным, общественным или личным имуществом, соединенном с насилием или угрозой насилия, опасном для жизни и здоровья лица, подвергшегося нападению.

Изнасилование - половое сношение с применением физического насилия, угроз или с использованием беспомощного состояния потерпевшей. Уголовное право предусматривает суровое наказание за изнасилование, вплоть до смертной казни (при отягчающих обстоятельствах).

Заложничество - преступления, суть которого состоит в захвате людей (нередко это дети и женщины) одними лицами с целью заставить выполнить определенные требования другими лицами, из числа которых взяты заложники.

Террор - физическое насилие вплоть до физического уничтожения.

Наркомания (от греческого *narke* - оцепенение и *mania* - безумие, восторженность) - зависимость человека от приема наркотиков, заболевание, которое выражается в том, что жизнедеятельность организма поддерживается на определенном уровне только при условии приема наркотического вещества и ведет к глубокому насыщению физических и психических функций. Резкое прекращение приема наркотика вызывает нарушение многих функций организма - абстиненцию.

Различают пристрастие к какому-либо одному веществу - мононаркоманию (морфинизм, героинизм, кодеинизм, гашишизм, кокаинизм и др.) и к их сочетанию - полинаркоманию (опийно-алкогольная, опийно-барбитуровая и др.). Возникновение наркомании связано с эйфоризирующим, приятно оглушающим или стимулирующим эффектом. Чем сильнее выражен этот эффект, тем быстрее наступает привыкание. Развитие наркомании может наступить как результат любопытства, экспериментирования, как следствие приема обезболивающих, снотворных средств, её распространению способствует нездоровая микросоциальная среда, отсутствие у человека интеллектуальных и социально-положительных установок.

Алкоголизм - хроническое заболевание, обусловленное систематическим употреблением спиртных напитков. Проявляется физическая и психическая зависимость от алкоголя, психическая и социальная деградация, патология внутренних органов, обмена веществ, центральной и периферической нервной системы. Нередко возникают алкогольные психозы. Алкоголь оказывает сильное влияние на нервную систему, психофизиологические процессы даже в том случае, если внешне поведение человека не отличается от нормального.

Алкоголь быстро всасывается в кровь. Примерно через 5 мин. он достигает головного мозга. Проникая внутрь живых клеток, алкоголь замедляет, ослабляет и даже останавливает их деятельность, нарушает работу органов и тканей. Особенно пагубно он действует на нервные клетки. Он имеет все признаки наркотического вещества.

Курение - вдыхание дыма некоторых тлеющих растительных продуктов (табак и др.). Это - одна из наиболее распространенных вредных привычек, появившаяся в Европе в XVI веке, в России в XVII веке. По существу, людей можно разделить на две группы: курящих и некурящих.

Оксид углерода CO взаимодействует с гемоглобином крови, который связывает этот газ в 200 раз прочнее, чем кислород. Поэтому ткани тела получают значительно меньше кислорода. У того, кто выкуривает пачку сигарет в день, 6% гемоглобина связывается CO в карбоксигемоглобин. Прибавьте к этому оксид углерода, содержащийся в загрязненном воздухе (особенно крупных городов), и количество карбоксигемоглобина возрастает до 10%, что серьезно увеличивает опасность смертельных сердечных приступов. Наличие в пище курильщика нитритов (даже в допустимых дозах) еще более снижает содержание кислорода, превращая гемоглобин в метгемоглобин, неспособный транспортировать кислород.

Никель, мышьяк, кадмий, свинец также попадают в легкие с дымом сигарет. Мышьяк и свинец некоторое время использовались как пестициды при выращивании табака. Табак с таких плантаций содержит эти элементы, накопленные ранее в почвах. Содержание свинца в сигарете со-

ставляет около 13 мкг. Выкуривая двадцать сигарет в день, человек вдыхает около 300 мкг свинца. Кроме того, свинец может содержаться в пище, воде и воздухе (тетраэтилсвинец - присадка к бензину). И свинец, и мышьяк, всасываясь в кровь, могут накапливаться и постепенно отравлять организм. В пачке сигарет содержится 30-40 мкг кадмия и 85-150 мкг никеля. Кадмий нарушает использование организмом кальция (болезни суставов), способствует повышению давления и вызывает болезни сердца. Исследования Государственной компании страхования США (1979) в группах людей разного возраста показали, что смертность среди курильщиков вдвое выше, чем среди некурящих того же возраста. Особенно часто подстерегают курильщиков скорострительные смерти от сердечных приступов и кровоизлияний в мозг. Нередки у них и желудочно-кишечные язвы. Большой вред наносит курение беременным женщинам - у них рождаются мелкие дети, больше выкидышей и случаев мертворождения. Все это обусловлено недостатком кислорода в крови, кормящей матери.

В первую очередь курение затрагивает легкие: это одна из главных причин эмфиземы и рака легких (85% случаев). Курильщики часто болеют и раком гортани, пищевода, ротовой полости, мочевого пузыря, почек, поджелудочной железы. В последние годы женщины чаще погибали от рака легких, чем от рака молочной железы. При «пассивном курении» (пребывании в сильно накурленном помещении) некурящие люди за 1 час вдыхают столько никотина и оксида углерода, сколько они могли бы получить, если бы они сами выкурили одну сигарету. Оказалось также, что жены курящих мужчин чаще болеют раком легких, чем жены некурящих. Такой же опасности подвергаются дети.

Венерические болезни. Этот термин был предложен в 1527 г. французским ученым Ж. де Бетанкуром. Венерические болезни были известны с глубокой древности (2500 лет до н. э.), однако их рассматривали как одно заболевание. В конце XV века из общей медицины выделилась самостоятельная дисциплина - венерология, изучающая инфекционные болезни, передающиеся в основном половым путем. Социальная опасность венерических болезней определяется их широким распространением, тяжелыми последствиями для здоровья самих заболевших и опасностью для общества. Венерические болезни при неправильном лечении принимают длительное течение, приводящее иногда к инвалидности. Гонорея может служить причиной многих женских болезней, мужского и женского бесплодия. Сифилис передается потомству, вызывая врожденные уродства, слепоту, глухоту. Сифилис может распространяться и бытовым путем.

Для устройства борьбы с венерическими болезнями необходим точный учет заболевших. Современные средства и методы позволяют полностью излечивать венерические болезни при своевременном обращении за врачебной помощью и аккуратностью лечения. В СССР были разработаны

единые формы и методы борьбы с венерическими болезнями, основные положения которых заключаются в обязательном учете больных, выявлении источников заражения и обследовании лиц, имевших контакт с заболевшим. Проводились периодически профилактические осмотры работников пищевых предприятий, бань, детских учреждений, осуществлялось обязательное и бесплатное лечение венерических болезней, санитарное просвещение. По Уголовному кодексу РФ (ст. 121) установлена ответственность за заражение другого лица венерической болезнью лицом, знавшим о наличии у него этой болезни (наказывается лишением свободы на срок до 2 лет).

СПИД - первое сообщение об этой новой, прежде неведомой болезни появилось в американском «Еженедельном вестнике заболеваемости и смерти» в 1982 году. А теперь уже зараженные, больные и умершие от СПИДа есть во многих странах. Число заразившихся СПИДом удваивается каждый год. Главная вина в распространении эпидемии возлагается на промискуитет - беспорядочные половые связи. Пока нет никаких оснований надеяться на прививки. Многие специалисты считают, что лечить СПИД мы не сможем. Вирус СПИДа наиболее успешно распространяется там, где царит нужда, разврат, проституция, парамедицина. Самый эффективный путь борьбы со СПИДом, если не единственный, - это обучение, информация.

Суицид. История человечества свидетельствует о том, что насилие, агрессивность, жестокость распространены среди людей так же, как любовь, доброта, милосердие. Особая жестокость - это агрессия, направленная на себя (аутоагрессия). Она проявляется в актах самоунижения, самообвинения, в нанесении себе телесных повреждений и в самоубийстве - суициде. Особенность самоубийства в том, что смерть является делом рук самого потерпевшего и всегда представляет насильственный акт. Следует, однако, четко признать, что всегда есть обстоятельства, которые доводят человека до самоубийства. Поэтому слово «самоубийство» носит условное значение. Существует убеждение, что кончают с собой психически больные люди. На самом деле они составляют лишь 25-27%, еще 19% - это алкоголики. Большая же часть самоубийц - это здоровые люди. Специалисты убеждены, что суициды - это результат влияния социальной среды, подрывающей веру человека. Намерение лишить себя жизни появляется у человека в условиях, когда он оценивает ситуацию как неразрешимый конфликт.

Причин самоубийств много. Это - болезнь, предательство, тяжелые условия жизни, проблема отцов и детей, любовные отношения, религиозное влияние и т. п. Покушений на самоубийство больше у женщин (в 8-10 раз), завершенных суицидов - у мужчин (в 4 раза). Сейчас наблюдается рост самоубийств среди детей и подростков.

Профилактика суицидов заключается в психологических, педагогических и социальных мероприятиях, направленных на восстановление утраченного психологического и физиологического равновесия человека. Защита от социальных опасностей заключается в профилактических мероприятиях, направленных на ликвидацию этих опасностей. Кроме того, требуется соответствующая подготовка человека, позволяющая адекватно действовать в опасных ситуациях. Нужна юридическая, психологическая, информационная и силовая подготовка. В процессе обучения необходимо осваивать модели поведения, учитывающие конкретные ситуации.

9.ТЕХНОГЕННЫЕ ОПАСНОСТИ, АВАРИИ И КАТАСТРОФЫ

Техногенные аварии и катастрофы, спонтанно возникая и обладая высокими уровнями воздействия на человека, как правило, травмируют большие группы людей, а промышленные объекты, селитебные зоны и природу разрушают. Основными источниками таких опасностей являются:

- пожаро-, взрыво-, химически- и радиационно-опасные производственные объекты (АЭС, ракетные комплексы и т. п.);
- газовые, нефтяные, тепловые, электрические комплексы, их коммуникации и сети;
- новые технологии, направленные на получение энергии, развитие промышленных, транспортных и других комплексов;
- стихийные природные явления, способные вызывать аварии и катастрофы на промышленных и иных объектах.

В России, в силу ее особенностей, связанных со структурными изменениями в экономике, к числу источников чрезвычайной техногенной опасности также относят:

- остановка ряда производств, обусловившая нарушение хозяйственных связей и сбои в технологических цепочках;
- высокий уровень износа основных производственных средств, достигающих по ряду отраслей 80 % и более;
- накопление отходов производства и быта, представляющих угрозу распространения токсичных веществ в природной среде;
- снижение требовательности и эффективности работы надзорных организаций и государственных инспекций;
- снижение технологической и трудовой дисциплины работающих.

Основными причинами крупных техногенных аварий в последние годы являются:

- отказ технических систем из-за дефектов изготовления и нарушения режимов эксплуатации; многие современные потенциально опасные производства спроектированы так, что вероятность крупной аварии на них весьма высока и оценивается величиной 10^{-4} и более;
- ошибочные действия операторов технических систем; статистические данные показывают, что более 60 % аварий произошло в результате ошибок обслуживающего персонала;
- концентрация различных производств в промышленных зонах без должного изучения их взаимовлияния.

Техногенное воздействие на атмосферу

Атмосфера является наименьшим по массе компонентом Земли: она составляет 10^{-3} от массы гидросферы и 10^{-5} от массы литосферы. Состояние атмосферы определяет тепловой режим земной поверхности, ее озо-

новый слой защищает живые организмы от жесткого ультрафиолетового излучения. Ограниченные размеры атмосферы делают ее весьма чувствительной к локальному, региональному и глобальному загрязнениям.

Выбросы в приземный слой атмосферы

В городах и регионах атмосферный воздух загрязняется прежде всего выбросами автомобильного транспорта, промышленных предприятий, ТЭС и мусоросжигательных заводов (МСЗ).

В крупных городах доля загрязнений воздуха автомобильным транспортом достигает 90 % и более. Значительно загрязнение атмосферного воздуха тяжелыми металлами (кадмием, ртутью, свинцом). Уровень загрязнения воздуха тяжелыми металлами обычно характеризуют показателем поступления (выпадения) этих веществ в почву. Загрязнение атмосферы в ряде случаев может сопровождаться негативными явлениями на региональном уровне — возникновением в городах фотохимического смога, выпадением кислотных осадков на значительных техносферных и природных территориях, парниковым эффектом и разрушением озонового слоя.

Фотохимический смог

Смог весьма токсичен, так как его составляющие обычно находятся в пределах: озон - 60...75 %; перекись водорода, альдегиды и др. - 25...40 %. Для образования смога в атмосфере в солнечную погоду необходимо наличие оксидов азота и углеводородов (их выбрасывают в атмосферу автотранспорт, промышленные предприятия).

Кислотные осадки

Кислотные дожди известны более 100 лет, однако проблема этих дождей возникла около 35 лет назад. Источниками кислотных дождей служат газы, содержащие серу и азот. Наиболее важные из них: SO_2 , NO_x , H_2S . Кислотные дожди возникают вследствие неравномерного распределения этих газов в атмосфере. Источниками поступления соединений серы в атмосферу являются: естественные (вулканическая деятельность, действия микроорганизмов и др.) - 31...41 %, антропогенные (ТЭС, промышленность и др.) - 59-69 %; всего - 91...112 млн. т в год.

Из соединений азота основную долю кислотных дождей дают NO и NO_2 . Источниками соединений азота являются: естественные (почвенная эмиссия, гроззовые разряды, горение биомассы и др.) - 63 %, антропогенные (ТЭС, автотранспорт, промышленность) - 37 %; всего - 51...61 млн. т в год.

Серная и азотная кислоты поступают в атмосферу также в виде тумана и паров от промышленных предприятий и автотранспорта. В городах их концентрация достигает 2 мкг/м^3 .

Соединения серы и азота, попавшие в атмосферу, вступают в химическую реакцию не сразу, сохраняя свои свойства соответственно в течение

ние 2 и 8... 10 сут. За это время они могут вместе с атмосферным воздухом пройти расстояния 1000...2000 км и лишь после этого выпадают с осадками на земную поверхность.

Диоксины.

В большую группу диоксинов и диоксиноподобных соединений входят как сами полихлорированные дибензордиоксины (ПХДД) и дибензофураны (ПХДФ), которые по своей химической структуре являются трициклическими ароматическими соединениями, так и полихлорированные бифенилы (ПХБ), поливинилхлорид (ПВХ) и ряд других веществ, содержащих в своей молекуле атомы хлора. Это чужеродные живым организмам соединения, попадающие в окружающую среду с продукцией или отходами многих технологий. Диоксины найдены везде - в воздухе, почве, донных отложениях, рыбе, молоке (в том числе и грудном), овощах и т. д. Обладают чрезвычайно высокой устойчивостью к химическому и биологическому разложению, способны сохраняться в окружающей среде в течение десятков лет переносится по пищевым цепям; супертоксиканты - универсальными клеточными ядами, поражающими все живое. Диоксины не производятся промышленно, но они возникают при производстве других химических веществ в виде примесей, например: при синтезе гексахлорфенола, хлорированных фенолов, гербицидов на основе гексахлорбензола и хлордифениловых эфиров. Известна трагедия вблизи г. Севезо (Италия), где на заводе произошел выброс трихлорфенола, содержащего примерно 2-3 кг ТХДД. Более 2/3 этого количества отложилось на площади в 15 га на расстоянии около 500 м от завода. Период полураспада ТХДД в почве составляет примерно 10-12 лет. Источником поступления диоксинов в окружающую среду является и нарушение правил захоронения промышленных отходов, в результате чего также происходит сильное загрязнение почв.

К другим источникам диоксинов относятся: термическое разложение технических продуктов, сжигание осадков сточных вод, муниципальных, медицинских и опасных отходов (например, ПХБ и изделий из ПВХ); металлургическая и металлообрабатывающая промышленность, выхлопные газы автомобилей, целлюлозно-бумажная промышленность, лесные пожары (леса, обработанные хлорфенольными пестицидами), хлорирование питьевой воды и др. Известное еще с начала XX в. заболевание, называемое хлоракне, было квалифицировано в 30-е гг. как профессиональная болезнь рабочих хлорных производств. Хлоракне - тяжелая форма угрей, уродующих кожу лица. Заболевание может длиться годами и практически не поддается лечению. Пик выброса диоксинов пришелся на 60-70-е гг. XX в., в результате расширения производства отбеленной бумаги, а также веществ, в технологии синтеза которых использовался хлор.

У человека в целом описано довольно много признаков и симптомов различных заболеваний, которые можно свести к следующим: кожные проявления - хлоракне, гиперпигментация и др.; нарушение работы различных физиологических систем - расстройство пищеварения (рвота, тошнота, непереносимость алкоголя и жирной пищи), нарушения в сердечно-сосудистой системе, мочевыводящих путях, поджелудочной железе и др.; неврологические эффекты - головные боли, невропатия, потеря слуха, обоняния, вкусовых ощущений, нарушение зрения; психические эффекты - нарушение сна, депрессия, немотивированные приступы гнева.

Парниковый эффект

Возникновение проблемы парникового эффекта также связано с поступлением в атмосферу различных газовых примесей. Суть парникового эффекта заключается в том, что Земля поглощает солнечное излучение (преимущественно в видимом диапазоне) и испускает теплоту в инфракрасном диапазоне. Главными поглотителями теплового излучения от земной поверхности служат диоксид углерода, метан и некоторые другие атмосферные примеси. Эти атмосферные примеси действуют подобно прозрачной крыше парника, пропуская к Земле коротковолновую часть спектра и задерживая у Земли длинноволновое тепловое излучение. Отсюда и их название - парниковые газы. Чем выше их концентрация в атмосфере, тем выше парниковый эффект.

Рост содержания CO_2 в атмосфере обусловлен потреблением углеводородных топлив - газа, нефти, угля. Другой источник CO_2 связан с изменениями растительного и почвенного покрова континентов. Вырубка лесов, а также распашка целинных земель и общая интенсификация земледелия приводят к более быстрому извлечению углерода из гумуса почв. За последние сто лет сжигание топлива дало выброс в среднем около $168 \text{ Гт} \cdot ^\circ\text{C}$, а эмиссия вследствие изменения растительности континентов и необратимого нарушения почвенного покрова за это же время оценивается средней величиной $68 \text{ Гт} \cdot ^\circ\text{C}$.

Основным каналом стока избыточного углерода из атмосферы является океаносфера. Около 60 % углерода поглощается океанами, а остальное количество - биотой континентов. Современная человеческая деятельность вносит значительные изменения в функционирование морских экосистем. Через несколько десятилетий Мировой океан из-за загрязнения будет поглощать избыточный углерод менее эффективно, и доля остающегося в атмосфере CO_2 станет выше.

Метан поступает в атмосферу из природных (донные отложения водоемов и болот) и техногенных источников (сельскохозяйственное производство, свалки бытовых отходов).

Техногенные источники закиси азота N_2O связаны в основном с высокотемпературным окислением молекулярного азота в процессе горения

различных топлив. В естественных условиях N_2O поступает в атмосферу из почв, лесов и при грозовых разрядах.

Разрушение озонового слоя

Озоновым слоем называют область атмосферы, расположенную на высотах от 18 км (в полярных областях от 10 км) до 45 км и характеризующуюся повышенным содержанием озона. Поглощение озоновым слоем большей части биологически активного ультрафиолетового излучения Солнца с длиной волны $\lambda < 310$ нм и перевод его в теплоту играет важнейшую роль в сохранении жизни на Земле. Во-первых, озон является единственным компонентом атмосферного воздуха, защищающим все живое на суше от губительных доз ультрафиолетового облучения в диапазоне длин волн 240...310 нм. Во-вторых, нагревая атмосферу, озоновый слой ограничивает глобальные циркуляции воздуха тропосферой, принимая тем самым непосредственное участие в формировании погоды и климата на Земле. Равновесие между процессами образования и разрушения озона нарушается при изменении солнечной активности, а также при появлении в озоновом слое веществ - катализаторов разложения озона.

При истощении озонового слоя возрастает доза облучения человека ультрафиолетовыми лучами, что ведет к росту заболеваний катарактой, кожных заболеваний (лишай, волчанка), ослаблению иммунной системы организма, повреждению молекул ДНК, передающих генетическую информацию. Наибольшую опасность представляет рост заболеваемости злокачественной меланомой (раком кожи). Согласно медицинским данным, истощение озонового слоя на 1 % сопровождается ростом заболеваемости меланомой на 6 %.

Увеличение ультрафиолетовой радиации представляет опасность для всех живых организмов на суше и в воде. Высокие дозы этого излучения за счет действия на ДНК могут вызвать мутации у микроорганизмов, привести к ухудшению качества семян, понижению сопротивляемости растений вредителям и болезням. Установлено, что ультрафиолетовые лучи вызывают повреждение клеток и тканей у растений. По расчетам, потеря 25 % озона вызовет такой рост радиации, что количество фитопланктона в океане сократится на 35 % с соответствующим уменьшением его продуктивности. Истощение озонового слоя оказывает негативное влияние и на климат Земли. Уменьшение концентрации озона ведет к снижению нагрева стратосферы с соответствующим изменением характера поведения температуры воздуха в этой области и нарушением циркуляции воздушных масс в тропосфере.

Техногенное воздействие на гидросферу

Гидросфера - водная среда Земли, образованная совокупностью океанов, морей, поверхностных вод суши, включая лед и снег высокогорных и полярных районов.

В структуре забора воды из природных источников преобладает вид деятельности по производству и распределению электроэнергии, газа и воды. Его доля в 2006 и 2007 гг. составила 54 %, а в 2008 г. - 56 %. На сельское хозяйство, охоту и лесное хозяйство приходится около 23...24 %, на обрабатывающее производство - 7...8 % общего забора воды из природных источников в целом по России.

Поверхностные воды. Различают экстремально высокое загрязнение (ЭВЗ) и высокое загрязнение (ВЗ) поверхностных вод различными стоками. Экстремально высоким загрязнением поверхностных вод принято считать уровень, превышающий ПДК в 5 раз и более для веществ 1-го и 2-го классов опасности и в 50 раз и более для веществ 3-го и 4-го классов. Максимальную нагрузку от загрязнения испытывают реки Обь, Волга, Амур, Енисей и Сев. Двина. К наиболее опасным загрязнителям водных объектов относят соединения тяжелых металлов и органические вещества.

К тяжелым металлам относят ртуть, свинец, кадмий, хром, марганец, никель, кобальт, ванадий, медь, железо, цинк, сурьму, а также металлоиды — мышьяк и селен. Особенно опасными считаются ртуть, кадмий и свинец.

Атомы тяжелых металлов поступают в поверхностные воды из почв и горных пород в результате химического и микробиологического выщелачивания со стоками, с паводковыми и дождевыми водами, а также при осаждении из атмосферы пылевых частиц, вовлеченных в воздушный перенос. Источниками соединений тяжелых металлов для водных объектов служат предприятия машиностроения, энергетики, горнодобывающего и перерабатывающего комплекса, химические комбинаты, а также сельскохозяйственные предприятия.

Органические загрязняющие вещества в основном поступают в воду с промышленными и коммунальными стоками, при сливе пестицидов с сельскохозяйственных угодий, а также за счет осаждения из атмосферы.

Пестициды — ядохимикаты, химические препараты для защиты сельскохозяйственных растений от вредителей, болезней и сорняков, уничтожения паразитов сельскохозяйственных животных, вредных грызунов и др.; средства, привлекающие или отпугивающие насекомых, регулирующие рост и развитие растений, применяемые для удаления листьев, цветов, завязей и др.

Дефолианты — химические вещества (бутифос, бутилкаптакс, тидрел, пуривел, хлорад магния, диоксин и др.), предназначенные для провоцирования искусственного опадания листвы растений (например, для облегчения механизированной уборки хлопка); представляют серьезную опасность для человека и животных.

Зооциды — химические вещества, предназначенные для уничтожения вредных, преимущественно позвоночных, животных-грызунов (роденти-

циды), в частности мышей и крыс (ратициды), а также птиц (авициды), сорной рыбы (ихтиоциды) и др.

Арборициды – химические вещества, предназначенные для уничтожения нежелательной древесной или кустарной растительности.

Акарициды – химические вещества, предназначенные для уничтожения вредных клещей. Различают 2 группы акарицидов: 1) специфического действия, уничтожают только клещей и безвредны для других членистоногих (неорон, кельтан, тедион, эфирсуль); 2) неспецифические - уничтожают не только клещей, но и насекомых (инсектоакарициды).

Инсектициды – пестициды, предназначенные для борьбы с нежелательными (с точки зрения человека) в хозяйствах и природных сообществах насекомыми.

Фунгициды – химические вещества, предназначенные для борьбы с грибами - возбудителями болезней, разрушающих древесные конструкции и повреждающих хранящиеся материальные ценности.

Детергенты – химические соединения, понижающие поверхностное натяжение воды и используемые в качестве моющего средства или эмульгатора. Детергенты - широко распространенные и опасные для человека, животных и растений химические загрязнители воды, водоемов, почв.

Пестициды применяются в различных формах: растворы, суспензии, аэрозоли, пены, газы, пары, пыль, порошки, пасты, гранулы, капсулы. С воздушными массами они могут переноситься на большие расстояния и вызывать загрязнение окружающей среды там, где пестициды вообще не применялись или использовались в меньших количествах. Все пестициды являются ядовитыми веществами не только для определенной формы жизни, но и для полезных насекомых и микроорганизмов, животных, птиц и человека. В идеальном случае пестицид, оказав требуемое воздействие на вредителя, должен был сразу разрушиться, образовав безвредные продукты разложения. Однако большинство пестицидов представляют собой устойчивые трудноразлагаемые соединения, у которых непосредственно используется 4-5% внесенного количества, а остальная масса рассеивается в агроэкосистеме, попадая в почвы, растения и другие компоненты окружающей среды, что создает сложные экологические проблемы. При внесении в почву пестициды подвергаются многочисленным влияниям биотического и небиотического характера. Под устойчивостью пестицида понимают его способность определенное время сохраняться в почвах, измеряемую периодом полураспада, то есть временем, необходимым для разрушения 50% внесенного в почву пестицида. Характер и скорость процессов разложения зависят от химической природы препарата, а также от водно-физических характеристик и химического состояния почвы.

Подземные воды. Доля подземных вод в общем балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения России составляет 45% . В сельской местности доля подземных вод достигает 80...85%

Загрязнение подземных вод весьма высоко. Оно связано с деятельностью промышленных предприятий, с сельскохозяйственной деятельностью, с коммунальным хозяйством. Основными веществами, загрязняющими подземные воды, являются соединения азота (нитраты, нитриты, аммиак или аммоний), сульфаты, хлориды, нефтепродукты, фенолы, соединения железа, тяжелые металлы (медь, цинк, свинец, кадмий, кобальт, никель, ртуть или сурьма).

В 63 % интенсивность загрязнения подземных вод составляет 1...10 ПДК, в 23 % изменяется в пределах 10... 100 ПДК, в 10 % превышает 100 ПДК и лишь в 4 % интенсивность загрязнения не превышает ПДК.

Техногенное воздействие на гидросферу приводит к следующим негативным последствиям:

- снижаются запасы питьевой воды (около 40 % контролируемых водоемов имеют загрязнения, превышающие 10 ПДК);
- изменяются состояние и развитие фауны и флоры водоемов;
- нарушается круговорот многих веществ в биосфере;
- снижается биомасса планеты и, как следствие, воспроизводство кислорода.

Опасны не только первичные загрязнения поверхностных вод, но и вторичные, образовавшиеся в результате химических реакций веществ в водной среде. Так, при одновременном попадании весной 1990 г. в реку Белую фенолов и хлоридов образовались диоксины, содержание которых в 147 тыс. раз превысило допустимые значения.

При оценке загрязнения биосферы соединениями фосфора важны техногенные пути их поступления. Значительные количества фосфорных соединений входят в состав моющих средств и с их остатками попадают в сточные воды. Стиральные порошки содержат 10-12% пирофосфата калия или от 4-5 до 40-50% триполифосфата натрия и некоторые другие фосфорсодержащие компоненты. Фосфор также входит в состав инсектицидов, например, хлорофоса. Вместе с промышленными и бытовыми сточными водами соединения фосфора могут поступать в почвы и почвенно-грунтовые воды.

В биосфере азот присутствует в газообразной форме, в виде соединений азотной и азотистой кислот, солей аммония, а также входит в состав разнообразных органических соединений. Техногенные выбросы азота в воздушную среду в основном включают оксид азота и его диоксид. Оксиды азота активно участвуют в фотохимических реакциях, продуцируя озон и азотную кислоту. В настоящее время большую проблему представляет нарушение толщины озонового слоя, на уменьшение которого могут ока-

зывать влияние неполные оксиды азота, вступающие в реакцию окисления от N_2O до NO_2 и использующие кислород озонового слоя. Разрушение озонового экрана связывают с оксидом азота, который служит источником образования других оксидов, катализирующих фотохимическую реакцию разложения молекул озона. Повышен уровень концентрации нитратов в природных водах в 2-4 раза и более, повышена концентрация аммонийного и нитратного азота до токсичных уровней, что может привести к специфическим заболеваниям типа метгемоглобинемии людей и животных. Как правило, максимальное содержание нитратов обнаруживают в продукции, выращенной на приусадебных участках и арендуемых полях и огородах, где внесение удобрений не контролируется. При взаимодействии нитритов и аминов в живых организмах образуются нитрозамины, являющиеся канцерогенами и способные вызывать нарушения хромосомного аппарата и наследственные уродства.

Фосфор и азот влияют на водные экосистемы. Эвтрофирование, или ненормальное повышение биологической продуктивности водных объектов и почвы, происходит в результате накопления избытка биогенных элементов (веществ). В большинстве водных экосистем лимитирующим биогенным элементом является фосфор, в меньшей степени азот; в такой экосистеме наблюдается низкая продуктивность и как следствие - чистая прозрачная вода, обогащенная кислородом. На дне появляется осадок, растительность начинает вторгаться в экосистему с берегов, экосистема «стареет» и «умирает»: водоем мелеет и зарастает. Признаком «болезни» является развитие сине-зеленых водорослей или других фотосинтезирующих водорослей, вызывающих «цветение» воды. Вода в пресноводных водоемах становится непригодной не только для питья, но и для промышленных нужд, возникает ряд опасностей и неразрешимых пока проблем.

Вследствие эвтрофирования некоторые наземные экосистемы также перерождаются: из них исчезают виды растений, характерные для условий местопроизрастания.

Диоксид серы составляет 95% всех техногенных выбросов серосодержащих веществ в атмосферу. Сернистый газ, окисляясь и взаимодействуя с водой, выпадает в виде кислых дождей. Осадки подкисляют почвы. Из почвенного поглощающего комплекса водород вытесняет обменные основания (Ca^{2+} , Mg^{2+}). Увеличивается фитотоксичность почв за счет увеличения подвижного алюминия. Сера закрепляется в почве в форме алуниита $KA_3(ОН)_6(SO_4)_2$. Часть серы сорбируется фульвокислотами. Значительно повышается растворимость всех гумусовых веществ, происходит их вымывание из минеральных горизонтов. Резко изменяется состав и функции микробиоты: уменьшается масса бактерий, увеличивается масса грибов, среди них появляются фитопатогенные виды; снижается скорость денитрификации и азотфиксации, снижается численность и активность

почвенной фауны. Блокируется цикл азота на стадии аммиака. Подавляется разложение органических остатков. Модергумусные почвы трансформируются в грубогумусные, усиливается процесс подзолообразования.

В итоге этих изменений плодородие почвы сначала несколько повышается за счет покрытия дефицита серы и азота, а затем значительно и устойчиво снижается. В сельском хозяйстве почвенное плодородие можно восстановить известкованием почвы и соответствующей агротехникой с внесением удобрений. В лесном хозяйстве воздушное загрязнение в сочетании с ухудшением почвенных условий приводит не только к падению прироста древесины, но и к усыханию древостоев и дигрессий лесных биогеоценозов.

Техногенное воздействие на литосферу

Литосфера - верхняя твердая оболочка земли. Человеческая деятельность влияет в основном на состояние самого верхнего слоя Земли, на почвенный покров. Он служит защитным слоем земной коры, в нем происходит газовый обмен между атмосферой и подземной частью гидросферы. Литосфера не обладает свойством быстрого рассеивания попадающих в нее извне загрязнителей.

Почва - рыхлый слой поверхностных твердых пород вместе с включенными в него водами, воздухом, животными организмами и продуктами их жизнедеятельности. Площадь земельного фонда России составляет 1709,8 млн. га. Анализ качественного состояния земель показывает, что такие процессы, как опустынивание, переувлажнение, заболачивание, подтопление, затопление, зарастание кустарником и мелколесьем, дегуманизация, засоление и промышленное использование, существенно снижают площади земель сельскохозяйственного назначения, качественное состояние почв. Для урбанизированных территорий наиболее характерными являются такие проявления, как разрушение почвенного покрова, химическое загрязнение и захламление земель промышленными и бытовыми отходами

Химическое загрязнение почв происходит по следующим причинам:

- атмосферный перенос загрязняющих веществ (тяжелые металлы, кислотные осадки);
- сельскохозяйственное загрязнение (удобрения, пестициды);
- наземное загрязнение (отходы быта различных производств, отвалы топливно-энергетических, загрязнение нефтью и нефтепродуктами).

Тяжелые металлы поступают в почву табл. 3[3] преимущественно из атмосферы с выбросами промышленных предприятий. Из атмосферы в почву тяжелые металлы попадают чаще всего в форме оксидов, где постепенно растворяются, переходя в гидроксиды, карбонат или в форму обменных катионов.

Таблица 3 Категории загрязнения Нижнего Новгорода ИТМ по годам

Населенный пункт	Год наблюдения	Зона обследования радиусом, км, вокруг предприятий - источников загрязнений	Приоритетные металлы
Опасная категория загрязнения			
Нижний Новгород	2003	Сормовский район	Свинец, медь, хром, никель
Умеренно опасная категория загрязнения			
Нижний Новгород	2008	Автозаводской и Канавинский районы	Свинец, цинк, медь

Наибольшую опасность в результате седиментации токсичных веществ из атмосферы представляют предприятия цветной и черной металлургии. Зоны загрязнений их выбросами имеют радиусы около 20...50 км, а превышение ПДК достигает 100 раз. Опасны выбросы мусоросжигательных заводов, содержащие тетраэтилсвинец, ртуть, диоксины, бенз(а)пирен и т. п. Зоны аэрозольного загрязнения атмосферы около МСЗ достигают 1 км, загрязнениями диоксида - до 20 км. Выбросы ТЭС содержат бенз(а)пирен, соединения ванадия, радионуклиды, кислоты и другие токсичные вещества. Зоны загрязнения около трубы имеют радиусы 5 км и более.

Важным показателем почв является их кислотность. Источниками кислоты и оснований являются продукты распада органических соединений, гидролиз неорганических соединений и загрязнения, вносимые в почву из атмосферы и гидросферы. В зависимости от величины pH почвы относятся к кислым ($pH < 7$) и щелочным ($pH > 7$).

Подкисление почвы способствует переходу соединений тяжелых металлов в растворимые соединения. Соединения тяжелых металлов и повышенная кислотность обладают синергетическим действием на растения.

Песчаные почвы устойчивы к загрязнению, они не обладают способностью связывания тяжелых металлов, легко пропускают их через себя с фильтрующимися водами. На таких почвах возрастает опасность загрязнения подземных вод.

Глинистые почвы обладают способностью прочно связывать тяжелые металлы, предохраняя от загрязнения грунтовые воды. Так, например, общее количество свинца, которое может задержать метровый слой такой почвы на 1 га, достигает 500...600 т.

Защелачивание почвы снижает скорость разложения органических веществ, так как большинство почвенных бактерий и грибов угнетаются в

кислой среде. Степень кислотности влияет на растворимость алюминия в почвенном слое. Алюминий широко распространен в земной коре, присутствует в значительных количествах во многих почвенных минералах, входит в состав глинистых почв (каолин). При повышении кислотности происходит растворение соединений алюминия и переход в раствор. Образующиеся соединения обладают токсичностью для корневой системы растений.

Распространенными загрязнителями почвы являются пестициды и родственные им соединения. Без их применения потери урожая от сорняков, вредителей и болезней могут достигать 60 %. В мире производится около 1500 наименований пестицидов. В окружающую среду поступают все пестициды, производимые мировой промышленностью, несмотря на то, что они опасны для жизни. Для оценки относительной опасности того или иного пестицида ввели характеристику «продолжительности жизни» его в биосфере.

Нефть представляет собой один из наиболее крупных видов органических загрязнителей литосферы. В состав нефти входит более 150 различных углеводородов (75 % от общего состава нефти). Кроме того, в нефти содержатся азот, сера, кислородсодержащие соединения и в зависимости от месторождения железо, никель, медь.

Нефтяное загрязнение почв относится к числу наиболее опасных, поскольку оно принципиально изменяет свойства почв. Нефть обволакивает почвенные частицы, в результате почва не смачивается водой, гибнет микрофлора, растения не получают должного питания. Частицы почвы слипаются, а сама нефть постепенно переходит в иное состояние, ее фракции становятся более окисленными, затвердевают, и при высоких уровнях загрязнения почва напоминает асфальтоподобную массу.

Важной проблемой является борьба с захламливанием земель *промышленными и бытовыми отходами*. Ежегодно из недр страны извлекается огромное количество горной массы. В оборот вовлекается около трети, используется в производстве около 7 % объема добычи. Большая часть отходов не используется и скапливается в отвалах.

Примерами значительного накопления отходов, связанных с добычей полезных ископаемых, могут служить терриконы угольных шахт, отвалы вблизи карьеров при наземной добыче руд. Наиболее остро стоит вопрос утилизации отходов в угольной промышленности, поскольку на некоторых шахтах добыча 1000 т угля сопровождается подъемом из шахт до 800 т породы.

Ежегодно в РФ отмечается рост количества образовавшихся отходов:

Год	2002	2004	2006	2007	2008
Млн т	2034,9	2634,9	3519,4	3899,3	3817,7

По словам В. Путина на период 2013 года в России накоплено 90 млрд. т отходов: «Сегодня в России ежегодно скапливается порядка 3,5 млрд тонн отходов. Из них на переработку идет лишь примерно четверть. Остальное сжигается или вывозится на специальные полигоны. Но если бы только на специальные, а то и часто просто выбрасывается. Количество так называемых нелегальных свалок постоянно растет. Объем накопленных отходов в России составляет около 90 млрд тонн. Большая часть из них не имеет собственника», - заявил Путин на совещании по вопросу о стимулировании переработки отходов (по данным Интерфакс, 10 апреля 2013 года).

В результате хозяйственной деятельности к настоящему времени в Российской Федерации накоплено 31,6 млрд.т. отходов, 2 - 2,3 из которых являются токсичными[4].

В настоящее время одной из самых острых проблем является утилизация и захоронение радиоактивных отходов АЭС. Опасны и значительны отходы сельскохозяйственного производства - навоз, остатки животноводства.

Техногенное воздействие на почву сопровождается:

- отторжением пахотных земель или уменьшением их плодородия; по данным ООН, ежегодно в мире выводится из строя около 6 млн га плодородных земель;

- чрезмерным насыщением токсичными веществами растений, что неизбежно приводит к загрязнению продуктов питания растительного и животного происхождения; в настоящее время до 70 % токсичного воздействия на человека приходится на пищевые продукты;

- нарушением биоценозов вследствие гибели насекомых, птиц, животных, некоторых видов растений;

загрязнением грунтовых вод, особенно в зоне свалок.

Пожары и взрывы

Пожар- это неконтролируемое горение вне специального очага. Для реализации процесса горения необходимо наличие горючего (Г), окислителя (О) и источника воспламенения (И). Горение возникает при одновременном совпадении в пространстве компонент Г, О и И. Отсутствие одной из этих компонент делает процесс горения невозможным, если Г и О не самовоспламеняются.

Горючие вещества. Все горючие вещества разделяют на твердые, жидкие и газообразные. Пожарная опасность горючего вещества определяется его склонностью к возникновению и развитию пожара и характеризуется температурой вспышки и температурой воспламенения вещества.

Окислители. На пожарах роль окислителя при горении чаще всего выполняет кислород воздуха, окружающий зону протекания химических реакций, поэтому интенсивность горения определяется не скоростью про-

текания этих реакций, а скоростью поступления кислорода из окружающей среды в зону горения.

Источники воспламенения. К ним относят: пламя, лучистую энергию, искры, разряды статического электричества, накалинные поверхности и т. п.

Зоны горения, виды и опасные факторы пожаров. Горение представляет собой физико-химический процесс превращения горючих веществ в продукты сгорания, сопровождаемый интенсивным выделением теплоты и светового излучения. В основе горения лежат быстротекущие химические реакции окисления сгораемых материалов кислородом воздуха, с образованием в первую очередь CO_2 и H_2O .

В пространстве, в котором развивается пожар, условно рассматривают три зоны: горения, теплового воздействия и задымления.

Зоной горения называют часть пространства, в которой происходит подготовка горючих веществ к горению (подогрев, испарение, разложение) и их горение. Различают два основных вида горения: гомогенное и гетерогенное.

При гомогенном (пламенном) горении окислитель и горючее находятся в газовой фазе. Гомогенное горение имеет место при сгорании горючего газа или газовых сред, образующихся при испарении горючих жидкостей или при выделении газообразных фракций в результате нагрева твердых веществ. Полученная любым из этих превращений газообразная среда смешивается с воздухом и горит.

При гетерогенном (беспламенном) горении горючее находится в твердом состоянии, а окислитель в газообразном. Процесс горения происходит в твердой фазе и проявляется в покраснении твердого вещества в результате экзотермических реакций окисления.

Зоной теплового воздействия называют часть пространства, примыкающую к зоне горения, в которой тепловое воздействие пламени приводит к заметному изменению состояния окружающих материалов и конструкций и делает невозможным пребывание в ней людей без средств специальной защиты.

Зона задымления - это часть пространства, в котором от дыма создается угроза жизни и здоровью людей.

Ежедневно в РФ происходит 500...600 пожаров, приводящих к материальному ущербу в 15... 17 млн. руб.

Взрыв- быстро протекающий процесс физического или химического превращения веществ, сопровождающийся высвобождением большого количества энергии в ограниченном объеме, в результате которого в окружающем пространстве образуется и распространяется ударная волна, способная создать угрозу жизни и здоровью людей, нанести материальный ущерб, ущерб окружающей среде и стать источником ЧС.

Источником энергии при взрыве могут быть как химические, так и физические процессы. В большинстве взрывов источником выделения энергии являются химические превращения веществ, связанные с окислением. Существует много веществ, в которых в том или ином виде запасено большое количество энергии, например в виде внутримолекулярных и межмолекулярных связей. В нормальных условиях эти вещества достаточно устойчивы и могут находиться в твердом, жидком, газообразном или аэрозольном состоянии. Однако в результате инициирующего воздействия (теплотой, трением, ударом или каким-либо другим способом) в них начинаются экзотермические процессы, протекающие с большой скоростью и приводящие к взрывчатому превращению.

На промышленных предприятиях наиболее взрывоопасными являются образующиеся в нормальных или аварийных ситуациях газовоздушные (ГВС) и пылевоздушные (ПлВС) смеси. Из ГВС наиболее опасны взрывы смесей с воздухом углеводородных газов, а также паров легковоспламеняющихся жидкостей. Взрывы ПлВС происходят на мукомольном производстве, на зерновых элеваторах, при обращении с красителями, при производстве пищевых продуктов, в текстильной промышленности и т. п.

На практике чаще других встречаются свободные воздушные взрывы, наземные (приземные) взрывы, взрывы внутри помещений (внутренний взрыв), а также взрывы больших облаков ГВС. Суммарное выделение энергии при взрыве оценивается энергетическим потенциалом взрыва.

Гидродинамические аварии.

Гидродинамическая авария – это чрезвычайное событие, связанное с выходом из строя (разрушением) гидротехнического сооружения или его части, и неуправляемым перемещением больших масс воды, несущих разрушения и затопления обширных территорий. К основным потенциально опасным гидротехническим сооружениям относятся плотины, водозаборные и водосборные сооружения (шлюзы).

Разрушение (прорыв) гидротехнических сооружений происходит в результате действия сил природы (землетрясений, ураганов, размывов плотин) или воздействия человека (нанесения ударов ядерным или обычным оружием по гидротехническим сооружениям, крупным естественным плотинам диверсионных актов), а также из-за конструктивных дефектов или ошибок проектирования.

Последствиями гидродинамических аварий являются:

- повреждение и разрушение гидроузлов и кратковременное или длительное прекращение выполнения ими своих функций;
- поражение людей и разрушение сооружений волной прорыва, образующейся в результате разрушения гидротехнического сооружения, имеющей высоту от 2 до 12 м и скорость движения от 3 до 25 км/ч (для горных районов – до 100 км/ч);

- катастрофическое затопление обширных территорий слоем воды от 0,5 до 10 м и более.

Примеры аварий: Саяно-Шушенская гидроэлектростанция (СШГЭС), река Енисей, близ поселка Черемушки, в 32 км от Саяногорска, граница Красноярского края и республики Хакасия, Россия. Авария произошла 17 августа 2009 года, 8:13 местного времени, погибло - 75 человек, пострадало - 13 человек.

Дамба Баньцяо (*Banqiaodam*), река Жухэ, уезд Биян, городской округ Чжумадянь, провинция Хэнань, Китайская Народная Республика.

Баньцяо- грунтовая дамба высотой 24,54 м и длиной 118 метров, построенная в 1952 году для защиты от наводнений, а позднее и для выработки электроэнергии. 8 августа 1975 года, 1:00 местного времени. По официальным данным, учитывающим только погибших непосредственно во время затопления— 26000 жертв. С учетом погибших из-за голода и эпидемий, вызванных наводнением- от 171000 до 230 000 жертв.

Аварии на радиационно-опасных объектах.

Радиационно-опасный объект (РОО)— это любой объект (ядерный реактор, завод, использующий ядерное топливо или перерабатывающий ядерный материал, место хранения ядерного материала, транспортное средство, перевозящее ядерный материал или источник ИИ), при аварии на котором или при его разрушении может произойти облучение или радиоактивное загрязнение людей, животных и растений. На таком объекте возможна *ЧС радиационного характера*, т.е. ситуация, когда в результате аварии на РОО РВ попадают в окружающую среду в большом количестве и радиоактивному загрязнению могут подвергаться значительные территории. Особое место среди РОО занимают атомные электростанции (АЭС), атомные теплоэлектроцентрали (АТЭЦ), атомные станции теплоснабжения (АСТ), атомные станции промышленного теплоснабжения (АСПТ).

Радиационная авария (РА)— это такое нарушение правил безопасной эксплуатации ядерно-энергетической установки, оборудования или устройства, при котором произошёл выход радиоактивных продуктов или ИИ за предусмотренные проектом пределы их безопасной эксплуатации, вызвавший облучение населения и загрязнение окружающей среды.

Наиболее частыми причинами РА являются: нарушение правил безопасной эксплуатации РОО, правил работы с источниками ИИ; нарушение правил хранения и перевозки источников радиоактивности; события, связанные с нарушением барьеров безопасности, предусмотренных проектом каждого реактора; нарушение герметичности оболочек тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов) из-за перегрева или механических повреждений и другие причины [2].

До 1990 г. существовала классификация, предусматривавшая деление РА по характеру нарушений в работе РОО на локальную, местную и общую. Однако после событий на Чернобыльской АЭС МАГАТЭ была разработана, а с 1 сентября 1990 г. внедрена в СССР «Международная шкала событий на АЭС», которая подразделяет события на АЭС на 7 уровней:

1-ый уровень – незначительное происшествие. Это функциональные отклонения или отклонения в управлении, которые не представляют какого-либо риска, но указывают на недостатки в обеспечении безопасности.

2-ой уровень – происшествие средней тяжести. Такие происшествия, хотя и не оказывают непосредственного влияния на безопасность станции, способны привести к переоценке существующих мер безопасности.

3-ий уровень – серьёзное происшествие. Это выброс в окружающую среду радиоактивных продуктов в количестве, не превышающем 5-кратного допускаемого суточного сброса. При этом возникает значительное переоблучение работающего персонала и небольшое облучение отдельных лиц из населения. Меры по защите населения всё же пока не требуются.

4-ый уровень – авария в пределах АЭС. При этом выброс радиоактивных продуктов в окружающую среду (ОС) вызывает облучение отдельных лиц из населения. Меры по защите обычно не требуются, но облучение работающего персонала уже может вызвать лучевые эффекты.

5-ый уровень – авария с риском для ОС. В результате выброса радиоактивных продуктов превышаются дозовые пределы для проектных решений аварий. В некоторых случаях требуется частичное введение планов мероприятий по защите персонала и населения.

6-ой уровень – тяжёлая авария. Выбросы продуктов из активной зоны реактора в ОС. Возникают серьёзные последствия для здоровья населения, что требует проведения противоаварийных мероприятий в 25-километровой зоне вокруг АЭС, включая эвакуацию населения.

7-ой уровень – глобальная авария. Выброс большей части продуктов, накопленных в активной зоне реактора, в ОС, включая коротко- и долгоживущие. Возможны острые лучевые поражения и последующее влияние на здоровье населения, проживающего на большой территории, в том числе – на территориях сопредельных стран. Возникают долговременные последствия для ОС.

Таким образом, события 1 – 3 уровней относятся к *происшествиям* (инцидентам), представляющим фактически лишь потенциальную угрозу для населения. Авария 4-го уровня приводит к облучению населения в установленных пределах дозы, а аварии 5 – 7 уровней по существу явля-

ются запроектными авариями, приводящими к облучению населения за границей санитарно-защитной зоны выше установленных пределов дозы.

Примеры аварий.

Авария на Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 года.

Энергоблок № 4, город Припять, Украина.

2 человека погибли вовремя катастрофы, 31 человек умер в последующие месяцы, около 80 – в последующие 15 лет. У 134 человек развилась лучевая болезнь, в 28 случаях приведшая к смерти. Порядка 60 000 человек (в основном - ликвидаторы) получили высокие дозы облучения.

АЭС Фукусима-1, город Окума, префектура Фукусима, Япония, 11 марта 2011 год.

Фукусима-1 входила в число мощнейших АЭС мира. Она состоит из 6 энергоблоков, которые до аварии отдавали в электрическую сеть до 4,7 гигаواتт энергии. На момент катастрофы в рабочем состоянии находились только 1, 2 и 3-й реакторы, 4, 5 и 6-й реакторы были остановлены для планового ремонта, причем топливо из четвертого реактора было полностью выгружено и находилось в бассейне выдержки. Также на момент катастрофы в бассейнах выдержки каждого энергоблока находился небольшой запас свежего топлива и достаточно большое количество отработанного.

2 погибших и 6 раненых в момент катастрофы, еще 22 человека получили травмы во время ликвидации аварии, 30 человек получили опасные дозы облучения.

10. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА И НОРМИРОВАНИЕ ОПАСНОСТЕЙ

Для количественной оценки (квантификации) опасностей жизненных потоков используют критерии допустимого вредного воздействия потоков (веществ, энергии, информации) и критерии допустимой травмоопасности потоков.

10.1 КРИТЕРИИ ДОПУСТИМОГО ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОТОКОВ

В любой точке жизненного пространства с координатами x, y, z массовые, энергетические и информационные потоки могут оказывать воздействие P . В общем виде это воздействие на объект (человека, природу) определяется его интенсивностью I и длительностью экспозиции τ , т. е.

$$P(x, y, z) = f(I, \tau).$$

Интенсивность потока определяется по формулам:

- для вещества, $\text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, $I_B = G/(F \tau)$,
- для энергии, $\text{Дж}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ или $\text{Вт}/\text{м}^2$, $I_\varepsilon = Q/(F \tau)$,
- для информации, $\text{бит}/\text{с}$, $I_u = I/\tau$,

где G - масса вещества, г ; F - площадь поперечного сечения потока, м^2 ; Q - количество энергии в потоке, Дж ; I - количество информации в двоичных знаках, бит.

Основное условие допустимости воздействия потоков в зоне пребывания человека имеет вид:

$$P \leq \text{ПДП},$$

где P — реальный показатель потока; ПДП - предельно допустимое значение потока.

При воздействии потоков энергии условие допустимости принимает вид:

$$I_i < \text{ПДУ}_i,$$

где I_i — интенсивность i -го потока энергии в жизненном пространстве; ПДУ_i - предельно допустимый уровень интенсивности i -го потока энергии.

Потоки веществ практически всегда воздействуют на человека через изменение концентрации этих веществ в жизненном пространстве. В этом случае допустимое количество i -го вещества G_i , которое можно ввести, например, в объем V помещения из условия отсутствия в нем недопустимого загрязнения i -м веществом, определяют по формуле:

$$G_i < (\text{ПДК}_i - C_{\phi i}) V,$$

где $ПДК_i$ - предельно допустимая концентрация i -го вещества в помещении; $C_{\phi i}$ - фоновое (начальное) загрязнение помещения i -м веществом.

Применительно к ситуации с загрязнением компонент среды обитания различными веществами условие допустимости воздействия имеет вид:

$$C_i < ПДК_i$$

где C_i — концентрация i -го вещества в жизненном пространстве; $ПДК_i$ — предельно допустимая концентрация i -го вещества в этом пространстве.

Рассмотрим некоторые примеры нормирования допустимых воздействий на человека. *Зоны пребывания человека в рабочей и бытовой средах* считаются допустимыми, если в них соблюдены нормативные требования по параметрам микроклимата, по освещению, по предельно допустимым концентрациям загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и по предельно допустимым интенсивностям энергетического облучения.

Для реализации допустимых условий деятельности нормативами по параметрам микроклимата установлены значения температуры воздуха в помещении, его влажности и подвижности (СанПин 2.2.4. 548-96) [5].

В качестве критериев по освещению установлены нормативные требования к естественному и искусственному освещению помещений (СП 52.13330-2011) [6].

В воздухе рабочей зоны содержание вредных веществ ($ПДК_{p.z.}$) не должно превышать концентраций, установленных ГОСТ 12.1.005-88 [7], ГН 2.2.5.1313-03 [8] и другими нормативами.

Для оценки качества атмосферного воздуха в населенных пунктах регламентированы два вида допустимых концентраций: максимально разовая ($ПДК_{м.р.}$) и среднесуточная ($ПДК_{с.с.}$), при этом концентрация каждого вредного вещества в приземном слое атмосферы не должна превышать максимально разовой предельно допустимой концентрации, т. е. $C < ПДК_{м.р.}$, если ее экспозиция не более 20 мин. Если время воздействия вредного вещества превышает 20 мин, то необходимо соблюдать $C < ПДК_{с.с.}$.

Нормирование химического загрязнения почв осуществляется по $ПДК_{п.}$ - предельно допустимым концентрациям. $ПДК_{п.}$ - это концентрация химического вещества, мг, в пахотном слое почвы, кг, которая не должна вызывать прямого или косвенного отрицательного влияния на соприкасающиеся с почвой среды и здоровье человека, а также на самоочищающую способность почвы (СанПиН 2.1.7.1287-03) [9].

Различают четыре разновидности $ПДК_{п.}$ в зависимости от пути миграции химических веществ в сопредельные среды: ТВ - транслोकационный показатель, характеризующий переход химического

вещества из почвы через корневую систему в зеленую массу и плоды растений; МА - миграционный воздушный показатель, характеризующий переход химического вещества из почвы в атмосферу; МВ- миграционный водный показатель, характеризующий переход химического вещества из почвы в подземные грунтовые воды и водные источники; ОС -общесанитарный показатель, характеризующий влияние химического вещества на самоочищающую способность почвы и микробиоценоз.

Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест проводится по методическим указаниям МУ 2.1.7.1287-03[10]. Для оценки содержания вредных веществ в почве проводят отбор проб на участке площадью 25 м в 3...5 точках по диагонали с глубины 0,25 м.

Говоря о *нормировании качества воды* необходимо, прежде всего, определиться с ее назначением (видом): питьевая (хозяйственно-бытовая, технологическая), сточная, оборотная.

Питьевая вода в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074 – 03 [11] должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства. Безопасность питьевой воды в эпидемическом отношении определяется ее соответствием нормативам по микробиологическим и паразитологическим показателям таким как термотолерантные колиформные бактерии, колифаги, цисты лямблий и др.(Таблица 4).

Безвредность питьевой воды по химическому составу определяется ее соответствием нормативам по обобщенным показателям и содержанию вредных химических веществ, наиболее часто встречающихся в природных водах на территории РФ, а также веществ антропогенного происхождения, получивших глобальное распространение (табл. 4), а также по содержанию вредных химических веществ, поступающих и образующихся в воде в процессе ее обработки в системе водоснабжения (СанПиН 2.1.4.1074 - 03) [11] .

Таблица 1. Обобщенные показатели и содержание вредных химических веществ, наиболее часто встречающихся в природных водах на территории Российской Федерации (выдержка из СанПиН 2.1.4.1074—03)[11]

Показатели	Единицы измерения	Нормативы(предельно допустимые концентрации(ПДК)), не более	Показатель вредности	Класс опасности
Обобщенные показатели				
Водородный показатель	Единицы pH	В пределах 6-9	-	-
Жесткость общая	ммоль/л	7,0	-	-

Окончание таблицы 4

Фенольный индекс		0,25	-	-
Нефтепродукты, суммарно	мг/л	0,1	-	-
Поверхностно активные вещества (ПАВ), анионактивные		0,5	-	-
Неорганические вещества				
Алюминий (А1)	мг/л	0,5	с.-т.*	2
Медь (Си, суммарно)		1,0	-	3
Нитраты (поNO ₃)		45	орг.*	3
Свинец (РЬ, суммарно)		0,03		2
Сульфаты (SO ₄)		500	орг.	4
* Лимитирующий признак вредности вещества, по которому установлен норматив: с.-т. — санитарно-токсикологический, орг. — органолептический.				

Радиационная безопасность питьевой воды определяется ее соответствием нормативам по показателям общей α - и β - активности, Бк/л.

Нормируемые параметры шума определены ГОСТ 12.1.003—83 [12] с дополнениями 1989 г. и СН 2.2.4/2.1.8.562—96 [13]. Документы классифицируют шум по спектру на широкополосные и тональные, а по временным характеристикам - на постоянные и непостоянные. Для нормирования постоянных шумов применяют допустимые уровни звукового давления, дБ, в девяти октавных полосах частот в зависимости от вида производственной деятельности. Для ориентировочной оценки в качестве характеристики постоянного широкополосного шума на рабочих местах допускается принимать уровень звука, дБА, определяемый по шкале Ашумомера.

Нормативные требования по защите от вибраций установлены ГОСТ 12.1.012-2004 [13] и санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.566—96 [14].

При гигиенической оценке вибраций нормируемыми параметрами являются средние квадратические значения виброскорости и (и их логарифмические уровни L_v) или виброускорения для локальных вибраций в октавных полосах частот, а для общей вибрации - в октавных или третьоктавных полосах. Допускается интегральная оценка вибрации во всем частотном диапазоне нормируемого параметра, в том числе по дозе вибрации D с учетом времени воздействия. Для общей и локальной вибрации зависимость допустимого значения виброскорости v_t , м/с, от времени

фактического воздействия вибрации, не превышающего 480 мин, определяется по формуле

$$v_t = v_{480} \sqrt{\frac{480}{T}},$$

где v_{480} - допустимое значение виброскорости для длительного воздействия в течение 480 мин, м/с; T - время воздействия, мин. При регулярных перерывах воздействия локальной вибрации в течение рабочей смены допустимые значения уровня виброскорости следует увеличивать на значения, приведенные ниже:

Допустимые уровни вибрации в жилых домах, условия и правила их измерения и оценки регламентируются Санитарными нормами.

Необходимо отметить, что при длительном воздействии вредных факторов на человека допустимые пороговые уровни воздействия в виде ПДК и ПДУ требуют коррекции. При короткой экспозиции допустимыми являются более высокие уровни воздействия вредных факторов, а при длительной экспозиции они должны снижаться.

Так, например, сроки развития периферических расстройств зависят не только от уровня, сколько от дозы вибрации в течение рабочей смены. Преимущественное значение имеет время непрерывного контакта с вибрацией и суммарное время воздействия вибрации за смену. У формовщиков, бурильщиков, заточников, рихтовщиков при среднечастотном спектре вибраций заболевание развивается через 8... 10 лет работы. Обслуживание инструмента ударного действия (клепка, обрубка), генерирующим вибрацию среднечастотного диапазона (30... 125 Гц), приводит к развитию сосудистых, нервно-мышечных, костно-суставных и других нарушений через 12...15 лет. Определенным регулятором дозового воздействия вредных факторов является соблюдение регламента работы: чередование фаз работы с перерывами на отдых.

Учет времени воздействия вредных факторов на величину их допустимых значений применяется при нормировании электромагнитных излучений. Так, в диапазоне частот 300 МГц...300 ГГц величину предельно допустимого энергетического воздействия электромагнитного излучения на человека определяют по формуле:

$$\text{ППЭ}_{\text{доп}} = k \cdot \text{ЭЭ} / \tau$$

где $\text{ППЭ}_{\text{доп}}$ - предельно допустимое значение плотности потока энергии, Вт/м²; k - коэффициент ослабления биологической эффективности; $k = 1$ для всех случаев, $k = 10$ для облучения от вращающихся антенн; $k = 12,5$ для локального облучения кистей рук; $\text{ЭЭ}_{\text{доп}}$ - предельно допустимая энергетическая экспозиция, равная 2 Вт · ч/м ; τ - время пребывания в зоне облучения за рабочую смену, ч.

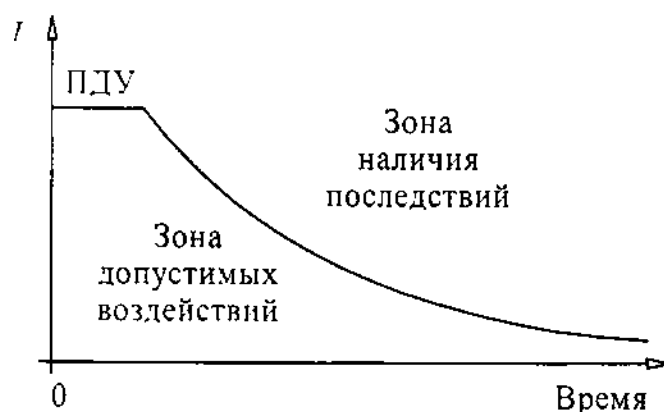


Рис. 8. Зависимость ПДУ воздействия от времени

Во всех случаях максимальное значение $ППЭ_{\text{доп}}$ не должно превышать 10, а при локальном облучении 50 Вт/м^2 .

Применительно к условиям загрязнения производственной и окружающей среды электромагнитными излучениями радиочастотного диапазона действуют Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.2.4.1191-03[15], СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 [16] и ГОСТ 12.1.006-84[17].*

Критерии допустимого воздействия (ПДК и ПДУ) установлены и для случаев возникновения других опасностей: для инфразвука и ультразвука, для лазерного, инфракрасного, ультрафиолетового и радиационного излучений, для случаев загрязнения продуктов питания и т. д.

10.2 КРИТЕРИИ ДОПУСТИМОЙ ТРАВМООПАСНОСТИ ПОТОКОВ

Вероятность воздействия травмоопасных потоков на людей оценивают величинами риска принудительной потери жизни. Это происходит в тех случаях, когда потоки масс и/или энергий от источника негативного воздействия в жизненном пространстве нарастают стремительно и достигают чрезмерно опасных значений, например, при авариях. Вероятность такого негативного воздействия обычно связана с возникновением чрезвычайных происшествий (событий) природного и/или техногенного характера. Для ее оценки используется понятие риска.

Риск - вероятность реализации негативного воздействия за определенный период времени, например, за год.

Риск оценивают на основе статистических данных или теоретических исследований. При использовании статистических данных величину риска определяют по формуле:

$$R = N_{\text{чс}} / N_0,$$

где $N_{\text{чс}}$ - число чрезвычайных событий в год; N_0 - общее число событий в год.

Для оценки вероятности реализации чрезвычайно опасных негативных воздействий на людей используют следующие виды риска:

- индивидуальный риск ($R_{и}$), когда объектом защиты является человек;
- социальный риск (R_c), когда объектом защиты является группа людей.

Индивидуальный риск обусловлен вероятностью реализации опасностей с воздействием на человека в конкретных ситуациях.

Причины возникновения индивидуального риска многочисленны и разнообразны. Некоторые значения индивидуального риска приведены в табл. 5., где величина риска отнесена к периоду времени 1 год[1].

Таблица 5.Характерные значения индивидуального риска гибели людей от естественных и техногенных факторов

Причина возникновения риска	$R_{и}$, 1 чел/год	Зоны риска
Аварии на радиоактивных объектах с выбросом веществ в атмосферу (ЧАЭС, Маяк) Военная авиация	$10^0 \dots 10^{-1}$ $1,2 \cdot 10^{-2}$ $3,4 \cdot 10^{-3}$	Зона неприемлемого риска, $> 10^{-3}$
Сердечно-сосудистые заболевания Злокачественные опухоли Автомобильные аварии	$1,6 \cdot 10^{-3}$ 10^{-3}	
Автогонки	$7,5 \cdot 10^{-4}$	
Курение	$2,8 \cdot 10^{-4}$	Переходная зона, $10^{-6} < R < 10^{-3}$
Самоубийства	$2,2 \cdot 10^{-4}$	
Несчастные случаи на производстве	$3,0 \cdot 10^{-4}$	
Пожары и взрывы	$4,0 \cdot 10^{-5}$	
Аварии на железнодорожном, водном и воздушном транспорте; пожары и взрывы	10^{-5}	
Проживание вблизи ТЭС (при нормальном режиме работы)	10^{-6}	
Все стихийные бедствия, укусы насекомых	10^{-7}	Зона приемлемого риска, $< 10^{-7}$
Проживание вблизи АЭС (при нормальном режиме работы)		

Социальный риск, характеризующий негативное воздействие чрезвычайных опасностей на группы людей, оценивают по формуле:

$$R_c = \frac{\Delta P}{P},$$

где ΔP — число погибших от чрезвычайных происшествий (ЧП) одного вида в год; P - средняя численность лиц, проживающих или работающих на данной территории, подверженной влиянию ЧП.

Отметим, что в соответствии с положением о классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера тяжесть последствий оценивается как локальная, если пострадало не более 10 человек и зона их воздействия не выходит за пределы территории объекта производственного или социального назначения.

К источникам и факторам социального риска прежде всего относят:

- особо опасные объекты, технические средства, склонные к возникновению аварий;
- урбанизированные территории с неустойчивой ситуацией;
- эпидемии;
- стихийные бедствия.

Для оценки воздействия ЧП на природу используют понятие *экологического риска* ($R_э$). Его оценивают как отношение числа разрушенных природных объектов к общему числу объектов на рассматриваемой территории в течение года. Экологический риск определяется по формуле:

$$R_э = \frac{\Delta O}{O},$$

где ΔO — число разрушенных природных объектов из их общего числа O в пределах рассматриваемого региона.

Иногда экологический риск оценивают отношением площади разрушенных территорий (ΔS) к общей площади (S) региона, т. е.

$$R_э = \frac{\Delta S}{S}.$$

Источниками и факторами экологического риска в основном могут быть: техногенное влияние на окружающую природную среду; стихийные явления - землетрясение, наводнение, ураган, засуха и т. п.

10.3 КОНЦЕПЦИЯ ПРИЕМЛЕМОГО РИСКА

Введение в рассмотрение понятия о предельно допустимых (приемлемых) рисках отражает современный подход к оценке меры травмоопасности. Общество отвергло концепцию «абсолютной безопасности» и пришло к концепции приемлемого для человека «допустимого риска». При реализации этой концепции важнейшей задачей является установление верхней границы допустимого риска. На практике ее рационально находить на основе статистических данных.

Ключевым значением при установлении допустимого риска явилась идея, предложенная Фармером в 1967 г. Смысл идеи заключался в установлении величины допустимого риска, равным риску выхода радиоактивной утечки в атмосферу из ядерного реактора в год.

Современные представления об уровнях приемлемого индивидуального риска говорят о следующем:

- нижнюю зону, где значение вероятности смерти находится в пределах менее 10^{-6} , представляют маловероятные события. Эту зону принято называть зоной приемлемого риска. По принятой в настоящее время концепции допустимое для населения значение индивидуального риска от

любой формы деятельности не должно превышать величину 10^{-7} смертей на 1 человека в год. Эта величина реализуется обычно при стихийных природных явлениях, избавиться от которых мы не можем и вынуждены принимать как условия своего существования на Земле. Одновременно статистика показывает также, что индивидуальный риск летального исхода при эксплуатации многих технических систем также существует на уровне 10^{-7} ;

— в верхней зоне при вероятности более 10^{-3} сосредоточены наиболее вероятные естественные причины, по которым погибает подавляющее большинство людей, поэтому добавление в нашу жизнь техногенных и антропогенных факторов опасностей с вероятностью более 10^{-3} существенно увеличивает вероятность смерти людей от внешних причин. Эта зона рассматривается обществом, как зона неприемлемого риска;

— в зону индивидуального риска смерти человека от 10^{-3} до 10^{-6} входят многочисленные, весьма распространенные виды деятельности и события. Ее называют переходной зоной.

Зона неприемлемого риска

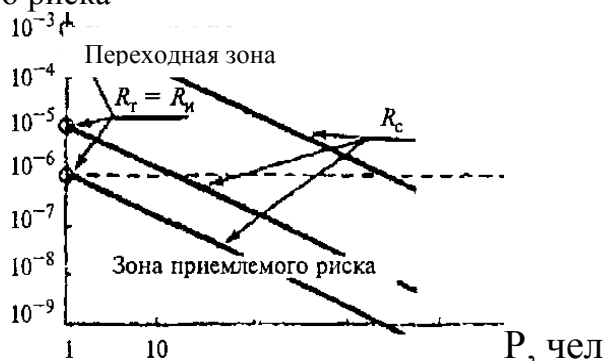


Рис. 9. Зависимость социального риска гибели людей около опасного производственного объекта (ОПО) от численности лиц (P), подверженных воздействию техногенного риска

В последние годы в мировой практике концепция приемлемого риска находит все более широкое применение. Теоретические попытки количественной оценки приемлемого риска предприняты во Франции, Дании, Нидерландах, России и других странах. В Великобритании принят допустимым риск серьезных аварий равным 10^{-4} , в Нидерландах приемлемый индивидуальный риск смерти принят равным 10^{-6} чел/год.

10.4 ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТЕЙ ТЕХНОГЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Современные источники техногенных опасностей должны обладать минимальным спектром и уровнем вредного воздействия на работающих, селитебные зоны техносферы и природу, а также минимальным тех-

ногенным риском, обеспечивая тем самым минимизацию индивидуального, социального и экологического рисков в зонах своего влияния.

Оценка опасностей техногенных источников выполняется на этапах их проектирования (модернизации) и при эксплуатации. Процедуру оценки числа и уровня опасностей на этапе проектирования принято называть «идентификацией опасностей».

Идентификация опасных воздействий предусматривает выявление номенклатуры опасных потоков и расчет параметров их воздействия на работающих, население и природу.

При воздействии потоков вещества вычисляют:

- массы выбросов, сбросов и отбросов веществ, поступающих в помещения, промышленную зону и окружающую среду;
- концентрации веществ в загрязненных ими зонах;
- размеры и конфигурацию загрязненных зон.

При воздействии потоков энергий определяют мощность и интенсивности потоков в зонах их влияния.

Кроме указанных выше параметров находят и временные показатели процесса негативного влияния опасных зон, создаваемых источником опасности. Идентификация опасностей в зонах пребывания людей - многофакторная задача.

10.4.1. Идентификация выбросов в атмосферный воздух

Выбросы технологических процессов и технических систем при их работе в штатных режимах состоят:

- из веществ, выбрасываемых в атмосферу;
- из веществ, поступающих в рабочее помещение;
- из утечек рабочих сред из технических систем при нарушении их герметичности как в помещении, так и на промышленные площадки.

Масса выбросов, возникающих при проведении технологических процессов, обычно рассчитывается по формуле:

$$M = m_{\text{уд}} \Pi k (1 - \eta),$$

где $m_{\text{уд}}$ - удельное выделение загрязняющего вещества на единицу характерного показателя производственного процесса; для расчета выбросов из плавильных агрегатов; Π - производительность плавильного агрегата, т/ч; для расчета выбросов при электродуговой сварке - расход электродов, кг/ч; для расчета выбросов при резке металлов - произведение длины реза на толщину разрезаемого металла, м²/ч; при окраске - расход лакокрасочных материалов, кг/ч; k - поправочный коэффициент для учета особенностей технологического процесса; η - эффективность средств очистки выбросов в долях единицы. При их отсутствии $\eta = 0$.

Обычно системы отвода загрязнений в техносферу от мест их образования удаляют из цеха до 97 % вредных веществ, а 3 % веществ все же поступают в помещение цеха.

При эксплуатации систем с повышенным давлением возможны утечки газов, паров и жидкостей через уплотнения разъемных соединений, трубопроводов, затворы трубопроводной арматуры (клапаны, вентили и др.).

Утечки газов, см³/мин, через затворы определяют по формуле

$$Q_{\Gamma} = KND_y^{0,5} (10p_l + 2),$$

где K - коэффициент, зависящий от класса герметичности; $K=1...10$; N - коэффициент, зависящий от вида арматуры, например, для вентилей $N=75 \cdot 10^{-4}$; P - давление среды в трубопроводе, МПа; D_y - диаметр условного прохода, мм.

Объемы утечек газов значительно превышают объемы утечек жидкостей. При сжигании топлива (уголь, мазут, природный газ) в котлах ТЭС образуются нетоксичные диоксид углерода и водяной пар. Кроме них в атмосферу выбрасываются и вредные вещества, такие как оксид углерода, оксиды серы и азота, летучая зола. Для ТЭС мощностью 1000 МВт характерны выбросы углекислого газа - 560 т/ч; паров воды - 105, диоксида серы - 14, оксидов азота - 4 и золы 0,85 т/ч при условии, что эффективность очистки дымовых газов от летучей золы составляет 0,99. Вблизи ТЭС, выбрасывающих такое количество загрязнителей, образуются зоны с повышенными концентрациями вредных веществ протяженностью до 5 км и более.

Автомобильный транспорт при сжигании бензина или дизельного топлива выбрасывает отработавшие газы, состоящие из нетоксичных паров воды, диоксида углерода, азота, кислорода и водорода, а также из токсичных веществ: оксида углерода, оксидов азота, углеводородов, альдегидов, сажи, бенз(а)пирена и др. Состав отработавших газов двигателя внутреннего сгорания (ДВС) зависит от режима работы двигателя.

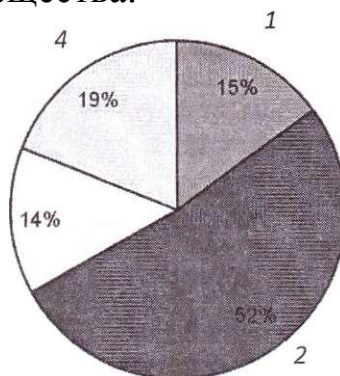
Отработавшие газы ДВС в городах являются основными загрязнителями атмосферного воздуха. По данным обследований, величину концентрации оксида углерода CO, мг/м³, в воздухе автомагистралей (на краю проезжей части) можно найти по формуле:

$$C_{CO} = 1,53N^{-0,368},$$

где N — интенсивность движения автомобилей, авт/ч.

В реальных производственных городских, региональных и тому подобных условиях атмосферный воздух практически всегда оказывается одновременно загрязненным несколькими веществами.

Совместное негативное влияние загрязняющих веществ на воздух городов и промышленных зон оценивают индексом загрязнения атмосферы (ИЗА). Для каждого i -го вещества $ИЗА_i = k_i (C_i / ПДК_{с,ci})$, где k_i - коэффициент, равный 1,7 - для веществ I класса; 1,3 - для веществ II класса; 0,1 - для веществ III класса и 0,9 - для веществ IV класса; C_i - текущая концентрация i -го вещества в атмосфере; $ПДК_{с,ci}$ - предельно допустимая среднесуточная концентрация i -го вещества.



1 ИЗА > 14; 2 ИЗА от 7 до 13; 3 ИЗА от 5 до 6; 4 ИЗА < 5

Рис. 10. Данные по уровню загрязнения атмосферного воздуха в городах РФ (на 2008 г.)

Интегральную оценку загрязненности атмосферы в городах обычно ведут по пяти наиболее опасным веществам, для чего рассчитывают значение ИЗА по формуле:

$$ИЗА_5 = \sum_{i=1}^5 k_i \frac{C_i}{ПДК_{с,ci}}$$

Допустимые значения $ИЗА_5 < 7$. Данные наблюдений показывают, что уровень загрязнения атмосферы остается высоким. В 67 % городов (136 городов), где проводятся наблюдения, степень загрязнения воздуха очень высокая и в 19 % городов - низкая.

10.4.2. Идентификация энергетических воздействий

При идентификации энергетических воздействий следует исходить из условия, что наибольшая интенсивность потока энергии всегда существует непосредственно около источника. Интенсивность потока энергии в среде обитания уменьшается обратно пропорционально площади, на которую распределяется энергия, т. е. величине r^2 , где r - расстояние от источника излучения до рассматриваемой (расчетной) точки в среде обитания. Если источник, излучающий энергию, находится на земной поверхности, то излучение идет в полусферическое пространство ($S = 2\pi r^2$), если

же источник, излучающий энергию, находится над земной поверхностью или под ней, то излучение идет в сферическое пространство ($s = 4\pi r^2$).

Интенсивность звука, Вт/м², в расчетной точке окружающей среды при излучении шума источником со звуковой мощностью P , Вт, рассчитывают по формуле

$$I = P\Phi / Sk,$$

где Φ - фактор направленности излучения шума; S - площадь, на которую распределяется звуковая энергия, м²; κ - коэффициент, учитывающий уменьшение интенсивности звука на пути его распространения за счет затухания в воздухе и на различных препятствиях; $\kappa = 1$ при отсутствии препятствий и при расстояниях до 50 м.

Шумовая характеристика железнодорожного транспорта оценивается величиной уровня звука $I_{\text{эКВ}}$, дБА, определяемой по формуле:

$$I_{\text{эКВ}} = 63 + 25 \lg V_r / V_0,$$

где V_r - скорость состава, м/с; V_0 - 1 м/с.

Уровни звука, создаваемые некоторыми средствами автотранспорта, представлены в таблице 6.

Таблица 6. Уровни звука, создаваемого средствами транспорта

Вид магистрали	Железная дорога	Открытая линия метро	Скоростная магистраль	Автотранспорт городских улиц
Интенсивность движения, шт/час	40	40	2000...6000	50...500
Уровень звука, дБА на расстоянии, м:				
7,5	89	69	87	60...74
10	-	-	-	60...74
50	-	53	55...56	-
70	65	-	-	-
Требуемое снижение уровня звука, дБА	20	8	11...14	7...21

Электромагнитное поле (ЭМП) несет энергию, определяемую плотностью потока энергии I , Вт/м². При излучении сферических электромагнитных волн плотность потока энергии в зависимости от расстояния от источника определяется по формуле

$$I = P_{\text{ист}} / 4\pi r^2,$$

где $P_{\text{ист}}$ - мощность источника, Вт; r - расстояние от источника электромагнитного поля до расчетной точки, м.

Данная формула справедлива при условии, что $r \geq \lambda/2\pi$, где λ — длина волны электромагнитного излучения, м; длина волны связана с частотой f , Гц, соотношением $\lambda f = c$, где c — скорость распространения электромагнитных волн, м/с.

Опасные зоны источников ЭМП и излучений составляют: для линий электропередач (ЛЭП) с частотой 0 и 50 Гц в зависимости от напряжения:

Напряжение, кВ 20 110 330 750 1150

Размер защитной зоны от

крайнего провода ЛЭП, м 10 20 75 250 300

для электрифицированных железных дорог при напряжении 10...20 кВ защитная зона составляет соответственно 10...20 м;

для источников радиочастот СВЧ ($f = 3 \cdot 10^8 - 3 \cdot 10^{11}$ Гц) защитная зона составляет 300 м.

10.4.3. Идентификация травмоопасных воздействий

Идентификация травмоопасных воздействий предусматривает прежде всего оценку техногенного риска опасных промышленных объектов (ОПО) при авариях.

Для идентификации опасных объектов в России используют следующую нормативно-правовую базу:

РД 03-418-01. Методические указания по проведению анализа риска опасных промышленных объектов;

РД 52.04.253-90. Методика прогнозирования масштабов загрязнения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте;

РД 03.315-99. Положение о порядке оформления деклараций промышленной безопасности и перечень сведений, содержащихся в ней.

Основной подход к оценке техногенного риска ОПО, как правило, опирается на статистику аварий или на вероятный анализ: построение и расчет «деревьев событий» и «деревьев отказов». С помощью первых можно предсказать, во что может развиваться тот или иной отказ техники, а с помощью вторых - проследить все причины, которые способны вызвать отказ техники.

По анализу вероятности рассчитывают риск реализации каждого отказа, а в итоге - общую вероятность (риск) аварии на ОПО. Построить дерево отказов можно в соответствии с рекомендациями РД 03-418-01.

Количественно анализ опасностей технических систем на основе оценки вероятности возникновения нештатных ситуаций упрощенно мож-

но оценить соотношением $R = 1 - e^{-\tau\lambda}$ где λ - интенсивность отказов, 1/ч; τ - время эксплуатации. Для некоторых технических систем интенсивность отказов λ , 1/ч, приведена ниже[1]:

Механическое оборудование	$10^{-2}...10^{-4}$
Паровые котлы	$10^{-2}...10^{-5}$
Гидропневмоэлементы	$10^{-2}...10^{-4}$
Трансформаторы	$10^{-3}...10^{-6}$
Сварные соединения	$10^{-5}...10^{-8}$
Болтовые соединения	$<10^{-9}$

При построении полей суммарного техногенного риска R_{Σ} от воздействия нескольких технических средств в зонах защиты следует использовать соотношение:

$$R_{T\Sigma}(x, y) = \sum R_{Ti}(x, y)$$

где R_{Ti} - величина техногенного риска i -го источника в точке селитебной зоны с координатами x и y , n - число источников техногенной опасности, одновременно оказывающих опасное влияние в этой точке пространства.

Максимальное значение индивидуального риска $R_{и}$ для человека в конкретной зоне его пребывания определяется суммированием величины естественного риска $R_{ест}$ в этой зоне с величиной индивидуального риска, возникающего от действия всех техногенных источников в этой зоне пребывания $R_{T\Sigma}$ по формуле

$$R_{и} = R_{T\Sigma} + R_{ест}$$

Приведенное соотношение для определения $R_{и}$ справедливо при одновременно происходящих естественно-техногенных событиях.

Условие отсутствия травмоопасности имеет вид:

$$R_{и} \leq R_{и \text{ доп}}$$

где $R_{и \text{ доп}}$ - допустимый (приемлемый) индивидуальный риск.

При оценке негативного влияния ЧП необходимо понимать, что аварии и стихийные явления, характеризуемые на их первой стадии значениями риска, в дальнейшем могут создавать в жизненном пространстве чрезвычайные ситуации. Состояние опасностей на таких территориях и акваториях описывают величиной вредных факторов - концентрациями вредных веществ и значениями уровней интенсивности потоков энергии, обычно представленных в безразмерных единицах, кратных ПДК или ПДУ. Характерным примером развития подобных событий является авария на ЧАЭС.

Полученные при этом значения потенциального техногенного риска R_T позволяют определить социальный риск R_c по формуле:

$$R_c = \int R_T(x, y) \varphi(x, y) dS,$$

где $\varphi(x, y)$ - плотность распределения людей на элементе территории dS ; S - площадь территории, на которую распространяется условие

$$R_{\text{и}} > R_{\text{и доп.}}$$

Следует отметить, что принятые в РД 03-418-01 рекомендации по учету исходных данных не являются достаточно полными, поэтому и результаты анализа требуют определенного уточнения. На конечный результат определения риска влияют плотность жилой застройки - плотность населения (школ, больниц, кинотеатров, транспортных развязок и т. п.), а также способы использования опасного вещества в технологическом процессе, поэтому расчетные уровни индивидуального риска опасного химического объекта (ОХО) могут существенно измениться. Как правило, многие объекты, отнесенные ранее к неопасным, меняют свой статус и из неопасных становятся опасными.

Определенные шаги по учету влияния запасов вредных веществ на уровень опасности объекта уже сделаны. В соответствии с последними нормативными документами величина предельно допустимого количества вещества может быть уменьшена (вплоть до 0,1), если расстояние от объекта до селитебной зоны или зон большого скопления людей менее 500 м.

При оценке опасности проживания населения в конкретной зоне необходимо учитывать факты взаимного влияния ОПО. Даже если риск одновременного негативного воздействия отдельных объектов является маловероятным, необходимо учитывать их возможное совместное негативное влияние, особенно для условий расположения объектов в плотной жилой застройке. При этом следует учитывать, что радиусы зон поражения при авариях (по РД 52.04.253-90) весьма значительны.

11 ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДОСТИЖЕНИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Из анализа процесса взаимодействия человека с техносферой следует, что в техносфере на человека негативно воздействуют:

- естественные факторы, а именно изменения климата, освещенности земной поверхности, метеоусловия и стихийные явления в природе;
- техника и технологии, управляемые операторами и выделяющие в техносферу различные материальные и энергетические потоки;
- городская среда (транспорт, объекты жилищно- коммунального хозяйства и т. п.);
- среда быта (технические средства, недоброкачественные продукты питания и т. п.).

В современных условиях наиболее доступным решением задачи о минимизации людских потерь в техносфере является:

- применение средств защиты от естественных опасностей;
- создание источников опасностей ограниченного влияния на людей;
- максимальное снижение численности лиц, подверженных воздействию источников опасности;
- применение средств и методов коллективной защиты от техногенных опасностей;
- применение устройств и средств индивидуальной защиты.

На селитебные и природные зоны негативно воздействуют:

- объекты экономики, выделяющие газообразные, жидкие и твердые отходы, в том числе химические и радиоактивные, при работе в штатных и аварийных ситуациях;
- городская среда, выделяющая отходы жилищно- коммунального хозяйства, отходы транспортных средств, ливневые сточные воды, снежную массу и т. п.;
- бытовая среда, выделяющая жидкие и твердые отходы.

11.1. КОЛЛЕКТИВНАЯ И ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЗАЩИТА РАБОТАЮЩИХ И НАСЕЛЕНИЯ ОТ ОПАСНОСТЕЙ В ТЕХНОСФЕРЕ

Реализация коллективной защиты человека от повседневного воздействия негативных абиотических факторов достигается путем:

- устройства систем искусственного освещения;
- обеспечения допустимых параметров микроклимата;
- применения систем защиты человека от холода и перегрева;
- использования систем воздухо- и водоподготовки;

- контроля качества пищевых продуктов;
- устройства молниезащиты.

Реализация коллективной и индивидуальной защиты человека устранением или снижением опасностей технических средств и технологий достигается:

- защитой от вредных веществ;
- защитой от вибрации, акустического шума, инфра- и ультразвука;
- защитой от ЭМП и ЭМИ, в том числе и от лазерного излучения;
- защитой от ионизирующих излучений;
- защитой от поражения электрическим током;
- защитой от воздействий статического электричества;
- защитой от механического травмирования в бытовых и производственных условиях при использовании средств транспорта и т. п.;
- применением средств индивидуальной защиты.

Минимизация антропогенного влияния на техносферу достигается путем:

- организации безопасного трудового процесса;
- обучения работающих и населения безопасным приемам жизнедеятельности;
- реализации требований к безопасной работе операторов технических систем и технологий.

11.2 ЗАЩИТА ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ОПАСНОСТЕЙ

При чрезвычайных ситуациях на первое место выходят задачи защиты населения и территорий от чрезвычайно высоких уровней потоков негативного воздействия, ликвидации последствий ЧС, реабилитации пострадавших и восстановления повседневной жизнедеятельности.

К чрезвычайным техногенным опасностям регионального масштаба относят:

- аварии на радиационно-опасных объектах с выбросом радиоактивных веществ;
- взрывы и пожары;
- аварии на химически опасных объектах;
- аварии в топливно-энергетических системах;
- аварии на очистных сооружениях;
- аварии в системах ЖКХ;
- обрушение зданий и сооружений;
- гидродинамические аварии;
- крупные транспортные аварии.

Особенности загрязнения окружающей среды при авариях на радиационно-опасных объектах. Ввиду того, что аварийные ситуации являются максимально опасными на АЭС, рассмотрим особенности загрязнений местности в случае аварий на объектах с ядерными компонентами на примере атомных станций.

Выбросы и истечения радиоактивных веществ из реактора характеризуются следующим:

- газо-аэрозольная смесь радионуклидов распространяется в виде облака на сотни километров и испускает мощный поток ионизирующих излучений;
- радиоактивное загрязнение местности имеет длительный характер в результате разброса высокоактивных осколков ядерного топлива на территории АЭС и осаждения радиоактивных частиц из газоаэрозольного облака.

При авариях на АЭС радиоактивное загрязнение имеет следующие особенности:

- радиоактивное загрязнение местности и атмосферы имеет сложную зависимость от исходных параметров (типа и мощности реактора, времени его работы, характера аварии и т. д.) и метеоусловий, вследствие чего прогнозирование его возможных масштабов весьма затруднительно и носит ориентировочный характер;
- смесь выбрасываемых из реактора радиоактивных веществ обогащена долгоживущими радионуклидами (плутоний-239, стронций-90, цезий-137 и др.), причем относительный вклад в общую активность излучающих изотопов с течением времени увеличивается. В результате большие площади на длительное время окажутся загрязненными опасными радионуклидами, которые в последующем могут быть вовлечены в миграционные процессы на местности.
- малые размеры радиоактивных частиц (средний размер около 2 мкм) способствуют их глубокому проникновению в микротрещины и краску, что затрудняет проведение работ по дезактивации;
- пылеобразование приводит к поступлению в организм через органы дыхания мелкодисперсных продуктов деления;
- осаждение высокоактивных осколков конструкций реактора и графита происходит как на территории АЭС, так и в виде пятен по следу облака;
- стационарный характер источника загрязнения, продолжительность выбросов во времени на небольшую высоту (до 1,5...2 км) и частые изменения метеоусловий приводят к азимутальной неравномерности загрязнения местности, изменению уровней радиации в отдельных районах во времени и образованию радиоактивных зон загрязнения в виде пятен.

Оценка опасности аварии на РОО.

Потенциальная опасность РОО определяется количеством р/а веществ, которое может поступить в окружающую среду в результате аварии на РОО. А это в свою очередь зависит от мощности ядерной установки. Наибольшую опасность представляют АС и НИИ с ядерными установками и стендами. Аварии на них классифицируются как по возможным масштабам последствий: локальная, местная, общая, региональная, глобальная, так и по нормам эксплуатации (проектные, проектные с наибольшими последствиями, запроектные)[2].

При радиационной аварии рассматривают 5 зон, имеющих различную степень опасности для здоровья людей. Они характеризуются возможной дозой облучения.

Зона экстренных мер защиты населения — территория, в пределах которой доза внешнего гамма-облучения населения за время формирования следа радиоактивного загрязнения от выброса РВ при аварии на РОО может превысить 75 рад, а доза внутреннего облучения щитовидной железы за счет поступления в организм человека радиоактивного йода — 250 рад.

Зона профилактических мероприятий — территория, в пределах которой доза внешнего гамма-облучения населения за время формирования следа радиоактивного загрязнения от выброса РВ при аварии на РОО может превысить 25 рад (но не более 75), а доза внутреннего облучения щитовидной железы радиоактивным йодом может превысить 30 рад (но не более 250).

Зона ограничений — территория, в пределах которой доза внешнего облучения населения за время формирования следа радиоактивного загрязнения от выброса РВ при аварии на РОО может превысить 10 рад (но не более 25), а доза внутреннего облучения щитовидной железы радиоактивным йодом не превышает 30 рад.

Зона возможного радиоактивного загрязнения — территория, в пределах которой прогнозируются дозовые нагрузки, превышающие 10 рад в год.

При аварии, повлекшей за собой радиоактивное загрязнение обширной территории, на основании контроля и прогноза радиационной обстановки устанавливается зона радиационной аварии (ЗРА).

Зона радиационной аварии — это территория, на которой суммарное внешнее и внутреннее облучение может превышать 5 рад за первый год. В ЗРА проводится мониторинг радиационной обстановки и осуществляются мероприятия по снижению уровней облучения населения на основе принципа оптимизации (т.е. выбора наилучшего варианта действий).

На территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению, после стабилизации обстановки в районе аварии в период ликвидации ее долгосрочных последствий устанавливаются зоны:

Зона отчуждения. В этой зоне запрещается постоянное проживание населения, ограничивается хозяйственная деятельность и природопользование;

Зона отселения. Это территория за пределами зоны отчуждения, на которой плотность загрязнения почв цезием-137 от 15 до 40 Ки/км² или эквивалентных доз других радионуклидов, население подлежит обязательному отселению.

Зона проживания с правом на отселение. Это территория за пределами зоны отчуждения и зоны отселения с плотностью загрязнения почв цезием — 137 от 5 до 15 Ки/км², при которой население имеет право на отселение;

Зона проживания с льготным социально-экономическим статусом. Это территория за пределами зоны отчуждения, зоны отселения и зоны проживания с правом на отселение с плотностью радиоактивного загрязнения почвы цезием — 137 от 1 до 5 Ки/км².

Защита от химического загрязнения. Основными особенностями химических аварий является их непредсказуемость и внезапность, быстрое формирование облака АХОВ, распространяющегося на окружающую территорию, недостаточная контролируемость или полная неконтролируемость возникающих и протекающих при аварии процессов и сложность обстановки, в которой должны проводиться аварийно-спасательные и другие неотложные работы (АСиДНР). Кроме того, в зависимости от типа АХОВ загрязненный воздух или проникает в подвальные и другие заглубленные помещения и первые этажи зданий, или поднимается в верхние этажи зданий и верхние слои атмосферы. В связи с этим могут пострадать не только персонал аварийного объекта, но и население, проживающее по соседству с ним, а также окружающая природная среда. С другой стороны, поведение АХОВ при авариях во многом зависит от способа их хранения или транспортирования.

Последствия химических аварий представляют собой совокупность результатов поражающего воздействия АХОВ и других сопутствующих поражающих факторов на объекты, население и окружающую природную среду. В результате химической аварии образуется зона химического заражения. Это территория, в пределах которой распространены или привнесены химически опасные вещества в концентрациях или количествах, создающих опасность для жизни и здоровья людей, животных и растений в течение определенного времени. Размеры этой зоны зависят от типа АХОВ, их выброшенного количества, метеоусловий и топографической особенности местности. Внешние границы зоны химического заражения обычно соответствуют пороговому значению токсодозы при ингаляционном воздействии на человека.

Оценка опасности аварии на ХОО.

Причинами аварий на производстве, использующем химические вещества, чаще всего бывают нарушения правил транспортировки и хранения, несоблюдение правил техники безопасности, выход из строя агрегатов, механизмов, трубопроводов, неисправность средств транспортировки, разгерметизация емкостей хранения, превышение нормативных запасов. В результате аварии или катастрофы на ХОО возникает очаг химического заражения (ОХЗ). В очаге химического заражения или зоне химического заражения (ЗХЗ) может оказаться само предприятие и прилегающая к нему территория. В соответствии с этим выделяют 4 степени опасности химических объектов:

- I степень — в зону возможного заражения попадают более 75000 чел;
- II степень — в зону возможного химического заражения попадают 40000—75000 чел;
- III степень — менее 40000 чел;
- IV степень — зона возможного химического заражения не выходит за границы объекта.

Последствия аварий на АОХО определяются как степенью опасности ХО, так и токсичностью и опасностью самих химических веществ. По характеру воздействия на организм АОХВ или СДЯВ (сильнодействующие ядовитые вещества) делятся на следующие группы:

I. Вещества удушающего действия:

- 1) с выраженным прижигающим эффектом (хлор и др.);
- 2) со слабым прижигающим действием (фосген и др.).

II. Вещества общедовитого действия (синильная кислота, цианиды, угарный газ и др.).

III. Вещества удушающего и общедовитого действия:

- 1) с выраженным прижигающим действием (акрилонитрил, азотная кислота,
- 2) соединения фтора и др.);
- 3) со слабым прижигающим действием (сероводород, сернистый ангидрид, оксиды азота и др.).

IV. Нейротропные яды (фосфорорганические соединения, сероуглерод, тетраэтилсвинец и др.).

V. Вещества нейротропного и удушающего действия (аммиак, гидразин и др.).

VI. Метаболические яды (дихлорэтан, оксид этилена и др.).

VII. Вещества, извращающие обмен веществ (диоксин, бензофураны и др.)

Кроме того, все АОХВ делятся на быстродействующие и медленнодействующие. При поражении быстро действующими картина отравления развивается быстро, а при поражении медленно действующими до прояв-

ления картины отравления проходит несколько часов т.н. латентный или скрытый период. Возможность более или менее продолжительного заражения местности зависит от стойкости химического вещества. Стойкость и способность заражать поверхности зависит от температуры кипения вещества. К нестойким относятся АОВХ с температурой кипения ниже 130°C , а к стойким — вещества с температурой кипения выше 130°C . Нестойкие АОВХ заражают местность на минуты или десятки минут. Стойкие сохраняют свойства, а следовательно и поражающее действие, от нескольких часов до нескольких месяцев. С позиций продолжительности поражающего действия и времени наступления поражающего эффекта АОВХ условно делятся на 4 группы: - нестойкие с быстронаступающим действием (синильная кислота, аммиак, оксид углерода); — нестойкие замедленного действия (фосген, азотная кислота); - стойкие с быстронаступающим действием (фосфорорганические соединения, анилин); - стойкие замедленного действия (серная кислота, тетраэтилсвинец, диоксин). Территория, подвергшаяся заражению АОВХ, на которой могут возникнуть или возникнуть массовые поражения людей, называется очагом химического поражения (ОХП). На зараженной территории химические вещества могут находиться в капельножидком, парообразном, аэрозольном и газообразном состоянии. При выбросе в атмосферу парообразных и газообразных химических соединений формируется первичное зараженное облако, которое в зависимости от плотности газа, пара, будет в той или иной степени рассеиваться в атмосфере. Газы с высоким показателем плотности (выше 1) будут стелиться по земле, «затекать» в низины, а газы (пары) с плотностью меньше 1 — быстро рассеиваться в верхних слоях атмосферы. Характер заражения местности зависит от многих факторов — способа попадания химических веществ в атмосферу (разлив, взрыв, пожар); от агрегатного состояния заражающих агентов (капельножидкие, твердые частицы, газы); от скорости испарения химических веществ с поверхности земли и т. д. В конечном счете, зона химического заражения АОВХ включает 2 территории: подвергающаяся непосредственному воздействию химического вещества и над которой распространяется зараженное облако. Указанные и многие другие факторы, характеризующие зону химического заражения, необходимо учитывать при планировании аварийно-спасательных работ по ликвидации последствий аварий на химически опасных объектах.

12. ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ РЕАЛИЗОВАННЫХ ОПАСНОСТЕЙ

12.1. ПОКАЗАТЕЛИ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ ОПАСНОСТЕЙ

Реализованные в среде обитания человека опасности неизбежно сопровождаются потерей здоровья или гибелью людей. Для оценки этих потерь на объектах экономики, в условиях города, региона или в быту используют следующие абсолютные показатели:

- численность T_{Π} погибших от внешних факторов за год;
- численность $T_{\text{тр}}$ пострадавших от воздействия травмирующих факторов за год;
- численность T_3 получивших региональные или профессиональные заболевания от воздействия вредных факторов.

Для оценки травматизма в производственных условиях, кроме абсолютных показателей, используют относительные показатели частоты и тяжести травматизма.

Показатель частоты травматизма $K_{\text{ч}}$, определяет число несчастных случаев, приходящихся на 1000 работающих за определенный период:

$$K_{\text{ч}} = 1000 T_{\text{тр}} / C,$$

где C — среднесписочное число работающих.

Показатель тяжести травматизма $K_{\text{т}}$ характеризует среднюю длительность нетрудоспособности, приходящуюся на один несчастный случай:

$$K_{\text{т}} = D / T_{\text{тр}},$$

где D — суммарное число дней нетрудоспособности по всем несчастным случаям.

Показатель травматизма со смертельным исходом $K_{\text{си}}$ определяет число несчастных случаев из расчета на 1000 работающих за определенный период времени (обычно в год):

$$K_{\text{си}} = \frac{1000 T_{\text{пп}}}{C},$$

где $T_{\text{пп}}$ — численность погибших на производстве.

Для оценки уровня нетрудоспособности вводят *показатель нетрудоспособности* $K_{\text{н}} = 1000 D / C$.

$$K_H = K_q \times K_T.$$

В качестве показателей, отражающих опасность процесса жизнедеятельности в стране или регионе, используют:

- *младенческую смертность* (число смертей детей в возрасте до 1 года из 1000 новорожденных) от внешних причин;
- *детскую смертность* (число умерших в возрасте до 15 лет) от внешних причин;
- *смертность населения в трудоспособном возрасте от внешних причин*.

Общее состояние экономики страны, общественных отношений, уровня социальной защиты и безопасности в отраслях экономики, качества среды обитания и ряда других факторов, влияющих на жизнь населения, находят свое интегральное отражение в показателях продолжительности жизни людей: средняя продолжительность жизни людей в пенсионном возрасте; средняя продолжительность жизни людей.

Средняя продолжительность жизни людей в пенсионном возрасте как интегральный показатель влияния условий жизни, в том числе опасностей экономики среды обитания, определяется как разность средней продолжительности жизни людей и пенсионного возраста, установленного в стране. Данные, приведенные в табл. 16.1, свидетельствуют о весьма серьезной ситуации с продолжительностью жизни мужчин в России предпенсионного и пенсионного возраста.

Из приведенных данных следует, что в среднем мужчины России умирают, не достигнув пенсионного возраста. К сожалению, показатель продолжительности жизни людей в пенсионном возрасте пока еще не нашел в нашей стране должного места при оценке социальной деятельности государства и общества.

Таблица 7. Продолжительность жизни людей в пенсионном возрасте

Страна, город	Средняя продолжительность жизни, лет	Пенсионный возраст, лет	Продолжительность жизни в пенсионном возрасте, лет
Япония	80	70	10
США: мужчины	76,4	67	9,4
Россия: женщины	72,7	55	17,7
мужчины	59,3	60	-0,7
Россия: женщины	74,3	55	19,3
мужчины	61,8	60	1,8

Интегральным показателем оценки условий жизни в любой стране или регионе является *средняя продолжительность жизни* (СПЖ) людей. В качестве реперного значения средней продолжительности жизни следует

принимать максимально достигнутые значения СПЖ₀ в странах Мира (в настоящее время в Японии СПЖ₀ = 80 лет). Исходя из этого, для каждой страны уменьшение СПЖ можно найти по формуле

$\Delta\text{СПЖ} = \text{СПЖ}_0 - \text{СПЖ}$, где СПЖ — средняя продолжительность жизни в стране (регионе).

Относительное значение средней продолжительности жизни определяется по формуле

$$\frac{\Delta\text{СПЖ}}{\text{СПЖ}_0} = \frac{(\text{СПЖ}_0 - \text{СПЖ})}{\text{СПЖ}_0}.$$

Данные о средней продолжительности жизни в ряде стран показывают, что средняя продолжительность жизни людей в развитых странах составляет 75 лет и более, а в развивающихся — 63 года и менее. В Африке, например, средняя продолжительность жизни — 52,5 года, а в Европе — 73,1 года.

12.2. ПОТЕРИ ОТ ОПАСНОСТЕЙ В БЫТУ, НА ПРОИЗВОДСТВЕ И В СЕЛИТЕБНЫХ ЗОНАХ

Воздействие вредных и травмирующих факторов производственной среды приводит к травмированию и профессиональным заболеваниям работающих. Оценочные данные свидетельствуют о том, что ежегодно в мире на производстве от травмирующих факторов погибают около 2 млн человек и получают травмы 160 млн человек.

В ведущих странах Мира число смертельных несчастных случаев на 1000 работающих и риск показаны в табл. 8.

В России производственный травматизм со смертельным исходом имеет общую тенденцию к снижению, но остается достаточно высоким по сравнению с ведущими странами (табл. 9). Представленная тенденция сохраняется и в настоящее время.

Таблица 8. Число смертельных несчастных случаев и риск

Страна	$K_{\text{си}}$	$R_{\text{си}}$
Великобритания	0,015	$1,5 \cdot 10^{-5}$
Германия	0,070	$7 \cdot 10^{-5}$
США	0,090	$9 \cdot 10^{-5}$
Франция	0,084	$2,4 \cdot 10^{-5}$
Япония	0,020	$2 \cdot 10^{-5}$

Таблица 9 Производственный травматизм

Год	1996	2000	2003	2005
$K_{\text{си}}$	0,155	0,149	0,131	0,124
$R_{\text{си}}$	$1,55 \cdot 10^{-4}$	$1,49 \cdot 10^{-4}$	$1,31 \cdot 10^{-4}$	$1,24 \cdot 10^{-4}$

Основным травмирующим фактором в машиностроении, %, являются оборудование (41,9), падающие предметы (27,7), падение персонала (11,7), заводской транспорт (10), нагретые поверхности (4,6), электрический ток (1,6), прочие (2).

К наиболее травмоопасным профессиям в экономике, %, относят: водитель (18,9), тракторист (9,8), слесарь (6,4), электромонтер (6,3), газомонтер (6,3), газосварщик (3,9), разнорабочий (3,5).

Экспертная оценка труда в экономике России показала, что в 2001 г. в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормам, работало 18,8 % от общего числа работающих.

Допустимым требованиям не соответствуют условия труда по ряду вредных факторов. Ниже приведены данные о доле работающих в неблагоприятных условиях (%):

Загазованность, запыленность 3
 Неблагоприятные температурные режимы.... 2,3
 Повышенный шум 1,8
 Недостаточное освещение 1,8
 Повышенная вибрация 0,5

Можно утверждать, что в крупных городах, промышленных центрах и вокруг них формируются очаги патологии человеческих популяций. По данным специалистов, здоровье населения ухудшается из-за низкого качества окружающей среды и продуктов питания. Ежегодно от экологических заболеваний, связанных с плохой экологией, на планете умирает около 2 млн человек.

12.3. ПОТЕРИ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ ОПАСНОСТЕЙ

Все чрезвычайные ситуации подразделяются на техногенные, природные, биолого-социальные ЧС и террористические акты.

Чтобы полнее оценить влияние различных происшествий на жизнь людей, достаточно знать, что только в июле 2006 г. в России погибло 4400 человек от различных происшествий (табл. 10).

Таблица 10. Влияние происшествий на жизнь людей

Вид и количество происшествий	Количество погибших, чел.	Количество пострадавших, чел
Пожары (26 767 событий)	506	4525
Происшествия на водоемах (1903 события)	1478	2402
ДТП (21 449 событий)	2416	20 884
ИТОГО	4400	27 811

О масштабах гибели пассажиров на транспорте можно судить по данным, приведенным в табл. 11. От техногенных чрезвычайных опасностей на транспорте ежегодно в мире погибает более 500 тыс. человек.

Таблица 11. Данные о гибели пассажиров на транспорте

Вид транспорта	Численность погибших, чел/год	Риск гибели пассажиров, чел/год (данные США)
Автодорожный (2009 г)	26 084	$2,1 \cdot 10^{-4}$
Гражданская авиация (2008 г)	141	$8 \cdot 10^{-6}$
Железнодорожный (2009 г)	41	$9,1 \cdot 10^{-6}$
Водный (2009 г)	3	$7,8 \cdot 10^{-4}$

При авариях на опасных производственных объектах (ОПО) на их территориях и прилегающих к ним зонах по величине индивидуального риска и показателям плотности населения N в рассматриваемой зоне площадью S в первом приближении можно определить количество жертв техногенной аварии по формуле:

$$T = R_{\text{и}} SN.$$

Некоторые представления о плотности населения N , чел./га, в различных зонах приведены ниже:

Сельский район	20
Городские окраины	40
Деловой центра города	80
Центральный район города	160 и более

В 2008 г. в России возникло 152 чрезвычайных ситуации из-за природных стихийных явлений. К наиболее опасным относятся землетрясения, природные пожары, сильные дожди и снегопады, сели, обвалы, сильные морозы и др.

12.4. СМЕРТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ВНЕШНИХ ПРИЧИН

Под смертностью от внешних причин понимается смертность от причин, вызванных не болезнями, а различными умышленными (убийства и самоубийства) или неумышленными (всякого рода несчастные случаи) внешними воздействиями. Для понимания значения смертности от внешних причин и их места среди других причин смерти очень важно то обстоятельство, что речь идет о единственном классе причин, который обуславливает предотвратимые смерти. Убийства, самоубийства, транспортные катастрофы, алкогольные отравления, производственный травматизм, гибель в результате чрезвычайных ситуаций и другие источники внешних воздействий во всем мире ежегодно обрывают свыше 5 млн человеческих жизней, которые без этих воздействий могли бы длиться еще много лет.

В табл. 12 приведены сравнительные данные медицинской статистики, характерные для России и США.

Таблица 12. Медицинская статистика (по данным ВОЗ)

Показатели	Россия	США
Средняя продолжительность жизни мужчин, лет	59	74
Средняя продолжительность жизни женщин, лет	72	80
Показатель рождаемости на 1000 населения	9,7	14,1
Показатель смертности на 1000 населения	13,9	8,7
Показатель смертности от инсультов, инфарктов и т. д. на 100 000 населения	895	351
Показатель смертности от онкологических заболеваний на 100 000 населения	201	203
Заболеваемость туберкулезом на 100 000 населения	92,1	5,8
Ошибки врачей на 100 000 населения	420	279
Расходы на медицину в стране, в % к ВВП	2,9	13

Значительное негативное влияние на здоровье населения оказывают нарушения здорового образа жизни и прежде всего факторы, получившие широкое распространение: потребление алкоголя, курение, наркомания и токсикомания. Сегодня 87,5 % от общей смертности в России связаны с гипертонией, высоким уровнем холестерина, чрезмерном употреблении алкоголя и табакокурением.

Пока еще серьезную опасность для человека представляет потребление алкоголя. Потребление россиянами алкоголя в 2013 году снизилось по сравнению с предыдущим на 13 процентов (Е.Брюн). По его словам, в 2013 году средний уровень потребления алкоголя составил примерно 13,5 литра на душу населения. В то же время в 2012 году этот показатель равнялся 15,6 литра. При этом Брюн отметил, что еще в 2010 году годовое потребление алкоголя в России составляло около 18 литров на душу населения (РИА Новости). Это почти в 2,5 раза превышает уровень, признанный экспертами ВОЗ относительно безопасным (8 л).

Ученые подсчитали, что от воздействия алкоголя и экологических проблем Россия недосчитывает более 100 млн человек.

Каждый год в мире от употребления табака умирают около 5 млн человек. В России по этой причине ежегодно умирают 300...400 тыс. человек.

Установлено, что до 90 % людей начинают курить с молодости; от 1 до 8 % внутреннего валового продукта многих стран идет на лечение болезней, возникших в результате табакокурения, и оплату инвалидности, с ней связанной.

Загрязнение воздушного бассейна табачным дымом превышает загрязнение воздуха выхлопами автомобилей в 4,5 раза; ежегодно по вине курильщиков в мире возникают сотни тысяч пожаров, которые забирают десятки тысяч жизней, уничтожают природные и созданные человеком ресурсы, оценивающиеся миллиардами долларов.

«Биосфера неизбежно превратится в ноосферу, т. е. в сферу, где разум человека будет играть доминирующую роль в развитии системы человек— природа; хаотичное саморазвитие, основанное на процессах естественной саморегуляции, будет заменено разумной стратегией регулирования процессов естественного развития».(*Закон ноосферы В. И. Вернадского, 1944 г.*)

Каждый человек, переходя из состояния учащегося (после завершения обучения в школе, ссузе, вузе) в состояние работника-созидателя, должен знать и оценивать возможные последствия своих действий. Поскольку человек наделен разумом, он стремится к созидательной жизни, пытаясь, как правило, изменить окружающий его мир в свою пользу. К сожалению, это преобразование, кроме желаемого, создает неизбежно и негативные эффекты, порождая тем самым отрицательные воздействия на человека и окружающий его мир.

Исходя из вышесказанного, первым и важнейшим шагом государства и общественности в деле достижения здоровой и продолжительной жизни населения России является обучение людей *основам культуры безопасности*.

Каждый россиянин должен:

- обладать знаниями и способностью "узнавать" опасности в быту, в сфере своей профессиональной деятельности, а также при использовании средств транспорта, т. е. на всех этапах своей жизни;
- всемерно соблюдать правила здорового образа жизни; человек, особенно в молодом возрасте, должен знать об опасностях вредных привычек, таких как курение, алкоголизм, наркомания и т. п.;
- правильно выбирать и применять средства личной защиты от опасностей;
- способствовать устранению опасностей коллективного воздействия на людей и природу;
- оказывать помощь и содействие пострадавшим от опасного воздействия.

В нашей стране созданы предпосылки для активного обучения всего населения основам культуры безопасности. Для этого, как минимум, достаточно модернизировать курс ОБЖ, читаемый практически всем молодым россиянам в средней школе.

Создание безопасной техносферы — задача как индивидуального, так и всенародного масштаба; задача, непосредственно связанная как с действиями каждого человека в сфере деятельности, быта и отдыха (защита от опасностей первого круга), так и с действиями руководителей производственных процессов, отраслей экономики и государства (защита от опасностей первого и второго кругов). Значение этого существенно возрастает еще и потому, что обеспечение безопасности техносферы — путь одновременно к решению и других проблем негативного влияния техносферы — фундамент для решения проблем безопасности на более высоких научных уровнях: региональном, межрегиональном, трансграничном, континентальном и глобальном.

Анализ причин возникновения техносферы и ее негативного влияния на природу и человека в ней обитающего свидетельствует не только о необратимости этого процесса, сколько о сложности задачи создания техносферы высокого качества.

Опыт создания техносферы показывает, что ее высокое качество достижимо лишь в условиях неукоснительного соблюдения требований по совместимости техносферы и отдельных ее составляющих с человеком и всей иной биосферой. Достичь этого можно лишь развивая и совершенствуя безопасность всех компонентов, составляющих техносферу (промышленные предприятия, транспорт и т. п.), и применяя специальную защитную технику для устранения негативного влияния техносферы на человека.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Завершая анализ современного мира опасностей, необходимо отметить, что основной путь дальнейшего развития БЖД и ЗОС в ближайшем будущем и на перспективу — это создание учения *о техносферной безопасности*. Для устранения негативного воздействия промышленного производства, энергетических комплексов, средств транспорта и иных объектов экономики на работающих, население и природу необходимо дальнейшее всестороннее развитие методов и средств усовершенствования превентивного анализа опасностей, действующих в селитебных зонах и регионах, с целью наиболее полного описания их совместного воздействия.

Реализуемые в настоящее время мероприятия (экологическая экспертиза, специальная оценка условий труда, экспертиза промышленной безопасности, декларация промышленной безопасности) проводятся, как правило, разобщенно для каждого источника опасности и опираются лишь на нормативы и правила по безопасности.

Настало время, когда необходимо переходить к комплексной оценке воздействия всех негативных территориальных объектов на работающих, население и окружающую техногенную и природную среды. На региональном уровне эта оценка объекта должна проводиться на основании нормативных актов, а в сложных случаях ее необходимо сопровождать научными изысканиями в области безопасности.

Создание безопасной техносферы — задача как индивидуального, так и всенародного масштаба; задача, непосредственно связанная как с действиями каждого человека в сфере деятельности, быта и отдыха, так и с действиями руководителей производственных процессов, отраслей экономики и государства. Значение этого существенно возрастает еще и потому, что обеспечение безопасности техносферы — путь одновременно к решению и других проблем негативного влияния техносферы — фундамент для решения проблем безопасности на более высоких научных уровнях: региональном, межрегиональном, трансграничном, континентальном и глобальном.

Анализ причин возникновения техносферы и ее негативного влияния на природу и человека в ней обитающего свидетельствует не только о необратимости этого процесса, сколько о сложности задачи создания техносферы высокого качества.

Опыт создания техносферы показывает, что ее высокое качество достижимо лишь в условиях неукоснительного соблюдения требований по совместимости техносферы и отдельных ее составляющих с человеком и всей иной биосферой. Достичь этого можно лишь развивая и совершенст-

вуд безопасность всех компонентов, составляющих техносферу (промышленные предприятия, транспорт и т. п.), и применяя специальную защитную технику для устранения негативного влияния техносферы на человека.

Создание техносферы высокого качества — насущная потребность всего урбанизированного населения Земли, путь к реализации учения академика В. И. Вернадского о ноосфере

При этом человечество неизбежно сменит свою тактику защиты от опасностей за счет соблюдения норм и правил безопасности (подход, часто называемый как метод "затыканием дыр") и перейдет к методу превентивного анализа опасностей всего вновь создаваемого человеком, помня постоянно о том, что *все опасности на Земле, кроме естественных, рукотворны.*

ЛИТЕРАТУРА

1. С.В. Белов, Е.Н. Симакова «Ноксология». Учебник для бакалавров. Москва. Юрайт. 2013 г. 429 с.
2. В.Ю. Радоцкий, В.Н. Шульженко, Н.В. Нестерова Опасные технологии производства. Уч. Пособие, БГТУ, Белгород, 2008.
3. Состояние окружающей среды и природных ресурсов Нижегородской области в 2012 году. Ежегодный доклад министерства экологии и природных ресурсов Нижегородской области, 2013. 319 с.
4. Паспорт Федеральной целевой программы «Ликвидация накопленного экологического ущерба» на 2014 – 2025 годы.
5. СанПин 2.2.4. 548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
6. СП 52.13330-2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
7. ГОСТ ССБТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
8. ГН 2.2.5.1313-03 Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
9. СанПиН 2.1.7.1287-03 Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. Российская газета, № 139, 30.06.2007 г.
10. СанПиН 2.1.4.1074 – 03 Вода питьевая. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения.
11. ГОСТ 12.1.003—83 Шум. Общие требования безопасности.
12. СН 2.2.4/2.1.8.562—96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилой застройки.
13. ГОСТ 12.1.012—2004 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
14. СН 2.2.4/2.1.8.566—96 Производственная вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.
15. СанПиН 2.2.2.4.1191-03. Физические факторы. Электромагнитные поля в производственных условиях.
16. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ).
17. ГОСТ 12.1.006-84* Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.

**Трунова Ирина Геннадьевна
Елькин Анатолий Борисович**

ОСНОВЫ НОКСОЛОГИИ

Редактор О.В. Пугина
Технический редактор Т.П. Новикова

Подписано в печать .2015 Формат 60×84 $\frac{1}{16}$.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л.
Уч. - изд. л. . Тираж 150 экз. Заказ .

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.
Типография НГТУ.

Адрес университета и полиграфического предприятия:
603950, Нижний Новгород, ул. Минина, 24.

