



*Томский межвузовский центр
дистанционного образования*

Т.А. Ципилева

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Учебное пособие

Томск – 2000

Ципилева Т.А.

Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие. - Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2000. - 257 с.

© Ципилева Т.А., 2000

© Томский межвузовский центр
дистанционного образования, 2000

ВВЕДЕНИЕ

27.04.90 г. на коллегии Гособразования СССР рассматривался вопрос «О первоочередных мерах по перестройке образования по вопросам охраны труда и гражданской обороны». В результате был издан приказ № 473 от 09.07.90 по которому во все учебные планы (от начальной школы до высших учебных заведений) вместо дисциплин «Охрана труда» и «Гражданская оборона» введена новая обобщенная дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» (БЖД). В центре внимания новой дисциплины – **человек** – как самоцель развития общества. В то время как в дисциплине «Охрана труда» человек рассматривается *только в условиях производства*, а в «Гражданской обороне» – *в чрезвычайных ситуациях*, в БЖД человек рассматривается *в любых условиях его обитания*. Еще Протагор (до н. э.) сказал: «Человек – есть мера всех вещей». Это высказывание нужно понимать так: человек – это главная ценность, он ценен не только, как рабочая сила, которую нужно охранять на производстве, а сохраняет свою ценность всегда, независимо от его местонахождения и выполняемых им функций.

Особое значение в настоящее время придают обучению основам БЖД при подготовке специалистов в вузах. Образование, обучение, воспитание – единый процесс формирования человека. Еще Д.И. Менделеев в работе «К познанию России» подчеркнул, что *«решение любой проблемы необходимо начать с образования, т.е. с подготовки людей, готовых решать эту проблему»*.

Учебной программой ТУСУР предусмотрено 36-42 часа лекционных занятий, выполнение четырех лабораторных работ, практические занятия и самостоятельная работа (написание реферата на одну из предложенных тем) для студентов дневной формы обучения и изучение девяти тем теоретического курса, выполнение двух контрольных работ для студентов заочной и дистантной форм обучения. Знания студентов контролируются путем сдачи экзамена.

Структура курса БЖД включает пять основных разделов:

1. Теоретические основы БЖД (Основные термины, определения, понятия дисциплины, системы восприятия человеком информации от внешней среды, защитные функции человека).
2. Бытовая среда и безопасность жизнедеятельности
3. Природная среда и БЖД
4. БЖД в условиях производства (Охрана труда и производственная санитария).
5. БЖД в условиях чрезвычайных ситуаций (Гражданская оборона и природные катастрофы).

«**Безопасность жизнедеятельности**» – это область знаний, в которой изучаются опасности, угрожающие человеку, закономерности их проявления и способы защиты от них.

Основная задача безопасности жизнедеятельности – обеспечение нормальных (комфортных) условий деятельности людей, защита человека и природной среды от воздействия вредных факторов, превышающих нормативно допустимые уровни.

Основная формула БЖД – предупреждение и упреждение потенциальной опасности.

Основное положение БЖД – любая деятельность потенциально опасна

Центральное понятие БЖД - потенциальная опасность, т.е. скрытая, проявляющаяся при определенных условиях, иногда трудно предсказуемых

В результате изучения курса БЖД специалист – выпускник вуза должен знать:

- теоретические основы БЖД в системе «Человек – производство - среда»;
- правовые вопросы;
- нормативно-технические и организационные основы БЖД;
- основы физиологии и рациональные условия деятельности человека;
- анатомо-физиологические последствия воздействия на человека вредностей и опасностей;
- средства и методы повышения безопасности жизнедеятельности;
- методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций;

Специалист с высшим образованием *должен уметь*:

- проводить контроль параметров и уровня отрицательных воздействий на организм;
- применять средства защиты от отрицательного воздействия;
- разрабатывать мероприятия по повышению безопасности и экологичности производственной деятельности;
- разрабатывать и изучать модели чрезвычайных ситуаций (ЧС);
- планировать и осуществлять мероприятия по повышению устойчивости производственных систем;
- оказывать неотложную помощь пострадавшим от последствий ЧС.

Современный человек постоянно находится в мире опасностей – природных, технических, антропогенных, социальных и др. Многие опасности взаимодействуют между собой, при этом влияние каждой из них на человека может значительно усилиться.

Пример. При аварии на участке железной дороги «Челябинск-Уфа» на пассажиров поезда воздействовали одновременно тепловой, механический и психологический факторы.

Почему возникла авария, как вести себя в условиях возникшей аварии, как можно было предупредить аварию, как ликвидировать последствия аварии – ответы на многие вопросы могут и должны быть найдены при изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» (БЖД).

Примеры опасной жизнедеятельности человека

Пример 1. Основным источником питьевой воды в городе Томске до 1970 года являлась вода быстрой, многоводной и достаточно чистой реки Томь. Признаком хорошей воды являлось проживание в ней таких рыб как стерлядь, муксун, хариус, таймень. В связи развитием Кузбасского и Томского промышленных комплексов, стоки их производств начали поступать в Томь, речная вода стала непригодна для питья (в воде стали в определяться в больших количествах такие вещества, как фенол, бенз(а)пирен, свинец, СПАВ, нефтепродукты и другие химические соединения, концентрации некоторых из них превысили 50 ПДК). Существующие традиционные методы очистки и обеззараживания воды стали недостаточными. Единственным решением было использование подземной воды, так как огромный подземный бассейн чистой воды находится под Томском и в Обь-Яйском междуречье на глубине 500-800 м. И на данный момент подземная вода достаточно хорошего качества.

НО! Городом-спутником Томска является построенный в 1953 году город Северск с его производством оружейного плутония и ядерным реактором. Жидкие отходы этих производств после некоторой очистки сбрасываются в реку Киргизку, поступаая затем в Томь, а с водами Томи – в Обь. Любому производству сопутствует накопление и твердых отходов. Их, вперемешку с жидкими, закачивают под землю на глубину 300-450 м. /23/. Таким образом, под землей сейчас находятся два слоя: первый – источник питьевой воды, а над ним (и очень близко) – слой радиоактивных отходов. А если геологическая перемычка между этими слоями разрушится? Если сформируется «литологическое окно»? Как назвать эти действия? Безграмотность или преступление?

Пример 2 /23/. Томск – большой город с населением около 500 тыс. человек. В городе свыше 100 предприятий, имеющих более 5 тысяч источников выбросов вредных веществ в атмосферу. В год в воздух в Томске выбрасывается более 300 тыс. тонн загрязняющих веществ. Только ТНХК выбрасывает более 2 500 тонн, ТЭЦ-3 – более 11 500 тонн. В городе много частного сектора: значит топят печи, печной дым тоже идет в воздух. Огромное количество автотранспорта сопровождается выбросами и выхлопами вредных веществ. Наконец, люди дышат (вдыхая кислород и выдыхая, в основном, CO₂). Но только растительные организмы способны производить кислород,

значит внутри и вокруг города должны быть обширные растительные зоны. «Легкими города» называли Тимирязевский сосновый бор (за рекой Томь), Протопоповский кедрач, Богашовскую зеленую зону. **НО!** Лес – это древесина и товар, причем лес пригородной зоны находится близко, значит товар дешевый. Возникает Тимирязевский леспромхоз с его бескультурной технологией добычи древесины, в бору же отводят место для промышленной свалки, частники машинами вывозят в лес бытовой мусор и т.д. Сосняк вокруг Томска начал сохнуть. Началось заболачивание местности.

Пример 3. В 1987 году начато проектирование и строительство **Крапивинского водохранилища** для целей разбавления загрязненной воды реки Томь. Оказалось, что качество воды в районе затопления территории по некоторым параметрам ниже качества воды в районе Томска, так как в районе затопления расположены естественные природные ртутные аномалии. Сейчас строительство законсервировано. Потрачены огромные средства.

Пример 4. **Томская область** имеет размеры (приблизительно) 460x680 \cong 300 000 кв. км. Население Томской области (ТО) составляет, приблизительно, 1 500 000 человек. Т.е. на 1 кв. км живет, в среднем, 5 человек. Для информации: территория Томской области – это 62% - леса; 30% - болот; 3% - луга; 3% - с/х угодья, населенные пункты, дороги; 2% всей территории находятся под водой.

Качество окружающей среды в Томской области:

(по данным комитета по охране природы за 1996 год ww@green.tsu.ru)

Атмосфера

Всего в Томской области 999 предприятий, плюс к этому числу 68 предприятий в г. Северске. Область выбрасывает в атмосферу (по годам) загрязняющие вещества в количестве:

1992 – 534.7 тыс. тонн

1993 – 496.3 тыс. тонн

1994 – 372.7 тыс. тонн

1995 – 365.5 тыс. тонн

1996 – 259.6 тыс. тонн

1997 - 370.8 тыс. тонн

Доля автотранспорта в выбросах по области, в среднем, составляет 46.6%, по Томску – 66%, по Северску – 91.4%.

Распределение выбросов видам производств:

Нефтегазпром – 33.3% всех выбросов;

Жил.-ком. хозяйство – 20.5%;

Атомпром – 13.2%;

Топливо-энергетический комплекс – 7.7%.

Какие вещества выбрасываются в воздух в Томской области (Т.О.)?

Таблица 0.1 – Основные загрязняющие атмосферу вещества (в тыс. тонн)

	Твердые вещества	Сажа	Зола	Сернистый ангидрид	Окись углерода	Окись азота	УВ
Т.О.	317.0	11.5	23.7	14.3	62.6	15.3	25.0
Томск	60.9	0.02	7.2	2.8	4.8	5.0	1.9
Асино	5.7	0.006	4.9	0.8	3.5	0.7	0.03
Северск	220.0	9.7	0.01	6.2	0.19	3.7	0.02

Основные загрязняющие вещества по главным источникам загрязнения атмосферного воздуха (тыс. тонн):

Нефтегазпром – СО – 27.0	Энергетика - зола – 6
УВ – 23.4	окись азот – 3.9
Жил.-ком. хоз – СО – 16.3	сажа – 1.5
Зола – 9.7	

Наиболее высокий уровень очистки от вредных веществ разработан и используется для удаления твердых веществ (пыль, зола) – коэффициент очистки доходит до 87,6%.

Практически нет очистных сооружений для СО, сернистого ангидрида и окиси азота.

Из 1067 предприятий Томской области установлены нормы выброса только для **606 предприятий, но нормы соблюдаются у всего лишь у 520.** Всего в Томской области 7855 источников выбросов (организованных), их них в Томске – 5 121; в Асино – 251; в Колпашево – 166; в Стрежевом – 76.

На 1 кв. км площадь ТО приходится в среднем (если все загрязняющие вещества (ЗВ) осядут в области) 3 тонны веществ. На одного человека «приходится» до 800 кг ЗВ в год.

Водные ресурсы ТО

ТО богата **подземными** и **поверхностными** водами.

Какое качество поверхностных вод в реках было в 1996 году?

Таблица 0.2 - Качество воды в реках Томской области (мг/л)

Место	Фенол	НП	Железо
Томь у Томска	0.012	1.21	1.43
Томь у с. Козюлино	0.017	1.02	1.8
Чулым у пос. Тегульдет	0.006	1.4	1.23
Кия у с. Окунеево	0.014	0.94	0.44
ПДК	0.001	0.3	0.3

Примечание: НП - нефтепродукты

Сколько основных ЗВ главные реки области выносят в океан за год?

Таблица 0.3 – Вынос основных ЗВ в океан (тонн):

Река	Фенол	НП	Азот аммонийный	Нитри-ты	Железо
Томь	50	8500	8500	400	11960
Чулым	24	6400	16100	100	17100
Кия	5	2200	1900	60	1800
Кеть	1	400	600	4	300

Подземные воды

Запасы подземных вод – 14 тыс. км³. Они располагаются в трех ярусах: 30-50 м; в меловых отложениях и в палеозойских отложениях.

Верхний слой воды «верховодка» легко доступен и содержит около 90% всех подземных запасов. В настоящее время используется, как правило, в частном порядке (колодцы). Вода подвергается сильному антропогенному изменению.

Запасы воды **меловых отложений** пресные, мягкие, богатые минералами: хлор, аммоний, натрий, калий, микроэлементы (барий, бром, марганец, железо). Радиоактивных элементов, как правило, нет (исключение изотоп калия – 40 в Тимирязево и Попадейкино). Общая минерализация до 1 г/л (Заварино, Чажемто).

Вода палеозоя используется для питьевого водоснабжения города. Пресная, жесткая, с большим количеством железа.

Как используются водные ресурсы ТО.

Всего в год **забирается** на нужды людей 720.33 млн. м³ воды (без Северска объем забираемой вода равен 181.5).

Из забранной воды (без Северска) 49.2 млн. тонн взято из рек, 132.3 – из подземных источников.

Сброс использованной воды 118.1 млн. м³, из них 108.4 – в реки и 0.01 – в подземные горизонты.

Какую воду область сбрасывает в реку?

Таблица 0.4 – Выбросы ЗВ в реки Томской области (тонны в год)

Вещество	Количество ЗВ, тонны
Нефтепродукты	60
Фенолы	0.23
СПАВ	22.9
Формальдегид	4.5
Метанол	4.5

Вещество	Количество ЗВ, тонны
Жиры	1.3
Железо	161.6
Кадмий	0.02
Хром	0.41
Азот аммонийный	793.9
Нитриты	18.8
фосфор	182.1
Сульфаты	4350
хлориды	5130
кальций	3560
мочевина	651.9

Только СХК выбрасывает в Киргизку:

Взвешенных веществ – 4008.6 тонн.

Нефтепродуктов - 38.3 тонны.

Оксидов азота – 282.1 тонны.

Таблица 0.5 - Вклад населенных пунктов в общее количество выбрасываемых веществ (%):

Населенный пункт	Взв. в-ва	NH ₄	NO ₂	НП	Фенол	Fe
Томск (Томь)	83	93	97	98	95	27
Асино (Чулым)	98	85	20	95	91	70
Колпашево (Чая)	52	86	76	62		73
Молчаново (Обь)	4	0.7	0	0	8	1
Стрежевой (Обь)	85	35	43	74	0	0

Твердые отходы

В Томске имеется 120 мест захоронения и складирования твердых отходов и только на 30 из них имеется разрешение.

Радиационная обстановка в Томской области

Причины формирования очагов радиоактивного загрязнения на территории ТО /23/:

1. Глобальный радиоактивный фон, создаваемый от проводимых ядерных испытаний под Семипалатинском, на Новой Земле, в Китае и др.

2. Выпадение радиоактивных продуктов после атомного взрыва при Тоцком учении в 1954 году.
3. Эксплуатация предприятий ядерных топливных установок, хранилищ радиоактивных отходов, пульпохранилищ, бассейнов и хвостохранилищ.
4. Загрязнение естественными радиоактивными веществами (ЕРВ) как результат работ котельных, электростанций и др.
5. Ветровой перенос ЗВ с почв загрязненных районов.
6. Выделение радона-222 из почвы, стройматериалов и др.

На предприятиях СХК с 1963 года проводится закачка жидких радиоактивных отходов (РАО) в подземные горизонты на глубину 280-400 м. Всего закачано на настоящий момент около 40 млн. куб. м с общей радиоактивностью более 1.1 млрд. кюри.

Возможно в результате этого “мероприятия” геологами в некоторых водозаборных скважинах уже обнаружено загрязнение воды ураном.

Более того, глубинное захоронение РАО на основании законодательства РФ “Об охране окружающей природной среды” (ст. 54 п. 3) запрещено.

Почему это стало возможным? Кто виноват? Можно ли что-нибудь сейчас предпринять? Можно, зная азы БЖД. *«В интересах общества и отдельного индивидуума нужно стремиться, прежде всего, к широкому пониманию проблем безопасности жизнедеятельности, лишенным ведомственной и профессиональной ограниченности»*: - сказал президент Ленинградского союза специалистов по БЖ Русак О.Н. *«Каждый человек имеет право на жизнь, ...»* (статья 3, Всеобщая декларация прав человека). Без знания основ БЖД и соблюдения правил жизнедеятельности невозможно в полной мере воспользоваться этим правом.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЖД

1.1. Основные понятия и определения дисциплины

Вся совокупность человеческой активности образует понятие деятельности. *Деятельность* – это необходимое условие существования человеческого общества. В БСЭ дано следующее определение: «*Деятельность – это специфически человеческая форма активного отношения человека к окружающему миру, содержание которой составляет его целесообразное преобразование*» /24, 30/. Поиск пищи, построение жилища, отдых, воспитание детей и др. - все это деятельность. Формы деятельности многообразны, они охватывают практические, интеллектуальные, духовные процессы, процессы, протекающие в быту, в производственной, культурной, научной и других сферах. Даже ночью, когда человек спит, в его мозгу протекают процессы упорядочивания собранной информации. Одна из особенностей любого вида деятельности состоит в том, что всякая деятельность потенциально опасна, т. е. в процессе деятельности появляются скрытые силы, которые представляют опасность для человека.

Модель процесса деятельности представлена на рисунке 1.1, из которого видно, что человек и окружающая его среда находятся во взаимодействии.

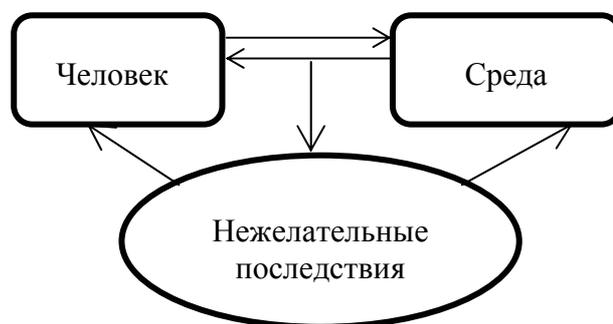


Рисунок 1.1 - Модель процесса деятельности

Человек в процессе деятельности **действует на среду**, добиваясь получения какой-либо выгоды: защиты от холода (рубит лес), получения пищи (охота, рыбалка), приобретение одежды (засевая поля хлопчатником) и др. Среда, в свою очередь, **положительно действует на человека**, предоставляя ему необходимое – это обратная положительная связь. Но, вырубая лес, **человек наносит вред природе** – вместо леса будет, например, болото и погибнут жители леса (зайцы, медведи, лоси). Среда также **негативно действует на человека** – нет диких зверей – не на кого охотиться, может наступить голод, а за ним болезни и смерть человека – это обратная отрицательная связь.

Поэтому модель «Человек – Среда» по отношению к человеку является **двухцелевой**: одна цель состоит в достижении человеком посредством деятельности определенного эффекта, например, в удовлетворении его в пище, вторая – в исключении возникающих при этом нежелательных последствий деятельности. К **нежелательным последствиям** относятся: ущерб здоровью и жизни человека, аварии, катастрофы и др. Явления, вызывающие эти последствия, называются **опасностями**. Различают **скрытые** (потенциальные) и **реальные** опасности. Чтобы потенциальная опасность реализовалась, необходимы определенные условия, называемые **причинами**. Большинство опасностей характеризуются априорными (**предвестники**) и апостериорными (**следы**) признаками, например, предвестником опасности является запах газа в помещении, опасность – взрыв газа, последствия – разрушения от взрыва.

Например, человек идет по мосту со сломанным пролетом. Если неисправность видна – это реальная опасность, которую человек может избежать, перешагнув сломанный пролет. Если поломки не видно, то это скрытая опасность. В этом случае можно определить вероятность возникновения опасности – вероятность того, что человек наступит на сломанный пролет. Но и этой опасности можно избежать, если проверять каждую доску всякого моста.

Опыт свидетельствует, что **любая деятельность человека потенциально опасна**, но уровнем опасности можно управлять. В качестве критерия опасности (безопасности) введено понятие **риска** - вероятность возникновения негативного воздействия в зоне пребывания человека /1/. Величину риска определяют по формуле:

$$R = N_S / N_0,$$

где R – риск; N_S – число изучаемых негативных событий в год; N_0 – общее число событий в год. Т.е. риск - отношение неблагоприятных результатов к их возможному числу за определенный период времени (чаще за год). Абсолютной безопасности не существует. Всегда и везде есть некоторая опасность возникновения аварии, пожара и т.д. Например, по мнению ученых /2/, есть даже некоторая вероятность столкновения Земли с каким-либо небесным телом. Но эта вероятность ничтожно мала и составляет около 10^{-15} . Поэтому подобная ситуация считается практически невозможной.

Чтобы условно провести грань между опасностью и безопасностью, введено понятие **социально-приемлемый риск**. Социально-приемлемый риск – это риск, к которому общество должно стремиться. В настоящее время в качестве такой величины принято значение 10^{-6} : это намного ниже реально существующих рисков.

Таблица 1.1 - Статистические данные по России за 1989-1991 годы /2/

Показатель	1989 год	1990 год	1991 год
Численность населения, тыс. человек	147 330	147 913	148 244
Число работающих, тыс. человек	70 035	67 384	65 319
Число родившихся	2 160 559	1 988 853	1 794 626
Число умерших	1 583 743	1 655 993	1 690 657
Число умерших от несчастных случаев	186 188	198 309	211 355
Число умерших на производстве	8 495	8 393	8 032
Число умерших в ДТП	34 236	36 376	38 472
Число утонувших	12 431	11 474	13 762
Число умерших от отравления	24 718	28 048	29 266

Принято, что *неприемлемый риск* имеет вероятность реализации негативного воздействия более 10^{-3} , *приемлемый* – менее 10^{-6} . Диапазон рисков $10^{-6} < R < 10^{-3}$ определили как *переходный*. В таблице 1.2. приведены характерные значения риска смерти человека от воздействия некоторых естественных и антропогенных факторов.

Таблица 1.2. – Вероятность смерти человека от негативных факторов /1/

Величина риска	Причина смерти	Зона риска
10^{-2}	Сердечно-сосудистые заболевания	<i>Зона неприемлемого риска</i>
10^{-3}	Злокачественные опухоли	-«=
10^{-4}	Автомобильные аварии	<i>Переходная зона</i>
10^{-4}	Несчастные случаи на производстве	-«-
10^{-4}	Аварии на железнодорожном транспорте	-«-
10^{-5}	Аварии на воздушном транспорте	-«-
10^{-5}	Пожары и взрывы	-«-
10^{-6}	Проживание вблизи ТЭС (работа в режиме)	-«-
10^{-7}	Стихийные бедствия	<i>Зона приемлемого риска</i>
10^{-8}	Проживание вблизи АЭС (работа в режиме)	-«-

БЖД как научная дисциплина имеет свою теорию, методологию и методы. Она базируется на таких дисциплинах, как инженерная психология, охрана труда, физиология человека, экология, экономика и эргономика и др. Методологической базой БЖД является системный анализ.

Центральное понятие БЖД - *опасность*

Под **опасностью** понимают те явления, процессы или объекты, которые способны при определенных условиях нанести ущерб здоровью человека непосредственно или косвенно, т.е. вызывать нежелательные последствия /24/ .

Совершенная, достаточно полная таксономия (классификация) опасностей еще не разработана. Ниже приводится фрагмент таксономии опасностей, наиболее проработанный в настоящее время учеными.

По **природе происхождения** опасностей можно выделить:

- техногенные,
- природные,
- антропогенные,
- социальные,
- смешанные опасности.

По **времени проявления** негативных последствий:

- импульсные,
- кумулятивные.

По **вызываемым последствиям**:

- утомление,
- заболевание,
- авария,
- пожар,
- летальный исход и др.

По **приносимому ущербу**:

- социальный,
- технический,
- экологический,
- экономический и др.

По **сфере проявления** опасностей:

- бытовая,
- спортивная,
- дорожно-транспортная,
- производственная,
- военная.

По **характеру воздействия** на человека:

- активные,
- пассивные.

К пассивным относятся опасности, активизирующиеся за счет энергии, носителем которой является сам человек: неровности дороги (запнулся – упал), острые, колющие или режущие неподвижные предметы (наткнулся на ветку – поранился) и др.

По признаку непосредственного действия на организм человека:

- *физические*: электрический ток, шум, вибрация, ЭМ излучение, механические воздействия и др.;
- *химические*: оказывают сенсibiliзирующее, канцерогенное, токсическое и др. действия;
- *биологические*: микро- и макроорганизмы, вызывающие заболевания;
- *психофизиологические*: перенапряжение организма или отдельных органов.

Негативные воздействия, присущие среде обитания, существуют столько, сколько существует МИР. На протяжении многих веков среда обитания человека медленно меняла свой облик, медленно же и изменялись уровни негативных воздействий. На человека негативно влияли, в основном, естественные факторы планеты: повышенная и пониженная температуры; дикие звери, грозы, наводнения и др. В современном мире к опасным и вредным факторам естественного происхождения, которые были всегда, прибавились многочисленные факторы антропогенного происхождения (шумы, вибрация, повышенная концентрация токсичных веществ, электромагнитные поля, ионизирующее излучение и др.). Антропогенные – это факторы, связанные с деятельностью человека. Этому изменению способствовали следующие процессы:

- 1) высокие темпы роста численности населения и его урбанизации;
- 2) рост потребления энергетических ресурсов;
- 3) интенсивное развитие производства;
- 4) массовое использование средств транспорта;
- 5) рост затрат на военные цели.

Рост численности населения Планеты (так называемый «демографический взрыв»), можно увидеть из графика на рисунке 1.2. Этому во многом способствуют достижения медицины, повышение комфортности быта, рост продуктивности промышленного производства и сельского хозяйства. Одновременно с ростом продолжительности жизни в ряде стран продолжает оставаться высокой рождаемость: Индия, Китай, Восточная Азия, Африка, Центральная Америка.

Существует два прогноза дальнейшего изменения численности населения на Планете:

- *неустойчивое развитие* – к началу XXI века численность дойдет до 30 млрд. человек; Земля будет не в состоянии прокормить такое количество людей, начнутся голод, болезни, вымирание людей;

- *устойчивое развитие* – численность населения необходимо стабилизировать на уровне 10 млрд. человек; при существующем уровне развития технологий жизнеобеспечения это соответствует нормальному развитию человечества.



Рисунок 1.2 – Рост численности населения Земли

Одновременно на Земле наблюдается процесс **урбанизации**: отток населения из сельской местности в города. К концу 1990 года в США урбанизировано 70% населения; в России – 76%. Интенсивно растут крупные и сверхкрупные города. Самые крупные мегаполисы Планеты (млн. человек) /1/: Токио (Япония) – 26.5; Нью-Йорк (США) – 16.6; Сан-Паулу (Бразилия) – 16.1; Мехико (Мексика) – 15.5; Шанхай (Китай) – 14.7; Бомбей (Индия) – 14.5; Лос-Анджелес (США) – 12.2; Пекин (Китай)- 12.0; Калькутта (Индия) – 11.5; Сеул (Корея) – 11.5. Москва занимает только 21 место с числом жителей 9.2 млрд. человек. Урбанизация ухудшает условия жизни в регионе и, нередко, уничтожает вокруг природную среду. В атмосферном воздухе города (по сравнению с деревней) содержится в 50 раз больше оксида углерода, в 150 раз – окислов азота и в 2000 раз - летучих углеводородов.

Рост численности жителей Земли стимулирует **рост энергетики, транспорта, промышленности**, причем прирост потребления материальных ресурсов имеет более высокие темпы роста, чем прирост населения. По статистическим данным население США /1/ в 1970 году составляли всего 7% от населения Планеты, а использовали 1/3 часть всей мировой электроэнергии. Во многих странах развитие энергетики достигалось (и достигается) за счет сжигания угля, мазута и природного газа – это более губительно для биосфе-

ры, чем использование энергии ветра, воды и атомной энергии. Например, в России в 1985 году: на долю ТЭС приходилось 74.5% произведенной энергии; на долю ГЭС – 13.5%; на долю АЭС – 12%.

Развитие промышленности сопровождалось не только увеличением выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, но и *вовлечением* в производство и быт *новых химических элементов*. В настоящее время в окружающей среде накопилось около 50 тысяч видов химических соединений, не разрушаемых деструкторами экосистем (отходы пластмасс, полиэтиленовая пленка, изоляция и др.).

Человек всегда стремился к обеспечению личной безопасности и сохранению своего здоровья на всех этапах своего развития. Это стремление стало мотивацией многих его поступков, но каждое деяние влекло за собой новые опасности: создание надежного жилища – это стремление защитить себя и свою семью от непогоды и животных. **Но!** С появлением жилища появились новые опасности и вредности: жилье может обрушиться (пример: упавшая на спящих курсантов кровля в казарме училища связи), загореться (пример: взрыв газа и пожар в жилом доме в Хабаровске), задымиться и др.

Наличие в современных жилищах бытовых приборов облегчает быт, делает его комфортным. Но одновременно это вносит целый комплекс опасностей: электромагнитные поля, повышенный уровень радиации, контакт с токсичными веществами и др.

Аналогично развиваются процессы и в производственной среде. Техническая революция внесла целый букет опасностей: создание двигателя внутреннего сгорания привело к повышению травматизма на автодорогах, потребовало защитить человека от действия отработанных газов, масел, продуктов износа шин и др.

Энергетический уровень *естественных* опасностей и вредностей практически стабилен. *Антропогенные* же факторы непрерывно повышают свои энергетические показатели.

Ряд чрезвычайных опасных ситуаций создают *военные ведомства*. К ним относятся повышенный радиационный и химический фон, загрязнения компонент окружающей среды ядовитыми отравляющими веществами.

Выводы из вышесказанного

Опасности существуют везде и всегда. Они многолики. Проявление их неожиданно и внезапно. Опасности можно предупредить, но этому нужно учиться. Изучению опасностей и методов защиты от них посвящен курс БЖД. Безопасность – понятие относительное. Абсолютной безопасности не бывает. Чтобы провести грань между опасностью и безопасностью, ученые ввели понятие социально-приемлемый риск. Это риск, к которому общество должно стремиться.

Человечество ни в одном виде своей деятельности не достигло того, что принято считать безопасностью.

1.2. Последовательность изучения опасности

Предотвращение любой опасности базируется на знании их причин. Между реализованными опасностями и причинами существует **причинно-следственная связь**: опасность – есть следствие некоторой (некоторых) причины, которая, в свою очередь, является следствием другой причины. Таким образом, причины и опасности образуют цепные структуры, которые, будучи изображенными графически, напоминают деревья. Поэтому введены понятия «**дерево опасностей**», «**дерево причин и опасностей**» /24/.

Процесс ветвления многоэтапный, степень детализации диктуется только целесообразностью.

Стадия 1. Предварительный анализ опасности:

Шаг 1. Выявление всех источников опасности.

Шаг 2. Определение частей системы, которые могут вызвать эти опасности.

Шаг 3. Внесение ограничений в систему, т.е. исключение опасностей, которые не могут случиться.

Стадия 2. Выявление последовательности опасных ситуаций, построение дерева событий и опасностей.

Стадия 3. Анализ последствий, расчет риска.

Пример: построение дерева опасности для анализа причин возможной смерти космонавта. Заштрихованные блоки дерева – маловероятные события, которыми при анализе можно пренебречь.

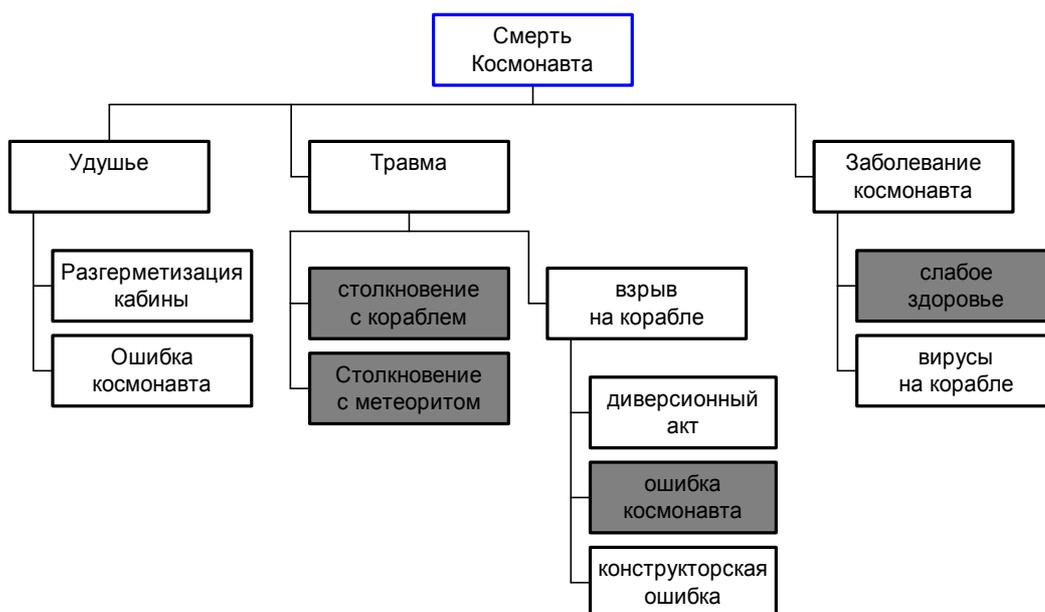


Рисунок 1.3 - Дерево опасностей для анализа причин смерти космонавта

1.3. Принципы обеспечения безопасности

Основное желаемое состояние объектов – безопасное. Состояние безопасности достигается при условии, что действующие на объект опасности сведены до предельно допустимого минимума.

Существует четыре основных группы принципов обеспечения безопасности: ориентирующие, технические, организационные и управленческие.

А) ориентирующие:

- активность оператора;
- гуманность деятельности;
- замена оператора;
- ликвидация причин опасности;
- снижение опасности.

Б) технические:

- блокировки;
- герметизации;
- защита расстоянием;
- введение слабого звена;
- категоризации;
- экранирования.

В) организационные:

- информации;
- резервирования;
- нормирования;
- подбора кадров;
- эргонометричности.

Г) управленческие:

- адекватности;
- контроля;
- обратной связи;
- ответственности;
- плановости;
- стимулирования.

Рассмотрим более подробно некоторые из принципов /1,24/.

Принцип нормирования (заключается в установлении таких параметров системы, соблюдение которых обеспечивает защиту человека от соответствующей опасности); Примерами являются установление ПДК, ПДС, ограничения продолжительности трудовой деятельности и др.

Принцип слабого звена (в систему вводится элемент, который устроен так, что реагирует на изменение некоторого параметра, предотвращая опасность), например, плавкие вставки, предохранительные клапаны и др.

Принцип информирования (заключается в передаче и усвоении персоналом сведений, выполнение которых обеспечит соответствующий уровень безопасности): инструктаж, предупреждающие и запрещающие знаки, сигналы светофора и др.

Принцип категорирования (состоит в делении объектов на классы или категории по признакам, связанным с опасностью); например, введено четыре класса вредных веществ.

Эргонометрические принципы. Эргономика - одна из наук, на которую опирается дисциплина БЖД. **Эргономика** – наука о комфортных условиях труда и быта или о совместимости характеристик человека и характеристик окружающей среды. Специалистами выделено 5 видов эргонометрических совместимостей:

1) **Информационная совместимость.** В системе «Человек- Техника-Среда» оператор часто не управляет системой непосредственно. Объекты управления могут быть невидимы и неосязаемы, а оператор видит лишь показания приборов, т.е. **средства отображения информации.** Управление осуществляется посредством рычагов, **кнопок – сенсомоторные устройства.** Сенсомоторные устройства + средства отображения информации = **информационная модель системы.**

Информационная модель должна адекватно отображать реальную систему.

2) **Биофизическая совместимость.** Подразумевается создание такой окружающей среды, которая обеспечивает приемлемую работоспособность и нормальное физиологическое состояние оператора. Для многих факторов законодательно приняты значения характеристик, например, концентрация фенола в питьевой воде не должна превышать 0.001 мг/л.

3) **Энергетическая совместимость.** Предусматривает согласование органов управления с оптимальными возможностями оператора в отношении скорости, прилагаемых усилий, мощности.

4) **Пространственно - антропометрическая совместимость.** Предполагает учет размеров тела человека, возможности обзора пространства и др. Например, регламентируется расстояние от пульта управления до оператора.

5) **Технико-эстетическая совместимость.** Заключается в обеспечении удовлетворенности оператора от общения с системой.

Контрольные вопросы к теме 1:

1. Нарисовать и пояснить функционирование модели деятельности человека
2. Привести примеры потенциальных и реальных опасностей
3. Привести примеры природных, антропогенных, техногенных, спортивных, социальных, военных опасностей.
4. Определить величину риска смерти человека в 1991 году от несчастного случая, сравнить результат с величиной социально-приемлемого риска.
5. Нарисовать дерево опасности для анализа возможной смерти оператора ЭВМ на рабочем месте.
6. Назвать основные группы принципов, на которых основывается организация безопасности жизнедеятельности
7. К какому принципу обеспечения безопасности жизнедеятельности относится введение курса БЖД?
8. Назвать основные эргонометрические совместимости.
9. Какую основную эргонометрическую совместимость необходимо учитывать в работе программиста?
10. На каких принципах основаны системы обеспечения безопасности в компьютере?
11. Приведите реальные примеры положительной и отрицательной связи элементов, изображенных на рисунке 1.2 стрелками.

2. ЧЕЛОВЕК КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ «ЧЕЛОВЕК-СРЕДА»

Человек – это живая система, представляющая единство физического и духовного, природного и социального, наследственного и приобретенного.

Человек относится к виду «человек разумный»; к роду «человек»; к семейству «гоминид»; к классу «млекопитающие»; к типу «хордовые».

2.1. Основные элементы защитной системы человека

За миллионы лет в ходе эволюции у человека выработалась надежная **естественная защитная система от опасностей**. Как она устроена и каковы ее основные элементы?

Человек осуществляет связь со средой посредством **анализаторов**, которые называются органами чувств. Характеристики анализаторов необходимо учитывать при создании систем безопасности. Любой анализатор состоит из рецептора, проводящих путей и мозгового центра. **Рецептор** превращает энергию раздражителя в нервный импульс. **Передающие пути** передают импульс в кору головного мозга. **Мозговой центр** обрабатывает информацию и принимает в ответ на нее решение.

Основой естественной системы защиты от опасности является нервная система, которая подразделяется на центральную и периферическую /1,2/. **Центральная нервная система** включает в себя головной и спинной мозг и состоит из десятков миллиардов нервных клеток. **Периферическую нервную систему** составляют особые волокна – нервы, которые пронизывают все без исключения органы. С нервными волокнами связаны специальные чувствительные аппараты, воспринимающие сигналы внешнего мира и самого организма, которые академик И.П. Павлов назвал анализаторами (датчиками). Все анализаторы имеют специализацию: одни реагируют на укол, другие - на температуру и т.д. В зависимости от природы раздражителя датчики-анализаторы подразделяются на несколько групп:

- *механорецепторы* – периферические отделы скелетно-мышечной и вестибулярной систем (вестибулярные, гравитационные рецепторы, рецепторы кожи и опорно-двигательного аппарата и др.);
- *терморецепторы* – воспринимают температуру как внутри организма, так и в окружающей организм среде;
- *хеморецепторы* – реагируют на воздействие химических веществ (рецепторы вкуса, обоняния);
- *фоторецепторы* – воспринимают световые раздражители;
- *болевые рецепторы* – особая группа, возбуждаемая механическими, химическими или тепловыми раздражителями.

Морфологически рецепторы представляют собой клетку, снабженную волосками – «ресничками». Для возбуждения фоторецептора достаточно 5-10

фотонов; для обонятельного – одной молекулы вещества. При длительном воздействии раздражителя на рецептор чувствительность последнего постепенно снижается, когда действие раздражителя исчезает – чувствительность чаще всего восстанавливается. С помощью анализаторов человек получает информацию об окружающем мире. Количество полученной информации измеряется в битах. Например, поток зрительной информации может составлять до 10^9 бит/с, но нервные клетки пропускают всего до 10^6 бит/с, а в памяти человека, в среднем, остается 1 бит/с /1/. Анализаторы превращают энергию раздражителей в нервные импульсы, которые со скоростью около 120 м/сек поступают по нервам в ЦНС. Здесь они распознаются, вырабатывается ответное решение организма, затем поступают приказы для исполнительных органов, которые совершают нужные действия. Таким образом, нервная система, обеспечивая реакцию организма на внешние раздражители, приводит организм в равновесие с окружающей средой. Эту деятельность физиолог И.М. Сеченов назвал **рефлекторной**. Благодаря рефлекторной деятельности организм человека защищен от опасностей (в рамках возможностей человека). При описании анализаторов используют следующие характеристики:

- **Пороговая величина.** Не всякое внешнее раздражение вызывает ощущение. Для начала ощущения нужно достичь определенной **пороговой величины**.
- **Предельное значение.** С увеличением интенсивности свыше некоторого **предельного** значения раздражителя анализатор перестает работать адекватно, вызывается боль и нарушение деятельности анализатора.
- **Диапазон чувствительности анализатора.** Интервал от порога чувствительности до предельного значения называют **диапазоном чувствительности анализатора**.
- **Дифференциальный порог.** Минимальная разность между интенсивностями двух раздражителей, которая вызывает едва заметное различие ощущений, называется **дифференциальным порогом**
- **Латентный период** – время от начала действия раздражителя до появления раздражения.

Существует основной психофизический закон Вебера-Фехнера, который выражает связь между интенсивностью раздражителя и силой вызванного им ощущения:

Реакция организма прямо пропорциональна отношению приращения раздражителя /1,2/.

$$dE = K \frac{dI}{I},$$

где dE – элементарное ощущение организма,

K – коэффициент пропорциональности;

dI – элементарное приращение раздражителя.

Другую запись уравнения получают, интегрируя выражение и принимая K равным 10. При этом получим:

$$E = 10 \times \lg \frac{I}{I_0} + C,$$

где I_0 – пороговое значение ощущения, или минимальная энергия раздражителя, которая начинает вызывать ощущение

В многообразной рефлекторной деятельности мозга выделяют врожденные **безусловные рефлексы** и приобретенные **условные**.

Безусловные рефлексы передаются по наследству. Учеными доказано, что за рефлексы, спасающие человека от опасности, отвечает особая система клеток в спинном и головном мозге. В ЦНС одновременно поступает огромное количество информации: как в ней разобраться и выделить существенную, кто отсортирует ее по степени важности? Самые важные сведения для человека – это сведения, имеющие значение для жизнедеятельности всего организма, затем для безопасности отдельных органов и систем.

Особый тип рефлекторной деятельности – **условные рефлексы**. Условные рефлексы открыты Павловым И.П. По его определению: **условный рефлекс – это временная гибкая связь сигналов с ответной деятельностью человека**. Она формируется на основе опыта. Значение этих рефлексов огромно. Благодаря им человек может заблаговременно предпринять необходимые действия для защиты от опасности, не видя самой опасности, но ориентируясь на признаки. Условный сигнал, не получающий практического подкрепления, постепенно угасает, в конце совсем исчезает. Этим обусловлена низкая эффективность некоторых мероприятий по охране труда. Поэтому, надо постоянно проходить инструктаж, чтобы подкреплять знания.

Живой организм постоянно приспосабливается к воздействию негативных внешних воздействий. Универсальное свойство сохранять стабильность работы различных органов в ответ на изменяющиеся условия ОС называется **гомеостаз**. При малых уровнях воздействия раздражителя человек просто воспринимает информацию, поступающую из вне. Человек слышит речь, музыку, запахи. При высоких уровнях раздражения появляются нежелательные воздействия. Компенсация изменений факторов среды обитания возможна посредством **адаптации** (приспособления). Защитные реакции человека имеют три стадии: нормальная физиологическая реакция (гомеостазис), нормальные адаптационные изменения и патологические изменения, которые могут привести к заболеваниям.

В организме человека с рождения функционирует ряд **систем обеспечения безопасности**. К ним относятся глаза, уши, кожа, иммунная система и др.

Кожа /1/ – внешний покров тела – орган со сложным строением. Он выполняет несколько функций: защищает организм от воздействия внешней среды, является носителем рецепторов, играет роль терморегулятора и др.

Кожа состоит из трех слоев: наружный (эпителиальный - эпидермис), собственно кожа (дерма) и подкожная жировая клетчатка.

Защитные функции кожи: эпидермис и жировая ткань предохраняют организм от ушибов, растяжений, давления; пигмент меланин, находящийся в коже, предохраняет от воздействия УФ-излучения; кожное сало и пот создают кислую среду, непереносимую многими микробами; роговой слой также непроницаем для микробов.

Секреторная функция: с кожным салом и потом через кожные поры выделяются микробные токсины и эндогенные яды, через сальные железы в организм поступают лекарственные вещества.

Обменная функция: через кожу происходит минеральный, водный и углеводный обмен.

Терморегулирующая функция: 80% теплоотдачи осуществляется через кожу. При высокой температуре внешней среды кожные сосуды расширяются, и теплоотдача за счет конвекции усиливается, при низкой температуре сосуды сужаются (кожа бледнеет), теплоотдача уменьшается.

К естественной защите человека относят также следующие функции.

Чихание – форсированный выдох через нос и **кашель** – форсированный выдох через рот. Благодаря высокой скорости струя воздуха уносит с собой из полости носа или рта инородные тела и раздражающие агенты.

Слезотечение – возникает при попадании раздражающих веществ на слизистые (нос, горло, трахеи, бронхи). Слезы выделяются наружу и попадают внутрь носовой полости, смывая раздражающие вещества (при плаче человек «хлюпает» носом). В 1922 г. английский микробиолог Флеминг выделил из слез замечательное вещество - **лизоцим**, которое убивает патогенные микробы, даже в разведении 1:100 000 000. Лизоцим вырабатывают не только животные, но и некоторые растения, например, хрен, редька, лук. Попадая на микробную клетку, лизоцим растворяет ее оболочку и затем убивает микроб. Кожу, слизистые и лизоцим считают **первым защитным барьером организма**.

Боль – выполняет защитную функцию информационным способом – указывает на нарушение нормального течения физиологического процесса в организме и место этого нарушения.

Движение – активное движение может приглушить физическую и душевную боль (Говорят: «Человек забывается на работе»). Кроме того, движение может отодвинуть или отгородить человека от опасности (убежать, закрыться руками, закрыть глаза и др.). Движение осуществляется с помощью двигательного аппарата – за счет сокращения двигательных мышц. Сила сокращения мышц человека колеблется в широких пределах. Например, сила кисти 450–650 Н, а при тренировке может быть доведена до 900Н. (Н – Ньютон - единица силы: 1ньютон = 1 кг·1м/1 с²). Сила сжатия кисти составляет в основном для правой руки 500 Н, для левой – 450 Н. Зная эти средние значения, определяют оптимальные усилия для некоторых органов управления:

- Рукоятка – оптимально 20-40 Н, максимально 100 Н.
- Кнопки, тумблеры, переключатели – 140-600 Н,
- Ножные педали – 20-500 Н
- Рычаги ручного управления – 20-160 Н.

Скорости, развиваемые движущимися руками человека, от 0.01 до 8000 см в сек.

Для борьбы с болезнетворными микробами у человека имеется второй защитный барьер. Пройдя первый барьер (если кожа или слизистые повреждены), микробы встречаются со **вторым барьером**: с лейкоцитами крови или с белыми кровяными телами. В 1 куб. мм крови содержится 8 тыс. лейкоцитов. (У взрослого человека 5-8 литров крови). Борьбу лейкоцитов и микробов изучал И.И. Мечников и назвал этот процесс **фагоцитоз**.

Свойство организма, обеспечивающее его устойчивость в борьбе в болезнетворными микробами и вирусами, называются **иммунитетом**. Различают врожденный и приобретенный иммунитет. **Врожденный иммунитет** наследуется генетически. Например, человек не может заболеть собачьей чумкой, а собаки не болеют клещевым энцефалитом. Если болезнетворные микробы и попадают в организм, их быстро распознают и обезвреживают посредством развивающегося воспаления. Кроме лейкоцитов крови с микробами борются селезенка, печень, лимфатические узлы.

Дважды одной инфекционной болезнью не болеет человек из-за **приоб-**
ретенного во время первого заболевания **иммунитета**. Он обеспечивается специфической сывороткой крови - **антителами**, возникающими из гамма-глобулина после первой болезни. Но вырабатывается иммунитет не ко всем микробам. Приобретенный иммунитет можно создать искусственно, вводя в организм соответствующую вакцину. В качестве вакцины используют или ослабленные штаммы болезнетворных организмов, на которые человек вырабатывает антитела, либо это сами выработанные другим организмом антитела. Но изменение иммуноактивности организма не всегда полезно – при повышении чувствительности к какому-нибудь веществу или инородному белку может возникнуть аллергическое заболевание.

2.2. Анализаторы человека

А. Тактильный анализатор (осязание) /1,24/. На коже человека имеется около 500 тысяч неравномерно расположенных точек – тактильных анализаторов, которые реагируют на механические раздражители (прикосновение, давление). Абсолютный порог тактильной чувствительности определяется по минимальному давлению предмета на кожную поверхность, при котором начинается ощущение. На различных частях тела эти пороги различны.

Примерные пороги ощущения:

- на кончиках пальцев – 3 г/мм²;

- на тыльной стороне кисти – 12 г/мм^2 ;
- на животе – 26 г/мм^2 ;
- на пятке – 250 г/мм^2 .

Временной порог тактильной чувствительности менее 0.1 с. Характерная особенность тактильных анализаторов – быстрое развитие адаптации, т.е. исчезновение чувства прикосновения при давлении. Время начала привыкания (адаптации) от 2 до 20 с.

Б. Болевой анализатор. Боль – сигнал тревоги для организма. На 1 кв. см кожи имеется не менее 100 болевых точек – оголенных окончаний нервов. Организм реагирует на боль рефлекторным движением. Между тактильными и болевыми рецепторами имеется противоречие: наименьшая плотность болевых приходится на те участки кожи, которые богаты тактильными рецепторами. Это связано с различием функционального назначения рецепторов: болевые играют оборонительную и информационную роль, а тактильные – ориентировочную.

Биологический смысл боли заключается в том, что она, являясь сигналом опасности, мобилизует организм на борьбу за его самосохранение. Под влиянием боли перестраивается работа всех систем и повышается реактивность организма. Но боль, выполняя полезную функцию, может сама по себе стать опасной. При болевом шоке может возникнуть гибель организма.

Пороги болевой чувствительности:

- кожа живота – 20 г/мм^2 ;
- кончики пальцев – 300 г/мм^2 .

Критическая частота слияния болевых раздражителей 3 Гц. Предполагается, что психофизический закон Вебера-Фехнера для этого анализатора не действует.

В. Температурные анализаторы /1/. Температурная чувствительность свойственна организмам, обладающим постоянной температурой тела, обеспечиваемой терморегуляцией. Температура кожи человека ниже температуры тела и различна на разных участках: на лбу – $34\text{-}35^\circ \text{C}$; на лице – $20\text{-}25^\circ \text{C}$; на животе 34°C ; на стопах ног $-24\text{-}27^\circ \text{C}$. Средняя температура раздетого человека – $30\text{-}32$ град. С.

В коже человека обнаружено два вида тепловых рецепторов: одни реагируют только на тепло, другие – на холод. Всего на коже насчитывают около 30 тыс. тепловых точек и 250 тыс. холодových. Абсолютный порог температурной чувствительности для тепловых точек – 0.2 град. С, для холодových – 0.4. Порог различительной чувствительности около 1 град. С. Температурные анализаторы защищают организм от перегревания и переохлаждения.

Г. Вибрационный анализатор. Вибрация высокой интенсивности может привести к серьезным нарушениям деятельности всех систем человека и даже к тяжелому заболеванию. При небольших значениях интенсивности и длительности вибрация может быть полезна: снимает усталость, повышает обмен веществ, увеличивает мышечную силу (действие вибромассажера). Специальных анализаторов, воспринимающих вибрацию, пока ученые не обнаружили.

Диапазон ощущений вибрации колеблется от 1 до 10 000 Гц и различен для разных частей тела. Наиболее чувствительны к вибрации дистальные участки тела (наиболее удаленные от медиальной плоскости, например, кисти рук).

Д. Вкусовой анализатор. В физиологии существует четырехкомпонентная теория вкусовых ощущений: сладкое, горькое, кислое и соленое. Все остальное – их комбинации. Вкус воспринимается вкусовыми луковицами – микроскопическими образованиями в слизистой языка. Таких луковиц во рту несколько тысяч. Каждая луковица имеет 10-15 вкусовых клеток с ворсинками. Каждая луковица различает чаще всего один вкус. Разные участки языка имеют разную чувствительность к вкусовым веществам: кончик языка более чувствителен к сладкому, корень языка – к горькому, края языка – к кислому.

Е. Обонятельный анализатор. Запах может служить сигналом, предупреждающим об опасности. Для распознавания опасных для здоровья газов, не имеющих своего запаха, к ним для обеспечения безопасности добавляют одоранты. Приборов для определения запаха, лучших носа живого организма, пока нет. Обоняние у человека развито очень сильно, но многие животные его превосходят. Слоны, например, улавливают запахи слонихи на расстоянии 5 км.

У человека 60 миллионов обонятельных клеток. Они располагаются в слизистой носа на площади около 5 кв. см. Клетки покрыты огромным количеством волосков длиной 30-40 ангстрем, и площадь их соприкосновения с пахнущими веществами составляет 5-7 кв. м. Если на анализаторы попадает опасное для здоровья вещество, то рефлекторно замедляется или прекращается дыхание (хлороформ, нашатырный спирт). Запахи способны вызвать отвращение к пище или другие отрицательные реакции (тошнота, обморок). Некоторые запахи изменяют (усиливают) зрительную функцию (толуол), слуховое восприятие (бензол) или повышает чувствительность одних рецепторов, снижая при этом других (камфора, например, усиливает чувствительность зрительных анализаторов к зеленому спектру и снижает к красному).

Абсолютный порог обоняния у человека измеряется долями миллиграмма на литр воздуха, но общепризнанной классификации обонятельных ощущений нет.

Ж. Слуховой анализатор /1,2,24/. Звуковые сигналы доставляют для человека значительную часть информации. Звуки воспринимаются ушами. Человеческое ухо – поразительно чувствительный орган. Оно способно воспринимать перепад давления, какое происходит при подъеме в высоту на 8 мм. Человеческому уху доступны механические колебания с частотой от 16 до 20 000 Гц.

По своему строению ухо делится на три части: внутреннее, среднее и наружное и выполняет две функции: восприятие звуков и сохранение равновесия тела.

Наружное ухо состоит из ушной раковины и слухового прохода (2,7 см). Ушная раковина служит для улавливания звука и определения направления звука. Слуховой проход наглухо закрыт барабанной перепонкой толщиной 0,1 мм. Под влиянием звукового давления перепонка колеблется.

Среднее ухо заполнено воздухом. В нем имеются три маленькие косточки: молоточек, наковаленка и стремечко.

За средним расположено *внутреннее ухо*, заполненное специальной жидкостью. В нем находятся два органа: орган слуха и вестибулярный аппарат. В органе слуха находятся около 23 тысяч клеток – анализаторов, в которых звуковые волны превращаются в нервные импульсы.

Основными параметрами звуковых волн являются **уровень интенсивности** и **частота**, которые субъективно человеком воспринимаются как громкость и высота звука. По частоте область звуковых ощущений простирается от 20 до 20 000 Гц. Величина порога слышимости зависит от частоты звука. Верхней границей порога слышимости является порог болевой чувствительности (130-140) дБ. Соотношение уровня интенсивности и частоты определяет уровень громкости звука.

3. Зрительный анализатор. Зрение – сложный биологический процесс. С помощью зрения человек познает форму, цвет, величину предметов реального мира, направление и расстояние до них. Орган зрения – глаз – обладает высокой чувствительностью. Сетчатка глаза содержит множество отдельных светочувствительных элементов, которые воспринимают излучения с длиной волны от 380 (фиолетовый) до 760 (красный) нанометров (одна миллиардная часть метра). Остальной спектр человек без приспособлений не видит. Глаз реагирует на яркость, которая представляет собой отношение силы света (интенсивности), излучаемой поверхностью, к площади этой поверхности. Яркость выражается в нитах (нт). При больших яркостях возникает эффект ослепления (более 30 000 нт). Гигиенически приемлемая яркость до 5 000 нт. Например, яркость ночного безлунного неба равна $1 \cdot 10^{-4}$ нт; спирали лампы накаливания - $5 \cdot 10^6$ нт; солнца - $5 \cdot 10^9$ нт.

Под **контрастом** понимается степень воспринимаемого отличия между двумя яркостями, разделенными в пространстве или времени (отличие предмета от фона).

Острота зрения характеризует минимальный угол, под которым две точки видны как отдельные. Две точки объекта, расположенные настолько близко друг к другу, что их изображения на сетчатке глаза попадают в один и тот же светочувствительный элемент, расположенный на сетчатке глаза, воспринимаются глазом как одна точка. **Минимальный угол зрения, при котором две черные точки на белом фоне различаются как отдельные, называется остротой зрения.** Обычно острота зрения лежит в диапазоне от 1 до 10 минут. 1 минута – это угол, под которым виден отрезок в 1 см на расстоянии 34 метра от глаза /1/. Острота зрения у одного и того же человека зависит от освещенности, контрастности, формы и размеров объекта и др.

Оптический анализатор глаза включает два вида рецепторов: палочки (130 млн.) и колбочки (7 млн.). Колбочки – рецепторы хроматического зрения, они обеспечивают «дневное» зрение. Второй вид рецепторов - палочки – рецепторы ахроматического зрения, осуществляющее «ночное» видение. Ощущение, вызванное световым сигналом, в течение некоторого времени сохраняется, несмотря на исчезновение сигнала. Инерция зрения составляет 0.1-0.3 с. Если сигнал был небольшой интенсивности, то возникает **послеобраз** в дополнительном цвете (темные предметы кажутся светлыми, а светлые – темными). При резком интенсивном сигнале послеобраз чаще возникает желтого или красного цвета. При резком воздействии прерывистых раздражителей (мельканий) возможно появление **стробоскопического эффекта**. Если время, разделяющее дискретные акты наблюдения, меньше времени гашения зрительного образа, то прерывистое наблюдение субъективно ощущается как непрерывное. При этом эффекте возможна иллюзия неподвижности движущихся предметов, что может стать причиной травм и аварий. Негативное действие стробоскопического эффекта увеличилось с появлением газоразрядных ламп. Колебания электрического напряжения в сети создают колебания светового потока. Если частота вращения совпадет с частотой колебания светового поля, создается эффект остановки вращающейся детали.

При восприятии объектов в двумерном и трехмерном пространствах различают поле зрения и глубинное зрение. Бинокулярное поле зрения охватывает в горизонтальном направлении 120-160 градусов, в вертикальном вверх – 55-60; вниз – 65-72 градусов. Ошибка оценки расстояния до 30 метров составляет 12 %.

И. Цветовой анализатор. Благодаря палочкам человек видит ночью, но зрение его бесцветное. Днем главный орган – колбочки и зрение человека цветное. У голубей и кур нет палочек, только колбочки – они ночью не видят. Отклонения бывают и у человека: дальтонизм, цветовая слепота, куриная слепота. При цветовой слепоте все цвета воспринимаются как серые. Дальтоники не различают красный и зеленый цвета: они для них кажутся серыми. Дальтониками являются около 5% всех мужчин и только 0.5% женщин.

Любой цвет человек воспринимает как комбинацию трех основных цветов: красный, синий и зеленый. Наиболее чувствительна сетчатка глаза к зеленому цвету. Это самый полезный успокаивающий цвет.

К. Органический анализатор. Мозг человека получает информацию не только от внешней среды, но и от самого организма. Чувствительные аппараты имеются практически во всех внутренних органах, они вырабатывают сигналы, которые являются необходимым условием для регуляции деятельности внутренних органов. Пороги их изучены недостаточно. Нервная система поддерживает состояние всех органов в относительном постоянстве – в **гомеостазе**.

Таблица 2.1 – Среднее время реакции человека на раздражитель

Анализатор	Раздражитель	Время реакции, сек
болевой	укол	0.13
вестибулярный	вращение	0.4
Вкусовой:	горький	1.08
	кислый	0.54
	сладкий	0.45
	соленый	0.31
зрительный	свет	0.15
слуховой	звук	0.12
тактильный	прикосновение	0.09
температурный	тепло, холод	0.28

В вопросах защиты от опасности имеет значение время реакции организма на различные раздражители. Для разных людей и разных анализаторов это время различно.

Все перечисленные анализаторы функционируют в сложном взаимодействии. Ядром является рефлекторный путь – постоянные и временные нервные связи между их мозговыми концами. Структура связей формируется в зависимости от условий жизни человека. Если человек попадает в необычную ситуацию, то может возникнуть конфликт. Чтобы предотвратить его появление, нужно сформировать новые рефлекторные пути за счет тренировок. В реальных условиях на каждый анализатор одновременно действуют несколько раздражителей, причем действие одних сказывается на действие других анализаторов. Например, сильный шум снижает зрение. Чувствительность зрительного анализатора изменяется под действием запахов, температуры, вибрации. Поэтому, определяя оптимальные условия функционирования человека, нужно учитывать всю систему возможных раздражителей.

2.3. Функциональные состояния действующего человека

Эффективность деятельности человека зависит от многих факторов: от предмета и орудий труда, организации рабочего места, работоспособности и др. Под **работоспособностью** /24/ понимают величину функциональных возможностей организма человека, характеризующуюся количеством и качеством работы, выполняемой за определенное время. Во время выполнения человеком любых действий проходит несколько фаз изменения его работоспособности.

1. **Фаза мобилизации** (предстартовая). При этом повышается тонус центральной нервной системы, усиливается функциональная активность органов и систем. Субъективно фаза выражается в постановке задачи, продумывании действий, мысленном «проигрывании» предстоящих действий. Нередко эта фаза длится значительное время.
2. **Фаза первичной реакции**. Характерно небольшое снижение почти всех показателей, но эта фаза довольно кратковременная - длится несколько минут.
3. **Фаза гиперкомпенсации**. Продолжение первой фазы. Человек приспособляется к наиболее экономному, оптимальному режиму – фаза «вработывания». Уровень работоспособности постепенно повышается по сравнению с исходным, в зависимости от характера труда фаза может длиться от нескольких минут до 2-2.5 часов.
4. **Фаза компенсации**. Устанавливается оптимальный режим работы. Эффективность труда в этой фазе максимальная. При планировании работ необходимо стремиться к удлинению этой фазы.
5. **Фаза субкомпенсации**. Высокий уровень производительности начинает снижаться. Показатели ухудшаются. Наступает утомление.
6. **Фаза декомпенсации**. Быстро ухудшается состояние организма. Снижаются все показатели.
7. **Фаза срыва**. Наблюдается значительное расстройство регулирующих механизмов.

Начиная с фазы субкомпенсация начинается состояние утомления.

2.4. Психические качества человека и их связь с работоспособностью

Характер реакций человека на опасность зависит от личностных качеств: безусловных рефлексов, физического и психического состояния человека, профессиональных навыков, опыта, мотивации к безопасности деятельности. Большое значение имеет развитый оборонительный инстинкт: отдергивание руки от горячего, закрывание глаз при вспышке яркого света, убежание от собаки. К психофизиологическим свойствам человека, влияющим на

его способность реагировать на опасность, относятся также следующие: способность обнаруживать сигналы опасности, скоростные возможности человека и др. Они зависят от утомленности человека, степени опьянения, здоровья и др. Защищенность людей от опасности зависит и от комплекса индивидуальных психических качеств: темперамента, внимания, мышления, воли, координации движений, эмоциональной устойчивости и др. Совокупность этих свойств называют **человеческим фактором**.

Человеческий фактор определяет степень защищенности человека от опасности. В большей степени человеческий фактор формируется в процессе практической деятельности человека, в меньшей степени он является врожденным.

Исследование причин несчастных случаев показывает, что нередко они являются следствием **психологических особенностей человека**, таких как недостаточная концентрация внимания, неосмотрительность, нехватка навыка терпения, медлительность, импульсивность, агрессивность, нетерпимость к замечаниям.

Изучением человеческого психического фактора в безопасности жизнедеятельности изучает наука **психология безопасности**.

У человека имеются две **различные структуры психической регуляции**. Одна связана с правым полушарием мозга и отвечает за **эмоциональные проявления**; другая – с левым – управляет **информационными процессами**. Они взаимосвязаны.

Люди обладают разной степенью врожденной защищенности от опасности, потому что они имеют разные психологические качества от рождения. Впервые это установил немецкий ученый Марбе. Он стал автором теории «предрасположенности к несчастным случаям». Суть теории заключается в следующем: некоторые люди от рождения фатально подвержены несчастным случаям. Таких людей называли «травматиками». Теорию можно выразить пословицами «Чему быть – того не миновать» или «Кому что на роду написано». Согласно этой теории не имеет смысла и учиться основам безопасности жизнедеятельности.

Профессор Котик М.А. модернизировал теорию Марбе, заменив термин «подверженность» термином «защищенность». Защищенность – это способность человека не создавать опасных ситуаций, а в случае их возникновения – им противодействовать.

Рассмотрим основные этапы деятельности с точки зрения психологии безопасности

- **Деятельность** у человека возникает, когда в его мозгу **формируется цель**. Цель может быть поставлена извне или человек ставит ее себе сам. Поставив цель, человек определяет, **что необходимо сделать**, чтобы эта цель была достигнута.

- Конкретизированная цель называется **задачей**. Задача – это цель с учетом условий, в которых она будет достигаться (условий как внешних, так и

внутренних: опыт, знание и др.). Одна и та же работа для одного человека является элементарной задачей, для другого - невыполнимой.

- На третьем этапе у человека формируется **план достижения цели**. План состоит из последовательности действий.

- **Операция** – это конкретный способ, избираемый человеком для выполнения действия. Выбор операции определяется задачей, которую нужно выполнить. Человек планирует выполнение только тех операций, которым придает значение.

- Субъективное восприятие того или иного действия называют **смыслом**. Смысл формируется с учетом опыта, с течением времени смысл может измениться. Например, некто, выполняя какое-то действие, получил травму. Некто начинает бояться впредь выполнять подобное действие. Другие субъекты этого факта не знают и не испытывают страха перед выполнением этого действия. Смысл, который человек вкладывает в свои действия, является **ключом к его поведению**, он позволяет объяснить причину несчастных случаев.

- Основательно усвоенное, доведенное до автоматизма действие, превращается в **навык**. Благодаря навыкам отдельные действия выполняются без сознательного контроля. С одной стороны – это плюс. Но из-за появления навыков могут возникнуть отрицательные явления, например, **интерференция**.

Выделяют два вида интерференции навыков: ассоциативное торможение и репродуктивное торможение. **Ассоциативное** торможение – явление, при котором старый навык мешает правильно выполнить операцию. **Репродуктивное** торможение - это случай, когда срабатывает более прочный навык, но не тот, который нужен в этот момент.

- Среди психологических факторов, влияющих на безопасность, важное место занимают **мотивы**. Мотивы – направляющая и контролирующая сила в предметной области. Исходя из мотивов, можно понять причины, заставляющие человека преднамеренно нарушать правила.

В труде проявляются следующие мотивы: выгода, удобство, безопасность и др. В понятие «**выгода**» включается престиж, зарплата, профессиональная гордость. В мотив «**безопасность**» – стремление снизить опасность. Мотив «**удобство**» – это стремление выбрать наиболее легкий путь решения задачи. У разных людей мотивы неодинаковы. Мотивы могут вступать в конфликт друг с другом, например, стремление к выгоде может снизить барьер безопасности. С приближением к цели усиливается сила мотива к ее достижению.

- Анализ влияния **возраста и стажа работы** на травматизм показывает, что возраст работающего в пределах от 16 до 60 лет практически не сказывается на количестве травм; с повышением стажа число несчастных случаев снижается. Исследователи отмечают три пика увеличения вероятности возникновения несчастных случаев на производстве: первый пик определяется

в начале освоения профессии (А на рис.2.2) при стаже до двух лет. Он связан с недостатком знаний и отсутствием трудовых навыков. Второй пик выявляется при стаже 5-7 лет (С на рис.2.2), он связан с появлением излишней самоуверенности, недостаточной осмотрительности в работе, бравады, халатности. Третий (Е на рис.2.2.) может возникнуть после 25 лет стажа и связан со снижением внимания, скорости реакции, с быстрой утомляемостью работника.

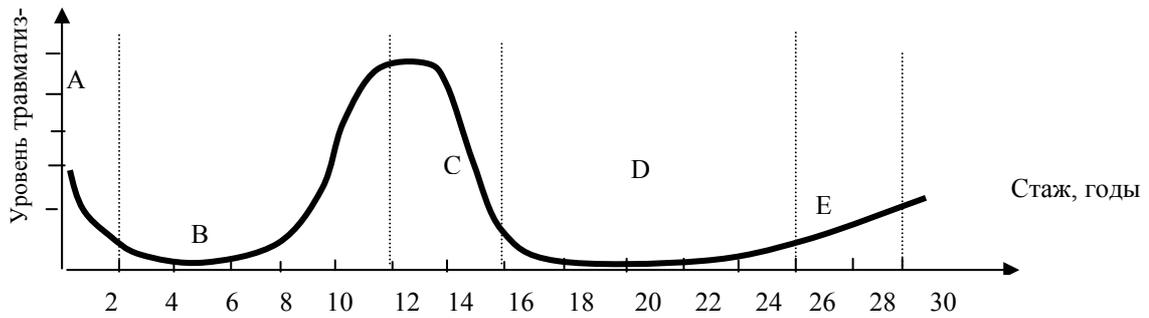


Рисунок 2.2 – Зависимость уровня травматизма от стажа работы /1/

- Еще один фактор – **биологические ритмы** /24/. В конце прошлого века венский психолог Г. Слобода и берлинский врач В. Флейс предположили, что в организме человека действуют три многодневных ритма: физический, эмоциональный и интеллектуальный. Когда эти ритмы меняют фазу с «+» на «-», защищенность человека от опасностей резко падает. Критические дни каждого человека определяются со дня его рождения и могут быть предсказаны на любой период жизни.

Эта гипотеза проверялась в Японии и на некоторых предприятиях России. Работникам высчитывали критические дни, они заранее о них оповещались. Уровень травматизма в эти периоды работы был снижен, но причина, по-видимому, заключалась в том, что в эти дни работники были осторожнее.

- В 20-е годы было сделано предположение, что перенесенная травма оставляет след и делает человека менее защищенным. Позднее это предположение подтвердилось. Психолог Фрейд назвал это явление «**травматическим неврозом**». Человек не может забыть то, что с ним когда-то произошло.

- В вопросах безопасности имеются различия у **мужчин и у женщин**. В любых условиях женщины ведут себя более осмотрительно, меньше склонны нарушать правила безопасности, более аккуратны. Но в экстремальных ситуациях надежность женщин резко снижается, и мужчины успешнее выходят из ситуаций.

- Причинами несчастных случаев часто становятся **опасные состояния**: утомление, заболевания, стресс, опьянение. К опасным состояниям относят и внешние факторы: активность солнца, фазы луны, а также плохой

психологический климат в коллективе, неблагоприятная обстановка дома и др. Много несчастных случаев связано с употреблением спиртных напитков, т.к. алкоголь влияет на нервную систему и на чувствительность рецепторов. В таблице 2.2 приведено влияние выпитого алкоголя на состояние человека. Расчеты сделаны на среднего взрослого человека-мужчину весом 70 кг. Учитывается, что в кровь человека всасывается порядка 70% выпитого спирта (в сутки).

Таблица 2.2 – Влияние выпитого спирта на психофизическое состояние человека

Содержание спирта в промилле (грамм на л крови)	Количество выпитого спирта, г	Оценка функционального состояния
Меньше 0.3	Меньше 31.5	Практически трезв
0.3-0.4	42.0	Нарушение координации, снижение внимания, повышается порог болевой чувствительности
0.5-0.9	54.5	Слабое опьянение: утомляемость, нарушение движений, сонливость, ухудшение зрительного восприятия: отдельные мерцания воспринимаются как постоянный источник света, изменения бинокулярности зрения – нарушение пространственной ориентации.
1.0-1.9	199.5	Опьянение средней степени: эмоциональная неустойчивость, неясная речь, резкая сонливость, замедление звукового, зрительного, болевого восприятия.
2.0-2.9	304.5	Сильное опьянение: снижение болевой чувствительности вплоть до полной анестезии
3.0-5	525	Острое отравление, опасное для жизни. Человек забывает весь период опьянения, угроза паралича дыхательного центра.
Более 5	Более 525	Смерть

Алкоголь быстро всасывается в кровь: всасывание начинается уже в ротовой полости и продолжается в ЖКТ в течение 1.5-2 часов. Через 5 минут первые дозы алкоголя достигают головного мозга. Сразу же после приема, начинается и выведение алкоголя из организма: его окисление до углекислого газа и воды. Весь процесс окисления продолжается до 2 недель, но наиболь-

шей интенсивности достигает через 6-16 часов. Алкоголь снижает сопротивляемость организма к действию опасных и вредных производственных факторов. Даже трезвый, но употребляющий регулярно алкоголь человек, больше подвержен опасностям.

2.5. Стратегия защиты человека от опасностей

2.5.1. Методы защиты от опасностей

Познакомившись с устройством и свойствами анализаторов человека, видим, что человек самой природой надежно защищен от опасностей. В этом ему помогают и другие, свойственные сугубо человеку свойства: память, мышление, воображение, знания. НО! Все же полностью от опасностей человек не огражден. Значит, **полагаться только на естественную систему защиты нельзя**. Ее необходимо дополнять надежными искусственными средствами с учетом достижений современной науки и техники.

В безопасности деятельности заинтересован как сам человек, так и все общество в целом. От безопасности деятельности зависит здоровье, жизнь человека и производительность его труда. Какими методами и средствами может дополнительно пользоваться человек?

Метод первый

Метод основан на *пространственном или временном разделении ноосферы* (пространства, в котором действуют опасности) и *гомосферы* (пространства, в котором находится человек). Надо стараться отделить опасность от места, где находится человек или, наоборот, воспрепятствовать человеку попасть в зону опасности. При временном разделении, вначале предписывают удалить опасность, затем в это пространство переместить человека. В человеке от природы заложен инстинкт самосохранения: он стремится убежать от опасности, спрятаться. Там, где этот инстинкт в полной мере не срабатывает, нужно добиться этого искусственно.

В инженерном отношении первый метод реализуется путем дистанционного управления опасными процессами, комплексной автоматизацией и механизацией, применением роботов и автоматов, которые незаменимы в эксплуатации атомных электростанций, генераторов сверхмощного излучения и др. К этому же методу относятся ограждения, герметизация и др.

Второй метод

Суть метода состоит в обеспечении безопасного состояния среды, окружающей человека. В компонентах окружающей среды (воздухе, воде, почве) часто содержится много вредных и ядовитых веществ. Смеси некото-

рых веществ являются взрывоопасными. Для нормализации качества среды и для привода ее в безопасное состояние, применяется вентиляция и кондиционирование воздуха, очистка и обеззараживание питьевой воды и др. инженерные решения.

Чтобы уменьшить вредное влияние шума в зданиях, стены делают из звукопоглощающих материалов, устанавливают глушители шума. Безопасность труда во многом зависит от светового режима, поэтому необходимо уделять внимание естественному и искусственному освещению.

Третий метод

Усиление защитных сил самого человека. Известно, что механизм регулирования температуры человека справляется со своими обязанностями в диапазоне температур внешней среды от -40 до $+50$ град. С, т.е. диапазон допустимых температур составляет около 90 град. В космосе перепад температуры при освещении солнцем и в тени составляет около 300 град. С, но космонавты работали в открытом космосе по несколько часов. В этом им помог спецкостюм - скафандр. В настоящее время созданы специальные средства защиты для головы, ушей, органов дыхания, глаз. Примерами могут служить респиратор, предохранительные пояса у монтажников, наушники, перчатки, специальные резиновые сапоги и др. приспособления. В жизни использование индивидуальных средств защиты создает дополнительные неудобства (трудно все время быть в скафандре), поэтому при отсутствии опасности нужно стремиться находиться без них.

Кроме средств специальной защиты третий метод предусматривает средства, усиливающие адаптацию человека. Это обучение безопасности жизнедеятельности, тренировка организма, укрепление здоровья и др.

2.5.2. Основы управления безопасностью жизнедеятельности

Постоянный риск опасности в любой деятельности выдвигает на одно из первых мест вопросы техники ***управления безопасностью***.

Под управлением безопасности деятельности понимают организованное воздействие на систему «Человек-среда» с целью достижения заданных результатов. ***Управлять – это значит осознанно переводить элемент системы из одного состояния в другое, как правило, менее опасное.*** При этом должны соблюдаться условия экономической и технической целесообразности.

В управлении БЖД применяется системный подход, который заключается в учете необходимого и достаточного числа компонентов, которым определяется безопасность.

Важнейшие принципы управления:

- процесс принятия решений должен начинаться с выявления и четкого формулирования конечных целей;

- всю проблему необходимо рассматривать как единое целое;
- необходим анализ альтернативных путей достижения цели;
- подцели не должны вступать в конфликт с общей целью.

При всем этом поставленная цель должна обладать требованиями реальности, предметности, количественной определенности, контролируемости и адекватности.

Наиболее сложная и ответственная задача в создании системы БЖД - **формулирование конечной цели**, т.е. чего нужно добиться, создавая средства безопасности деятельности. Цель - это иерархическое понятие. Часто ее можно разделить на подцели, которые можно дополнительно ранжировать по степени важности.

Стадии, на которых должны учитываться требования безопасности, образуют полный цикл деятельности: НИР, ОКР, проект, реализация, испытания, производство, эксплуатация, модернизация, реконструкция, консервация, ликвидация, захоронение.

Схему проектирования БЖД можно представить в виде таблицы.

Таблица 2.3 – Схема проектирования средств безопасности деятельности

Последовательность действий	Результат действий
Декомпозиция существующих или проектируемых объектов деятельности на элементы	Конкретизируются: 1. Предметы труда 2. Средства труда: машины, устройства 3. Продукты труда, полуфабрикаты 4. Энергия (электрическая, пневматическая) 5. Технические процессы, операции, действия 6. Природно-климатические факторы 7. Персонал Рабочие места, цехи и др.
Идентификация опасностей, создаваемых каждым элементом, определенным выше	Перечень опасностей
Построение «дерева причин и опасностей»	Причины опасностей
Количественная и качественная оценка опасностей, сравнение с допустимыми уровнями риска	Перечень причин и опасностей, защита от которых требуется
Определение целей	Количественное определение параметров, условий труда, которые должны быть достигнуты

Последовательность действий	Результат действий
Комплексная оценка объектов по параметрам безопасности	Интегральные или балльные показатели
Анализ возможных принципов, методов и средств обеспечения безопасности	Набор методов, принципов, альтернатив
Анализ достоинств и недостатков потерь и выгод по каждой альтернативе	Выбор приемлемого варианта
Анализ приемлемых методов, принципов, средств	Конкретные решения
Оценка эффективности	Показатели технического, социального, экономического эффектов

Контрольные вопросы к теме 2:

1. В чем суть закона Вебера-Фехнера?
2. Какие показатели характеризуют чувствительность анализаторов человека?
3. Чем отличаются условные и безусловные рефлексy?
4. Какие защитные системы можно выделить у человека?
5. На какой части тела наибольшее количество тактильных анализаторов?
6. Какие функции в организме человека выполняет кожа?
7. Какую функцию в защите от опасностей играет боль?
8. Какой из анализаторов человека имеет меньшее время реакции?
9. Является ли движение защитной функцией человека?
10. Какие фазы в деятельности человека можно выделить?
11. С какой фазы начинается утомление?
12. Положительную ли роль в психофизических свойствах человека играют навыки?
13. Какие мотивы можно выделить в деятельности человека?
14. Что такое «человеческий фактор» в системе безопасности?
15. Как влияет стаж работы на безопасность деятельности?
16. Как влияет пол человека на безопасность жизнедеятельности?
17. Что называется «второй защитный барьер человека»?
18. Назовите три метода искусственной защиты от опасностей.
19. К какому из методов относится инструктаж на рабочем месте?
20. Каким будет состояние среднестатистического человека, выпившего 200 г водки?

3. БЫТОВАЯ (ЖИЛАЯ) СРЕДА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

3.1. Определение бытовой среды. Основные группы неблагоприятных факторов бытовой среды

В результате техногенной деятельности людей во многих регионах нашей планеты нарушилась биосфера, и был создан новый тип среды обитания – *техносфера*. По определению «биосфера» – это область распространения жизни на Земле, не испытывавшая техногенных воздействий /1/. «Техносфера» – это регион биосферы, преобразованный людьми с помощью прямого или косвенного воздействия технических средств в целях наилучшего соответствия своим потребностям.

Создавая техносферу, человек стремился к повышению комфортности среды обитания, к защите от естественных негативных воздействий. Все это, конечно, отразилось на условиях жизни и сказалось на ее продолжительности. В железном веке, например, продолжительность жизни человека, в среднем, составляла около 30 лет, к началу XIX века – уже 35-40 лет, а в конце XX века – 60-63 года.

Однако создание техносферы во многом не оправдало мечты человека: все меньше на Планете территорий осталось с ненарушенными естественными экосистемами. Особенно это касается Японии, Северной Америки и Европы. В Европе, например, ненарушенные территории составляют всего 15.6% всей площади, в то время как нарушенные – 64.9%. Практически все урбанизированное население проживает в техносфере, где условия обитания отличаются от биосферных повышенным влиянием антропогенных негативных факторов. На рисунке 3.1 показаны пути передачи энергии и информации в системе «Человек-среда обитания».

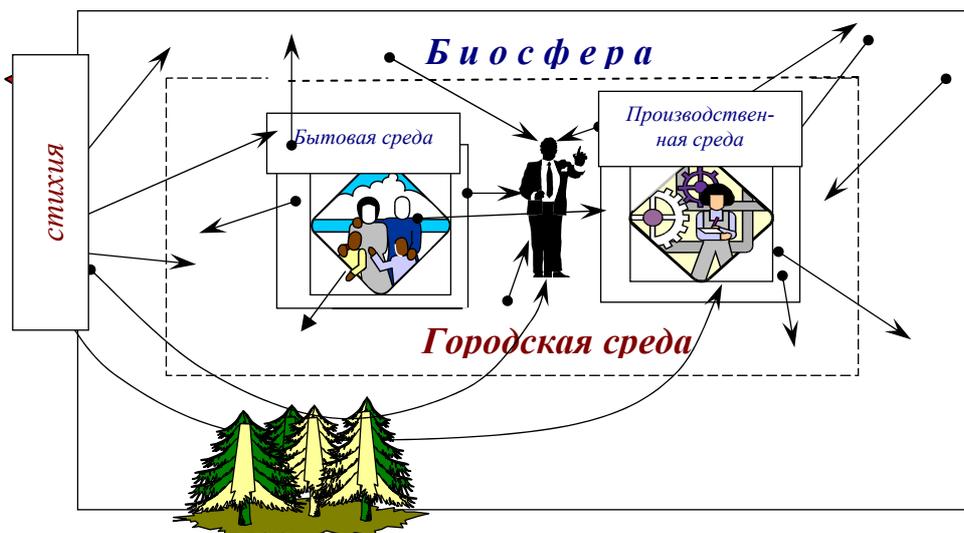


Рисунок 3.1. – Пути передачи энергии и информации в системе «Человек-Среда»

Как видно из рисунка 3.1. окружающая человека среда включает в себя незатронутую человеком биосферу и урбанизированную городскую среду, в которую включены бытовая и производственная сферы. Между этими средами существует множество связей, как негативных, так и положительных. Каждая из сред взаимодействует с человеком. Поэтому, изучая вопросы безопасности жизнедеятельности человека, нужно хорошо представлять какие вредности и опасности могут подстергать человека, пребывающего в каждой из окружающих его сред: природной, бытовой, производственной.

Понятие жилища (бытовой среды), по определению Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ – международная организация, деятельность которой направлена на борьбу с особо опасными болезнями, разработку международных санитарных правил. Основана в Женеве в 1946 году), не ограничивается стенами комнат, в которых человек живет. Оно включает придомовую территорию, а также жилой район со всеми постройками и учреждениями обслуживания /2/.

Жилая среда - есть совокупность условий и факторов, позволяющих человеку на территории населенных мест осуществлять свою непродуцирующую деятельность.

Для жилой среды характерны следующие свойства:

- **искусственность**, т.е. определяющую роль в создании среды играет целенаправленная деятельность человека;
- **расширение сферы потребностей**, удовлетворяющихся в созданной среде: учеба, образование и самообразование, культурное развитие, развлечение, общение, оздоровительная деятельность, рекреация;
- **создание новых сооружений**, обеспечивающих удовлетворение современных и будущих потребностей людей;
- **непрерывная изменчивость среды**, порождающая новые проблемы безопасности;
- **наличие позитивных и негативных факторов.**

В настоящее время в понятие «жилая среда» включаются три иерархически взаимосвязанных уровня /2/.

Первый уровень. Жилая среда – это дом, в котором живет человек. Но одно, не связанное с другими объектами города, здание не определяет состояние жилой среды. Поэтому на первом уровне в качестве жилой среды рассматривается пространственно обособленный участок среды, образующий единый градостроительный комплекс: жилой дом, улицы, скверы, школы, учреждения общественного обслуживания. Первый уровень в городской застройке - это жилой квартал. В квартале можно сравнивать между собой отдельные дома по их качеству, расположению относительно магистралей на-

личия остановок транспорта, магазинов, поликлиник, детских учреждений, степени озеленения и др.

Второй уровень. В качестве элементов в нем выступает совокупность градостроительных комплексов (микрорайон). Система второго уровня в целом – это территория, на которой реализуется весь комплекс трудовых, рекреационных, потребительских связей населения. Критерием целостности является наличие замкнутого цикла: труд-быт-отдых. Можно сравнивать микрорайоны по степени удаленности от центра, от производственных зон предприятий, от уровня благоустройства домов в них и др.

Третий уровень. Уровень городских агломераций, в котором отдельные населенные пункты можно сравнивать по уровню качества жилой среды, качеству воздуха, питьевой воды, наличию аэропортов, железнодорожного и речного либо морского транспорта, климатическим условиям и др.

Человек пытается приспособиться к жизни в любой среде: в сельской местности или в крупном городе. Но приспособляемость человека к жилой среде в крупных городах не может быть беспредельной. На людей в бытовых условиях, как и в любых других, действуют **неблагоприятные факторы**, основные характерные черты которых – комплексность и синергизм, т.е. усиление взаимного действия факторов на организм человека. Это затрудняет изучение действия отдельных факторов на организм, например, трудно бывает установить причины недомогания, снижения работоспособности, неспецифических нарушений здоровья.

Выделяют два типа неблагоприятных факторов жилой среды:

- факторы, являющиеся **действительными причинами** заболеваний и гибели людей;
- факторы, которые являются **условиями развития заболеваний**, вызываемых другими причинами.

В основном факторы жилой среды являются факторами *малой интенсивности*, т.е. они относятся ко второму типу - создают условия для развития ряда заболеваний, вызывая предпатологические состояния. Например, употребление фенола с питьевой водой может в течение некоторого времени привести к болезням печени. Все возрастающая денатурация факторов жилой среды (замена природных элементов искусственными) приводит к снижению показателей здоровья населения, особенно городского.

Однако небольшое количество факторов, действующих в быту, можно отнести к группе абсолютных причин заболевания: наличие таких вредных веществ в воздухе жилого помещения, как асбест, формальдегид, аллергены, бенз(а)пирен. Они могут стать причиной заболевания и возможной смерти человека.

3.2. Влияние на здоровье человека состава воздуха

3.2.1. Основные источники загрязнения воздуха в жилых помещениях

Состав воздуха в жилой среде имеет одно из важнейших значений при оценке влияния среды на здоровье человека, т.к. длительность воздействия этого фактора наибольшая из всех известных. Современный человек проводит в жилых помещениях (в зависимости от образа деятельности и образа жизни) от 52% до 85% суточного времени. Поэтому внутренняя среда помещений даже при незначительной концентрации в ней вредных веществ небезразлична для человека. Кроме вредных веществ на человека действуют в помещении также температурный фактор, влажность, ионно-озонный режим, радиоактивный фон, шум и др. В случае несоблюдения комплекса мер, жилая среда может стать источником риска для здоровья.

Основные источники загрязнения воздуха жилой среды /2/

В зданиях формируется особая воздушная среда, которая зависит от состава атмосферного воздуха и мощности внутренних источников загрязнения. В среднестатистической воздушной среде помещения обнаруживается около 100 химических соединений разных классов опасности. Основными внутренними источниками загрязнения воздуха являются следующие:

- 1) продукты деструкции отделочных полимерных материалов,
- 2) продукты жизнедеятельности человека,
- 3) продукты неполного сгорания бытового топлива.

Качество воздуха зависит и от качества окружающего атмосферного воздуха, так как все здания имеют постоянный воздухообмен. Миграция пыли и токсических веществ возможна при искусственной и естественной вентиляции, причем даже при обработке в системах кондиционирования.

Степень проникновения в помещение для разных веществ различна: для окиси и двуокиси азота, окиси углерода, пыли концентрация в помещении такая же, как и в атмосфере (или немного ниже); для двуокиси серы, свинца, озона – в помещении значительно ниже, чем в атмосфере; а концентрации ацетона, бензола, этилового спирта, фенола, толуола, иногда в 10 раз превышает концентрацию этих веществ в атмосфере.

1) Одним из самых мощных **внутренних источников** загрязнения являются **строительные и отделочные материалы**, изготовленные из полимеров. Строительные материалы используются для покрытия полов, стен, потолков, теплоизоляции, оконных и дверных блоков, элементов сборных домов и др.

К **положительным сторонам** применения полимеров в строительстве и отделке можно отнести простоту использования, дешевизну, улучшение качества, эстетичность.

Но результаты исследований показали, что практически все материалы выделяют небезразличные для человека вещества. В частности, поливинилхлоридные материалы являются источниками бензола, толуола, этилбензола, ксилола. ДСП выделяет фенол формальдегида, аммиак. Ковровые изделия из химических волокон - стирол, изофенил, сернистый ангидрид. Стеклопластики выделяют ацетон, бутанол, фенол, стирол; лакокрасочные покрытия – этилацетат, ксилол, стирол, ацетон, этиленгликоль; мастика – бензол, формальдегид, фенол и т. д.

Интенсивность выделения зависит от температуры, влажности, кратности воздухообмена, времени эксплуатации и др. Установлена прямая зависимость насыщения воздуха вредными веществами от количества использованных полимерных материалов. Коэффициент корреляции между суммарным уровнем химического загрязнения и насыщенностью помещений полимерными материалами в жилых помещениях равен 0.61, а в административных зданиях он доходит до 0.75.

Даже в небольших количествах, но длительное время действующие вещества могут нанести непоправимый вред здоровью. Особенно это относится к аллергенам. Наиболее чувствительны к воздействию летучих компонентов полимерных материалов дети и подростки. Выявлена повышенная чувствительность к этому классу вредных веществ больных людей. Установлено, что подверженность людей, живущих в помещениях, отделанных искусственными материалами, к заболеваниям (аллергией, гипертонией, простудными заболеваниями, неврастенией, дистонией) выше, чем у людей, где такие материалы не используются. Для обеспечения безопасности применения полимерных материалов принят следующий норматив: концентрации вредных веществ в воздухе помещения не должны превышать соответствующие ПДК для атмосферного воздуха, а суммарный показатель не должен превышать единицы:

$$C_{\text{сум}} = \sum \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1.$$

В современном строительстве все отчетливее проявляется тенденция в химизации технологических процессов производства строительных и отделочных материалов. При этом в бетон, цемент, лакокраски для улучшения их качества добавляют химические добавки. Это также приводит к загрязнению среды.

2) Второй не менее мощный источник загрязнения – **жизнедеятельность человека**. Установлено, что в процессе жизни человек выделяет около 400 веществ - антропоксинов. В обычных условиях эксплуатации жилых помещений в негерметичных условиях четко выраженного токсического действия антропоксинов не происходит.

Но жилая среда в плохо вентилируемых помещениях ухудшается пропорционально числу лиц и времени их пребывания в помещении. Среди ве-

ществ - антропоксинов выделяются следующие: сероводород, диметиламин, двуокись азота – вещества 2-го класса опасности (высокоопасные вещества); фенол, уксусная кислота, толуол – 3-го класса опасности (малоопасные вещества). Обнаружено, что иногда в неветилируемых помещениях концентрации сероводорода и метиламина превышали даже ПДК для атмосферного воздуха. Даже 2-4-х часовое пребывание человека в таком помещении может сказаться на самочувствии, отрицательно повлиять на умственную работоспособность.

3) Газификация жилищного фонда, наряду с положительной стороной (удобство), также способствует загрязнению воздушной среды. Выявлено, что при часовом горении газа концентрации в воздухе составили (мг/м^3): окись углерода 15 (ПДК=3); формальдегида 0.037 (ПДК=0.012); окиси азота – 0.62 (ПДК=0.085); бензола – 0.44 (ПДК=0.8). Температура воздуха в помещении повысилась на 6 град; влажность увеличилась на 15%. После выключения газовой плиты концентрации вредных веществ в воздухе жилого помещения снизилось, но даже через 2.5 часа не приходили в норму.

4) Одним из наиболее широко распространенных источников загрязнения воздушной среды бытовых помещений является **курение**. Воздух при курении загрязняется окисями углерода и азота, двуокисью азота, сернистым ангидридом. При хромато-масс-спектрометрическом анализе воздуха, загрязненного табачным дымом, обнаружено более 180 химических соединений: стирол, формальдегид, фенол, акролеин, ацетилен, даже бенз(а)пирен.

При изучении влияния табачного дыма на некурящих (пассивное курение) у испытуемых обнаружено раздражение слизистых, повышение давления, учащение пульса.

В последнее время, по данным ВОЗ, значительно возросло число сообщений о, так называемых, «**больных зданиях**» /2/. Люди, проживающие в таких зданиях, чаще жалуются на упадок сил, недомогания, раздражения носоглотки, частые простудные заболевания, ощущение сухости кожи, головокружение, тошноту и др.

Выделяют две **категории** больных зданий:

- временно больные,
- постоянно больные.

Временно больные – это недавно построенные или реконструируемые здания, у которых все симптомы через 0.5-1 год исчезают. Это связано с закономерностями эмиссии летучих компонентов, находящихся в стройматериалах.

Постоянно больные – в которых описанные симптомы наблюдаются в течении многих лет, многие оздоровительные мероприятия не дают положительного результата.

Объяснения этому факту пока нет.

Экспериментальные исследования влияния внутрижилищных факторов на здоровье людей - процедура сложная, длительная и дорогостоящая. В эксперименте необходимо удалить все оказывающие влияние на развитие заболевания факторы, кроме исследуемого. Чаще используют методический прием «копий пар», в котором подбирают несколько выровненных групп.

Обеспечение оптимальной воздушной среды в жилых зданиях – это гигиеническая (содержать в чистоте, проветривать) и инженерно-техническая (разработка кондиционеров, вентиляторов) проблема. Ведущим звеном в этом является обеспечение помещений таким воздухообменом, который позволит обеспечить требуемые параметры воздушной среды. При проектировании систем кондиционирования воздуха в жилых помещениях рассчитывается норма воздухоподачи, исходя из объемов, необходимых для ассимиляции тепло- и влаговыделений человека, выдыхаемой им углекислоты, удаления продуктов горения и табачного дыма.

3.2.2. Электрическая характеристика воздушной среды

Помимо регламентации количества приточного воздуха и его химического состава значение для обеспечения комфорта в закрытом помещении имеет ***электрическая характеристика*** среды. Последняя определяется ионным режимом, т.е. уровнями отрицательных и положительных ионов. Как недостаточная, так и избыточная ионизации воздуха для человека небезразличны.

Благоприятным для человека является воздух с содержанием отрицательных аэроионов до 1000-2000 в 1 см³ воздуха. В процессе ионизации воздуха генерируются также озон и окислы азота, которые в комплексе благотворно влияют на самочувствие человека. Присутствие людей снижает содержание легких аэроионов, которые поглощаются при дыхании, превращаются в тяжелые, адсорбируются на поверхностях и т.д. Возрастанию количества тяжелых ионов способствует респираторный выброс «ядер конденсации» с выдыхаемым человеком воздухом.

Уменьшение числа легких ионов связывают с потерей воздухом освежающих свойств. Особенно сильные изменения по сравнению с характеристиками атмосферного воздуха ионный режим претерпевает при прохождении через систему калориферов, фильтров и воздуховодов.

Необходимо подчеркнуть, что искусственная ионизация воздуха без достаточного воздухообмена в условиях высокой влажности ведет к появлению избыточного числа тяжелых ионов. Кроме того, при ионизации запыленного воздуха процент задержки пыли в дыхательных путях резко возрастает. Попав в легкие, пыль теряет заряд, пылевые конгломераты распадаются, образуются значительные поверхности из мельчайших частичек пыли. Это приводит к усилению биологической активности пыли.

Оптимальной суммарной концентрацией легких ионов является уровень порядка 3×10^2 , а минимально необходимый уровень – 400-500 ионов в 1 куб. см. Максимально допустимый уровень – 50000 ионов в куб. см. Оценка ионного режима проводится с помощью аспирационного счетчика ионов, который позволяет определить концентрацию легких, тяжелых, положительных и отрицательных ионов.

Механизм целебного действия отрицательно заряженных частиц воздуха раскрыл Александр Леонидович Чижевский, труды которого в 1939 году в Нью-Йорке на Международном конгрессе по биофизике выдвигали на соискание Нобелевской премии. Чижевский поставил задачу «раскрыть секрет молодости» и раскрыл. Оказалось все дело в электрических зарядах, размещенных на мембранах клеток организма. Пока заряд высок – клетка молода, снижается заряд – клетка не может устоять перед болезнями и старостью. Вывод ясен – надо поддерживать заряд на клетках. Почему в горах так много долгожителей? Потому, что в горном воздухе много отрицательных аэроионов. Из-за них отдыхающие у моря очень быстро восстанавливают работоспособность. Из-за аэроионов после грозы таким свежим становится воздух. Профессор М.С. Мачабели (60-е годы) создал теорию патологии: все болезни имеют разную причину, но течение у них одинаковое: все начинается с потери отрицательного заряда клеток организма. Аэроионы улучшают ток крови (помогают страдающим сердечно-сосудистыми болезнями), легкие как бы расправляются (помогают легочным больным), помогают больным аллергией, респираторными болезнями. В экспериментах на животных выявлен положительный эффект от действия аэроионов при лечении язвы желудка, наблюдалось снижение артериального давления.

Интересный факт выявили ученые: люди, длительное время пребывающие в помещениях с кондиционерами, чаще болеют. Оказывается природные аэроионы «застревают» в фильтрах кондиционера и воздух получается чистый, но ... **мертвый**. Это назвали **аэроионным голоданием**. Поэтому согласно СНиП №2152-80 к каждому кондиционеру необходимо приставить ионизатор воздуха.

Еще одна проблема бытовых помещений – **«электронный смог»** от экранов компьютеров и телевизоров. Экраны не только поглощают все полезные аэроионы, но и генерируют вредные положительные ионы. Одно из решений этой проблемы – использование в компьютерных залах люстры Чижевского.

(«Люстра профессора Чижевского. Аэроионы: положительные – киллеры; отрицательные – герои» /Комсомольская правда от 20 авг. 1999 г)

3.2.3. Влияние вредных веществ, встречающихся в быту, на здоровье человека

А) Аллергены. Что же такое аллергия? Понятие “аллергия” ввел в обиход медицины в 1906 г. Пирке для характеристик изменений реактивности организма. Введение этого понятия, давшего начало развитию новой науки – аллергологии, было обусловлено рядом наблюдений из области экспериментальной иммунологии и клинической патологии. Кроме анафилаксии и иммунитета, Пирке установил понятие общей и местной пониженной и повышенной чувствительности, объединив все эти состояния в одну группу проявлений реактивности – аллергии.

Термин “аллергия” происходит от двух греческих слов: “аллас” – “другой”, “иной” и “эрга” – “действие”. В современной науке термином “аллергия” обозначают **повышенную чувствительность организма к действию тех или иных веществ внешней и внутренней среды**. Вещества, способные вызвать состояние аллергии (или повышенной чувствительности, другими словами), называют **аллергенами**. При этом необходимо подчеркнуть: аллергены не обладают токсическим действием на организм человека при попадании в него первично. Для многих людей аллергенами могут быть абсолютно безвредные вещества, например, апельсин, малина, грибы.

В возникновении аллергии, как ни странно, главную роль играет защитный барьер человека – иммунная система. Она способствует выработке антител против любых вредоносных агентов, попавших в организм. Антитела связывают, нейтрализуют и выводят из организма все опасное. Против каждого агента вырабатывается свое антитело. Но в некоторых случаях вместо положительной иммунной реакции, вызывается патологическая аллергическая реакция.

Состояние аллергии с явно клиническими проявлениями всегда возникает **при повторном** проникновении аллергена (или нескольких аллергенов) в организм. Предполагают, что первоначально аллергия выполняет защитный характер. Первичное проникновение аллергена в организм чаще всего происходит совершенно незаметно для организма, но это не значит, что организм человека никак не реагирует на такое первичное попадание аллергена в организм. Период между первичным попаданием аллергена в организм и вторичным (после которого и происходит любая аллергическая реакция с бурными клиническими проявлениями) называют медики периодом **сенсibilизации** (“сенсibilис” по-латыни означает “чувствительный”). В этот период организм человека, предрасположенного к аллергии (потенциального аллергика, как говорят врачи-аллергологи), по-своему и весьма своеобразно реагирует на внедрение аллергена в его организм. В организме начинают образовываться антитела, появляются и особые группы клеток-лимфоцитов, обладающих (как и антитела) уникальным свойством: “узнавать свой” аллерген при повторном его попадании в организм. Вот тогда-то и происходит соединение антител с

аллергеном или с чувствительной клеткой-лимфоцитом и развивается аллергическая реакция с выраженными явными клиническими проявлениями. Период сенсibilизации может быть от нескольких суток до нескольких недель, а по последним наблюдениям – даже несколько десятилетий... и лишь потом аллергия в чем-то проявляется.

Аллергенами могут быть самые разнообразные вещества. Они обнаруживаются среди пищевых продуктов, химических средств, косметических средств, пыли растений, лекарств, лечебных сывороток и так далее. Аллергенов в природе чрезвычайно много. Одни из них обнаруживаются сравнительно легко, другие – труднее. Аллергены могут попадать в организм различными путями – через рот с пищей и лекарствами, через дыхательные пути, кожу, а иногда при инъекциях (подкожных, внутримышечных, внутривенных). Условно выделяют две большие группы аллергенов:

- аллергены, поступившие в организм извне (экзоаллергены)
- аллергены, образующиеся в организме человека при повреждении его тканей (эндоаллергены или аутоаллергены).

Экзоаллергены составляют большую группу самых разнообразных веществ, вызывающих аллергию, в том числе и профессионального характера. Они подразделяются на две большие группы:

- инфекционные аллергены (при длительном существовании в организме человека очагов воспаления – кариозных зубов, гайморита, тонзиллита и др., развивается инфекционная аллергия), причиной которой могут быть:
 - вирусы,
 - микробы,
 - бактерии,
 - грибы
- неинфекционные аллергены, которые в свою очередь делятся также на несколько подгрупп:
 - пищевые аллергены: злаки, молоко (и продукты, их содержащие), куриные яйца, мясо птиц, рыба и дары моря
 - пыльцевые аллергены (пыльца цветущих трав, деревьев, кустарников). Пыльца растений вызывает поллиноз – сенную лихорадку.
 - лекарственные аллергены – еще одна большая группа экзоаллергенов неинфекционного характера; наиболее часто аллергенами становится пенициллин, витамины (особенно B1), препараты брома и йода, вакцины и сыворотки.
 - самая распространенная группа аллергенов в настоящее время - химические аллергены.
- **Эндоаллергены** – это аллергены, образующиеся внутри организма, например, микроб плюс эритроцит, вирус плюс нервная ткань, химическое вещество плюс белок сыворотки крови и так далее.

Любой орган человека может быть поражен аллергией: аллергический ринит – нос; бронхиальная астма – легкие; миокардит – сердце; аллергический васкулит – сосуды; дерматит и экзема – кожа, аллергический стоматит – десны, аллергическое заболевание нервной системы – мигрень, гастрит, колит, гепатит и др.

Аллергические заболевания не являются наследственными, но у детей, родители которых – аллергики, вероятность заболеть аллергией выше, т.е. по наследству передается предрасположенность к этому заболеванию. Один из признаков – диатез у маленьких детей (золотуха).

За последние годы (20-30 лет) ученые отмечают резкое увеличение страдающих аллергией (с 10% до 30%). Это связывают с денатурализацией многих компонент окружающей среды и продуктов питания человека.

Неотложная помощь при внезапно возникшей реакции аллергии (до приезда врача):

- 1) Прежде всего, выявление аллергена и прекращение контакта с ним.
- 2) Прием антигистаминных препаратов: димедрол, диазолин, супрастин, фенкарол, тавегил, кетотифен.

Лечение аллергии длительное, занимает месяцы и годы.

Профилактика аллергических заболеваний. Необходимо уменьшить или исключить контакт с вредными веществами. Чаще проветривать помещения, использовать кондиционеры, средства индивидуальной защиты (перчатки при стирке, респираторы при работе с порошками), пользоваться питательными кремами типа «Ланолиновый» для защиты от солнечных лучей.

Б) Пыль. Пылью называются парящие в воздухе жилой зоны и медленно оседающие твердые частицы размерами от десятков до долей микрометра. По химическому составу пыль бывает:

- органическая;
- растительная;
- животная;
- белковая;
- неорганическая;
- минеральная;
- металлическая;
- смешанная.

Крупные пылинки (5-10 микрон) при вдыхании оседают в верхних дыхательных путях и удаляются оттуда при кашле, чихании. Мелкие (менее 5 микрон) способны доходить до легочных авеллол и оседать там. Если учесть, что в среднем у человека через легкие проходит около 12 тысяч лит-

ров воздуха в сутки, то даже при обычном уровне запыленности (500 тыс. пылинок в 1 см^3), в легкие может попасть до 6 миллиардов пылинок в сутки.

Пыль может вызвать различное действие на организм: раздражающее, аллергическое, токсическое. Некоторые виды пыли обладают канцерогенным действием (например, асбестовая пыль). Пыль может быть носителем микробов, спор, яиц гельминтов.

Для оценки запыленности помещения используется весовой метод: при этом оценивается масса пыли (в миллиграммах) в 1 м^3 воздуха. Установлены предельно допустимые концентрации пыли в помещении (ПДК) для многих видов пыли, которая колеблется от 0.1 до 10 мг/м^3 .

В) Окись углерода (угарный газ, CO) /19/ – бесцветный, лишенный запаха газ, образуется при неполном сгорании органического вещества. Угарный газ проникает в кровь и образует стойкие соединения с гемоглобином, при этом нарушается транспорт кислорода в органы, наступает кислородное голодание. Основные изменения происходят в ЦНС, так как клетки мозга наиболее чувствительны к недостатку кислорода. Тяжесть отравления зависит от концентрации CO и от длительности вдыхания газа. В тяжелых случаях наступает **смерть**.

Основные признаки отравления: кашель, чихание, головная боль в области висков и лба, слезотечение, тошнота, рвота, головокружение, но самым первым признаком можно считать **нарушение цветоощущения**.

В более тяжелых случаях возможны удушье, шум в ушах, провалы памяти, нарушение координации, кожа при этом приобретает характерный красноватый оттенок.

В особо тяжелых случаях наступает кома (до 5-7 дней), судороги, учащение пульса до 120 ударов в мин., повышение температуры до 40град. С. Смерть наступает от удушья.

Первая помощь: вынести пострадавшего на свежий воздух (**обязательно в лежачем положении, даже если он сам в состоянии передвигаться**), расстегнуть стягивающую одежду, дать горячий чай, кофе, дать нюхать нашатырный спирт.

Затем пострадавшего обложить грелками, укутать одеялом, сделать закрытый массаж сердца. При остановке дыхания – искусственное дыхание. Вызов врача обязателен.

Г) Ацетон /19/. Бесцветная летучая жидкость с неприятным запахом, легковоспламеняющаяся. Применяется как растворитель нитроэмалей и красок. В организм человека может поступить через органы дыхания и кожу. Оказывает раздражающее действие на слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей. Наркотик.

Признаки отравления: при остром отравлении раздражение слизистых носа, глаз, горла, обморочные состояния, головная боль.

Первая помощь. Свежий воздух, нашатырный спирт, крепкий сладкий чай, кофе, ингаляции кислорода, вызов врача.

Д) Акролеин /18,19/. Летучая бесцветная жидкость с запахом пригорелых жиров. Пары акролеина образуются при производстве пластмасс, линолеума, олифы, присутствует в выхлопных газах автомобилей, выделяется при деструкции линолеума, моющихся обоев, пластика. Акролеин обладает резко выраженным раздражающим действием, при отравлении им наблюдается отек век, «царапанье в горле», кашель, тошнота, может быть рвота, цианоз губ, в тяжелых случаях – похолодание конечностей, потеря сознания, замедление пульса, психомоторное возбуждение. Может развиваться пневмония или бронхит.

Первая помощь. Пострадавшего выносят на свежий воздух и начинают ингаляцию водяных паров с добавлением нескольких капель нашатырного спирта (нейтрализуют избыток акролеина). Затем проводят ингаляцию кислорода (кислородная подушка), дают сердечные и успокаивающие средства. Вызов врача обязателен.

Е) Углекислый газ (двуокись углерода, CO_2). Газ без цвета и запаха. Постоянно в небольших количествах содержится в воздухе (0.03-0.1%). Применяется при производстве соды, сахара, красок, сухого льда, искусственных минеральных вод. По действию на организм CO_2 является наркотиком, оказывает раздражающее действие на кожу, слизистые оболочки, угнетает дыхательный центр.

Проявления отравляющего действия: головная боль, головокружение, повышение артериального давления, понижение температуры, сердцебиение, одышка. При высоких концентрациях (более 3%) возможна внезапная смерть от остановки дыхания.

Ж) Бензол и его гомологи. /19/

Бензол – бесцветная жидкость, легко испаряющаяся при комнатной температуре. Пары бензола в 2.7 раза тяжелее воздуха. Из гомологов известны **стирол, ксилол и толуол**. Толуол и ксилол применяются как растворители лаков и красок и как высокооктановые добавки к бензинам. Стирол используется для получения синтетических каучуков, пластических масс, пластиков и полиэфирных смол. **В России использование бензола в быту запрещено, везде он заменяется ксилолом и толуолом.** ПДК бензола и стирола 5 мг/м^3 ; для толуола и ксилола – 50 мг/м^3 . Основной путь возможного поступления в организм – в виде паров через дыхательные пути и в виде жидкости через кожу. При острых отравлениях данные вещества быстро обнаруживаются в мозге, печени, крови и легких.

Общий характер действия: наркотическое и судорожное действие; бензол действует в основном на нервную систему, стирол обладает раздра-

жающим действием. Легкая форма отравления напоминает опьянение: головная боль, головокружение, спутанность сознания. В более выраженных случаях возможны потеря сознания, судороги, расширение зрачков, учащение дыхания, побледнение кожных покровов. Наблюдаются значительные изменения в формуле крови. При высоких концентрациях возможна мгновенная потеря сознания и смерть.

Первая помощь. Свежий воздух, сердечные и успокаивающие средства, горизонтальное положение при несколько опущенной голове, жидкое вазелиновое масло внутрь, подкожно – кофеин или кордиамин. Обязательная госпитализация.

З) Сероводород. Бесцветный газ с характерным запахом тухлых яиц. Образуется при гниении органики, при взрывных работах. ПДК = 10 мг/м³. При наличии углеводородов (например, бензина) ПДК сероводорода снижается и равна 3 мг/м³. Поступает в организм чаще всего через дыхательные пути, а также через кожные покровы. В организме быстро окисляется до серы и сульфидов.

Сероводород сильно токсичен. Раздражает слизистые, поражает ЦНС. **Опасность усиливается тем, что при отравлении сероводородом пропадает обоняние и, вследствие непоступления в организм информации о вредном воздействии сероводорода, возможно длительное пребывание человека в опасной среде.**

Признаки отравления. Слезотечение, блефароспазм, головная боль, бронхоспазм, нарушение координации, возбуждение. Может развиваться пневмония.

Первая помощь: стандартная

И) Двуокись серы./19/ Бесцветный газ с резким удушающим запахом. Применяют при отбеливании, консервировании. ПДК = 10 мг/м³.

Признаки отравления. Резкое раздражение кожи и глаз, наркотическое действие, сухой кашель, цианоз, боль в груди, отек легких, повышение температуры тела.

Неотложная помощь. Длительное вдыхание кислорода, кардиотонические средства, покой, тепло, обязательна консультация врача.

Возможны отдаленные последствия: заболевания легких и желудочно-кишечного тракта.

К) Фенолы. Бесцветные кристаллические вещества или высокомолекулярные жидкости. Летучие, с характерным запахом карболки. Высокотоксичные яды, оказывающие раздражающее, прижигающее и некротизирующее действие.

Проявление отравления. Возбуждение, головная боль, головокружение.

При попадании на кожу образуется ожог, признаками которого является сморщивание участков кожи и побеление их. **Боли при ожоге не чувствуются.** При ожоге 1/6 части тела наступает смерть.

При случайном приеме внутрь появляется жжение в глотке, рвота бурными массами, падение сердечной деятельности, понижение температуры тела, моча приобретает темно-зеленый цвет, судороги.

Неотложная помощь. Перенос пострадавшего на свежий воздух, немедленное отстранение от работы, даже если положение его кажется благополучным, протирание кожи растительным маслом, затем душ с мылом, ингаляция кислорода, покой.

Молоко, масло, жиры, спирт внутрь строго противопоказаны.

Л) Синтетические моющие средства. Для некоторых, особо чувствительных людей опасность представляют моющие средства и хозяйственное мыло. Стиральные порошки обезжиривают кожу, снижают ее защитные функции. При вдыхании возможны носовые кровотечения. Температура при отравлении может подняться до 39 град. С. Особо выделяются порошки «Ладога», «Дон», «Новость», «Чайка», «Айна», которые являются аллергенами.

Возможны отдаленные последствия действия стиральных порошков: усиление бронхосудистого рисунка легких на флюорограмме.

Профилактика. Защита слизистых респиратором типа «Лепесток», смазывание кожи лица и рук при работе силиконовым кремом.

3.2.4. Общие правила оказания неотложной помощи при отравлении химическими веществами /2,19/

При отравлении опасными для здоровья человека химическими веществами существуют определенные общие правила оказания неотложной помощи:

- прекращение поступления яда в организм;
- выведение яда и продуктов его превращения из организма;
- обезвреживание яда в организме;
- восстановление нарушенных функций организма;
- усиление защитных сил организма для борьбы с последствиями отравления.

А) Если яд поступил в организм через рот. Наиболее эффективный способ удаления яда – это промывание желудка. Противопоказанием для выполнения этой процедуры является только желудочное кровотечение. Промывание необходимо сделать в любое время после поступления яда, так как из крови яд вновь поступает в желудок. Перед промыванием рекомендуется ввести 1-2 ложки поваренной соли, растворив ее в небольшом количестве во-

ды, чтобы вызвать спазм, который будет препятствовать прохождению яда в кишечник.

Для промывания используют теплую воду объемом не менее 10-15 литров. Можно в нее добавить активированный уголь (1 ст. ложку на 0.5 литра); марганцовку (0.1%) жженую магнезию (5%). Промывание лучше проводить с помощью медицинского зонда. Рвотные средства применять не рекомендуется из-за возможной парализации рвотного центра.

Б) Если яд поступил через дыхательные пути. (Это 90% случаев всех отравлений).

Прежде всего, прекратить поступление яда, для этого нужно вынести пострадавшего на свежий воздух. Освободить его от стесняющей одежды, расстегнуть пояс, верхние пуговицы рубашки, снять загрязненную ядом одежду, предохранить от переохлаждения: обложить грелками, укутать одеялом.

При раздражении слизистых промыть их 2% раствором соды, при приступах кашля – дать таблетку кодеина, теплое молоко с боржоми, поставить горчичники на грудь.

Для возбуждения дыхания применить механические воздействия: для этого можно пощекотать перышком слизистую носа, поколачивать по пяткам и тыльной стороне кистей. При глубоком нарушении дыхания необходимо приступить к искусственной вентиляции легких («изо рта в рот»). Противопоказано искусственное дыхание только из-за спазма гортани. Обязателен вызов врача.

В самых крайних случаях, возможно, потребуется проведение интубации гортани, т.е. оперативное вставление в горло дыхательной трубки.

3.3. Шумовое загрязнение жилой среды

3.3.1. Шум и его характеристики

Физическое понятие об акустических колебаниях охватывает как слышимые, так и неслышимые колебания упругих сред. Одна из форм физического загрязнения среды, представляющая собой *набор беспорядочных механических колебаний в области частот от 20 до 20 000 Гц, воспринимаемых слуховым анализатором, называется шумом*. Адаптация организма к шуму практически отсутствует. В настоящее время шум рассматривается как опасность, с которой надо бороться. Но человек не может жить и в абсолютной тишине. Недаром одной из пыток в тюрьмах было заточение в камеру-одиночку. И сейчас испытание космонавта в сурдокамере – в зоне абсолютной тишины – одно из тяжелейших испытаний. Т.е. человеческим слуховым рецепторам необходимы раздражители. Но все же человеку иногда нужна тишина. Жизнь в постоянном шуме – причина многих функциональных

расстройств. Появился даже термин «звуковое опьянение» - это возбуждение в ответ на громкие ритмичные звуки. Звуковое опьянение по субъективным ощущениям аналогично наркотическому или алкогольному воздействию и также опасно.

Шум по своему происхождению бывает:

- бытовой;
- производственный;
- промышленный;
- транспортный;
- авиационный и др.

Шум (звуковая волна) характеризуется следующими параметрами:

- **интенсивностью** – I (поток звуковой энергии в единицу времени через единицу площади, перпендикулярной направлению движения звуковой волны, Вт/м²);
- **уровнем звукового давления** (воспринимается как громкость звука) – P (разность мгновенного значения полного давления воздуха в возмущенной среде и среднего значения давления воздуха в невозмущенной среде, Па);
- **частотой звуковых колебаний** (высота звука, Гц);
- **формой звуковых колебаний** (тембр звука).

Ухо человека может воспринимать и анализировать звуки в широком диапазоне частот и интенсивностей. Окружающие человека в быту шумы имеют разную интенсивность: разговорная речь – 50-60 дБ, громкая музыка – 100 дБ, шум обычной квартиры – 30-40 дБ. Область слышимых звуков ограничена двумя пороговыми кривыми: нижняя – порог слышимости и верхняя – порог болевого ощущения.

Минимальное значение звукового давления $P=2 \cdot 10^{-5}$ Па и интенсивности звука $I = 10^{-12}$ Вт/м², едва различаемые ухом человека, называют **порогом слышимости**. Порог слуха молодого человека составляет 0 дБ на частоте 1000 Гц, на частоте 100 Гц порог восприятия значительно выше. Верхним порогом принято считать звук с уровнем 140 дБ, что соответствует звуковому давлению 200 Па и интенсивности 100 Вт/м².

Значение звукового давления $P=2 \cdot 10^2$ Па и интенсивности звука $I > 10$ Вт/м², вызывающее болевые ощущения, называют **болевым порогом**.

Чем выше уровень давления звука, тем сильнее отрицательный физиологический эффект его воздействия на организм человека. Вредность шумов растет с увеличением частоты. Большинство людей с нормальным слухом различают звуки в очень широком диапазоне частот.

Звуки очень высокой частоты, выше порога слышимости, называют **ультразвуком**. Человеческими слуховыми рецепторами ультразвук не воспринимается, хотя на организм действует негативно: возникают головокружение, общее недомогание и др. В качестве нижней границы ультразвука используют частоту 20 кГц. При действии ультразвука на биологические ткани

происходит его поглощение и переход в тепловую энергию. Длительное воздействие может привести к перегреву ткани.

Ультразвук используют на практике:

- ультразвуковой массаж тканей;
- ультразвуковое исследование органов;
- разрушение клеток;
- ультразвуковая пайка алюминия;
- ультразвуковое сверление;
- измерение глубины с помощью эхолота;
- дефектоскопия материала.

Механические колебания упругой среды с частотой колебаний ниже 20 Гц (20 колебаний в сек) называют **инфразвуком** /2/. Нижняя граница инфразвука не определена. Источники инфразвука могут быть естественного происхождения, например, при обдувании ветром больших строений, водной поверхности или антропогенного (ракетные двигатели, газовые турбины и др.). В некоторых случаях уровни интенсивности инфразвука могут быть значительными – до 90 Дб. Инфразвуки воспринимают пассажиры самолетов, инфразвуками сопровождаются землетрясения, извержения вулканов. Известно, что инфразвуковые колебания вызывают беспокойство, недомогание, психологический дискомфорт. Вероятно их хорошо воспринимают животные, т.к. они, получая какую-то информацию, убегают заранее от опасности. Особенно неблагоприятные последствия могут вызвать инфразвуки с частотой колебаний 2-15 Гц (особенно 7 Гц) в связи с резонансными явлениями в органах человека.

Для сравнения интенсивности шумов или звукового давления специалисты ввели единицу измерения **бел** и более крупную – **децибел**. Так как разница между болевым порогом и порогом слышимости очень велика, поэтому для оценки звуковых параметров принято использовать логарифмические величины.

Уровнем интенсивности шума (звука) называется умноженный на **десять** десятичный логарифм отношения двух интенсивностей звука: измеряемого и порогового, а **уровнем звукового давления** – умноженный на 10 десятичный логарифм отношения измеряемого звукового давления к пороговому.

$$L_i = 10 \cdot \lg \frac{I}{I_0},$$

$$P_i = 10 \cdot \lg \frac{P}{P_0},$$

В принципе величина «уровень интенсивности», как видно из формулы, величина безразмерная, но для простоты понимания и использования ей присвоили единицу измерения **децибел (дБ)**. Для указания абсолютного уровня

интенсивности введен стандартный порог слышимости человеческого уха на частоте 1 кГц, по отношению к которому и определяется любая интенсивность. Порог равен 10^{-12} Вт/м².

3.3.2. Источники шума /2/

Существующие источники в условиях жилой городской среды можно разделить на две группы:

- находящиеся вне зданий (внешние);
- находящиеся внутри помещения (внутренние).

Источники, **находящиеся в свободном пространстве**, по своему характеру делятся на подвижные и стационарные. Основными внешними стационарными источниками шума являются промышленные предприятия, среди которых выделяются энергетические установки, компрессорные станции, металлургические заводы и др.

Таблица 3.1- Основные внешние источники шума

Вид источника	Уровень шума, дБ
Энергетическая установка	100-110
Компрессорная станция	100
Металлургический завод	90
Строительное предприятие	95
Типография	75

В последнее десятилетие резко возрос шум от транспорта, хотя он и создается движущейся техникой, но для анализа шума его принимают также за стационарный. Уровень различных транспортных шумов зависит от интенсивности и состава транспортных потоков, планировочных решений градостройки (высота и плотность застройки, профиль улиц) и наличия элементов благоустройства (тип дорожного покрытия, озеленение). Диапазон колебаний между пиковыми (максимальными) и фоновыми уровнями шума днем составляет 20 дБ. В ночное время диапазон колебаний максимального и фонового шумов увеличивается за счет снижения уровня фонового шума.

Таблица 3.2 – Уровни транспортного шума

Вид транспорта (на расстоянии 7-8 м)	Уровень шума, дБ
Грузовой транспорт	77-83
Легковые автомобили	77
Автобус	83
Ж/д	101
Воздушный	105

Источники шума, **находящиеся внутри зданий (внутренние)**, можно разделить на следующие группы:

- техническое оснащение зданий (лифты, воздухоочистители);
- технологическое оснащение зданий (морозильные камеры встроенных магазинов, оборудование мастерских и др.);
- санитарное оснащение зданий (водопроводные сети, душевые);
- бытовые приборы (холодильники, пылесосы);
- аппаратура для воспроизведения музыки (радиоприемники, телевизоры).

3.3.3. Влияние шума на организм человека и нормативы шума

В биологическом отношении шум является заметным стрессовым фактором, способным вызвать срыв приспособительных реакций. Наиболее общая реакция человека на шумовое воздействие – это чувство раздражения. Отрицательно действующий звук способен вызвать дискомфорт, который может перейти в акустический стресс, который, в свою очередь, может привести к психическим патологическим изменениям в организме. Субъективная реакция на шумовое загрязнение среды зависит от степени умственного и физического напряжения, возраста, пола, здоровья, длительности воздействия и уровня шума. Среди населения всегда найдется человек, более других чувствительный к шуму. Установлено, что чувствительность к шуму коррелирует с невротичностью человека.

Воздействия шума на организм можно условно разделить на два типа:

- **специфическое** (слуховое) – воздействие на слуховой анализатор, которое выражается в слуховом утомлении, кратковременной или постоянной потере слуха, расстройствах четкости речи и восприятия звуковых сигналов;
- **системное** (внеслуховое) – воздействие на отдельные системы организма в целом, например, на сон, психику, заболеваемость, нарушение эмоционального равновесия.

Общее действие шума на любой организм – это повышенная утомляемость, вялость, потливость, нарушение сна, головная боль, раздражительность, снижение памяти. Возможно нарушение болевой и вибрационной чувствительности. Наблюдаются нарушения на кардиограмме сердца. Жители шумных районов чаще страдают сердечно-сосудистыми заболеваниями (на 20%) и атеросклерозом (на 23%).

Уровни бытового шума, как правило, ниже предела, установленного для рабочих помещений (85-90 дБ). Шум с уровнем звукового давления до 30-40 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение уровня до 70 дБ уже создает значительную нагрузку на организм. Но имеются бытовые шумы, достигающие верхнего предела допустимых границ производственного шума: работающий телевизор, музыкальные центры и др. При длительном

воздействию на человека такой бытовой шум может снизить даже остроту зрения, особенно в тех случаях, когда шумовому влиянию человек подвергается и дома и на работе. При действии шума высоких уровней (около 140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонки, а при 160 дБ может наступить контузия и смерть.

Одной из специфических особенностей шума является его **маскировочный эффект** - воздействие на восприятие звуковой и особенно речевой информации. Под влиянием шума у человека изменяются показатели переработки информации, снижается темп и ухудшается качество работы.

Одним из **основных критериев отрицательного влияния шума** на организм является **сон и его нарушения**. Особенно чувствительны *к ночному* шуму лица обоего пола после 40 лет, работники умственного труда и больные люди. Детей грудного возраста пробуждает шум только очень высокого уровня. Исследования показали, что при увеличении уровня шума с 30 до 50 дБ значительно увеличивается период засыпания. На шум в 40 дБ реагируют 13% спящих, на 45 дБ – 35%. Пробуждение наступает при уровне 50.3 дБ, а при 48,5 дБ наступает изменение стадий сна.

Наиболее чувствительны *к дневному шуму* дети, женщины и лица старших возрастных групп. Они чаще жалуются на головные боли, боли в области сердца. Медицинское обследование обнаруживает у них повышенное артериальное давление, нарушения в кардиограмме, снижение слуховой чувствительности. Перенапряжение работы слухового анализатора ведет к повышению процессов торможения в коре головного мозга, а это изменяет рефлекторную деятельность человека, человек становится более уязвим к опасностям. Происходит снижение работоспособности, особенно при умственной работе, в ряде случаев нарушается деятельность даже желудочно-кишечного тракта.

Реакция на резкие неожиданные звуки – это сужение кровеносных сосудов, в крови увеличивается количество адреналина.

Можно ли привыкнуть к постоянному шуму? Можно. Но *слуховой анализатор не способен оградить себя от раздражения* и привычка к шуму не снижает его вредного воздействия на организм. **Потеря слуха от звуковых перегрузок наступает позже, чем возникают функциональные расстройства организма.**

Параметры бытового шума нормируются в СН 2.2.4/2.1.8.562-96. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Для нормирования постоянного шума применяют допустимые уровни звукового давления в девяти октавных полосах частот: от 31.5 до 8000 Гц.

Требования гигиенистов /2/:

- уровень дневного бытового шума у стен домов не должен превышать 50 дБ,
- ночного – 40 дБ;
- уровень ночного шума в помещении должен быть выше 30 дБ, а днем – 40 дБ;
- уровень производственного шума – не более 90 дБ.

В Российской Федерации в настоящее время имеет место превышение допустимых уровней внешнего шума на территории жилых застроек на 15-20 дБ, а в жилых помещениях – на 20 дБ и более /2/.

Ультразвук как физическое явление не отличается от слышимого звука, но высокая частота колебаний способствует большему затуханию колебательного процесса вследствие трансформации энергии в теплоту. Низкочастотные ультразвуковые колебания хорошо распространяются в воздухе. Биологический эффект воздействия их на организм зависит от интенсивности, длительности действия и размеров поверхности тела, подвергнутого воздействию. При воздействии ультразвука на организм наиболее характерны утомление, головная боль, затруднение концентрации внимания, торможение мыслительного процесса, бессонница. Контактное воздействие ультразвука на руки может вызвать капиллярное кровотечение и изменения в костной ткани.

Гигиенические нормативы ультразвука определены ГОСТ 12.1.001.3.12.

Воздействие **инфразвука** на организм с уровнем 110-150 дБ вызывает нарушения в ЦНС и в вестибулярном аппарате. Появляется головная боль, звон в ушах и в голове, снижение внимания, специфическая реакция на инфразвук – нарушение равновесия. Гигиенические регламентации инфразвука производятся по нормам СН 2.2.4/2.1.8.583-96.

3.3.4. Способы снижения уровня шума

Оздоровление бытовой среды невозможно без **снижения уровня шума** от внешних источников, особенно от автотранспорта. Наиболее эффективные способы снижения уровня шума – это уменьшение его в самом источнике шума. Поэтому мероприятия по снижению отрицательного воздействия шума должны начинаться уже на стадии конструирования автотранспорта.

Существенное влияние на шумовой режим в жилых помещениях оказывают **ширина защитной полосы** от источника транспортного шума и степень ее озеленения. На каждое удвоенное расстояние от источника шума понижение шума составляет около 3 дБ.

Для снижения влияния внешнего шума рекомендуется соблюдать следующие правила:

- вблизи источника, если это необходимо, размещать нежилые или малоэтажные жилые здания;
- шумозащитные объекты располагать параллельно транспортным магистралям, в качестве объектов использовать древесные или кустарниковые насаждения, особенно состоящие из клена, тополя, липы, ели;
- группировать жилые объекты в закрытые или полузакрытые «тихие» кварталы;
- здания, не требующие защиты от шума, использовать в качестве барьеров;
- экранирующие объекты располагать как можно ближе к источнику шума;
- желателен шумовые барьеры делать непрерывными, с достаточной их высотой и шириной;
- в условиях городской застройки целесообразно строить специальные шумозащитные здания-барьеры, желателен нежилого назначения, располагая их фронтально вдоль магистралей и дающих акустическую тень для жилых зданий;
- использовать на автомагистралях шумопоглощающий асфальт, эффект у которого достигается за счет большой пористости (до 25% пустот, в обычном асфальте – 6%). На дорогах Германии это снизило шум от автотранспорта на 6 дБ;
- в качестве экранов использовать специальные и естественные сооружения: выемки, эстакады, насыпи и др.;
- большое значение имеет правильно спроектированное расположение лоджий и балконов: проводить их облицовку рекомендуют звукопоглощающим материалом;
- уменьшению транспортного шума служит применение типовых конструкций окон с повышенной звукоизоляцией за счет увеличения толщины стекол и воздушного пространства между ними, а также тройного остекления, уплотнения створов;
- использование новых конструкций окон («шумозащитных окон»);
- использование шумозащитных кожухов на шумящих агрегатах.

Звуковой комфорт в домах зависит и от самих жильцов: с 11 вечера до 7 утра запрещено громкое пение, игра на музыкальных инструментах, включение на полную мощность магнитофонов.

Гигиенисты исследовали влияние музыкального сопровождения при выполнении разного вида работ людьми различного возраста. Физиологи могут подобрать функциональную музыку, которая может помогать в течение дня сохранять работоспособность, предупреждает утомляемость, формирует хорошее самочувствие для многих видов деятельности.

Тихая музыка во время приготовления домашних заданий не мешает старшеклассникам. Негромкая музыка помогает студентам. Но дети младшего

возраста не в состоянии одновременно делать уроки и слушать музыку – у них формируется ориентировочный рефлекс на внешний раздражитель. Отвлекаясь, дети плохо усваивают материал, быстро устают. Им лучше работать в тишине.

3.4. Вибрация в условиях жилищ

3.4.1. Понятие вибрации

Вибрация – это механические колебания упругих тел. По характеру контакта с телом различают локальную и общую вибрации. Вибрация, как правило, имеет сложный спектр колебаний с широким диапазоном частот. Характер ее воздействия определяется расположением максимума колебательной энергии в различных областях частот. Выделяют низкочастотную (8-16 Гц); среднечастотную (16-64 Гц) и высокочастотную (64-1000 Гц) области.

Вибрация относится к одному из видов физического загрязнения среды обитания человека. Воздействуя на живой организм человека, механические колебания трансформируются в энергию биохимических и биофизических процессов, формируя ответную реакцию организма.

Колебания в жилище могут генерировать внешние источники, например, подземный и наземный транспорт, промышленные предприятия. Нередко источником могут стать строительные организации: при забивке свай, при демонтаже и ломке зданий, при выполнении дорожных работ. Протяженность зоны воздействия вибрации определяется величиной ее затухания. В сухом грунте, например, она составляет примерно 1 дБ/м, а в водонасыщенных грунтах – выше. Проблема борьбы с вибрацией приобрела особую актуальность при строительстве и эксплуатации в крупных городах метрополитенов, которые нередко строятся способом мелкого заложения. Линии прокладывают непосредственно под жилыми кварталами, интенсивные вибрации наблюдаются на расстоянии 50-70 м в обе стороны от линии. Вибрация, возникающая в тоннеле, через грунт передается фундаменту зданий, возбуждая в них колебания различных конструктивных элементов.

Исследования распространения колебаний по этажам здания, показали, что в пятиэтажках уровни вибрации **снижаются** от первого к пятому этажу. В многоэтажных зданиях может наряду с уменьшением вибрации на высоких этажах наблюдаться и увеличение ее за счет резонансных явлений.

3.4.2. Влияние вибрации на организм человека

Вибрация в условиях бытовой среды, может действовать на человека круглосуточно, вызывая раздражение, потерю сна, нарушая отдых. В отличие от шума, вибрация воспринимается всеми органами и частями тела. Низко-

частотные колебания воспринимаются отолитовым аппаратом внутреннего уха. Иногда реакция людей на вибрацию определяется не столько рецепторами вибрации, сколько вторичными (зрительными, слуховыми) рецепторами (дребезжание посуды, раскачивание люстры).

Субъективное восприятие вибрации зависит от ее параметров и от состояния здоровья человека, тренированности, индивидуальной переносимости. На восприятие вибрации может влиять деятельность человека. При этом вибрация, мешающая человеку, занимающемуся сидячей работой, не будет совсем восприниматься человеком, переходящим с места на место, т. е. чем спокойнее работа, тем чувствительнее к вибрации человек.

Мерой оценки влияния вибрации служит понятие «**сила восприятия**» вибрации человеком, которая связывает величину колебаний, их частоту и направление. Американские исследователи различают три степени реакции человека на вибрацию:

- ◆ 1-й: порог восприятия сидящим человеком синусоидальных колебаний,
- ◆ 2-й: возникновение неприятных ощущений
- ◆ 3-й: предел добровольно переносимой вибрации в течение 20 минут.

Особое внимание нужно уделять изучению явления резонанса как всего тела, так и отдельных частей и органов в условиях вибрации. Установлено, что на частоте свыше 2 Гц человек ведет себя как целостная система. Для сидящего человека резонанс находится в диапазоне 4-6 Гц. Другая полоса частот резонанса лежит в области 17-30 Гц и вызывается в системе «голова-шея-плечо». В этом диапазоне амплитуда колебаний головы может в три раза превзойти амплитуду колебания плеч.

Клинико-физиологические опросы населения, подвергающегося воздействию вибрации, выявляют разный характер воздействия. Могут быть следующие жалобы: «состояние, как при землетрясении», «дом трясется». Регулярно повторяющиеся колебания-толчки (через 1-1.5 мин) мешают сосредоточиться и нормально выполнять домашние дела. В новых микрорайонах уже через год после переезда жители, подвергающиеся вибрации, начинают страдать нарушением сна, принимают больше седативных препаратов, становятся более раздражительными. Из них около 47% предпринимают попытки к перемене местожительства.

Наибольшее число жалоб предъявляют люди в возрасте 31-40 лет. Нетерпимы к вибрации люди, страдающие сердечно-сосудистыми и нервными заболеваниями.

3.4.3. Нормирование вибрации в условиях жилища

Для нормирования воздействия вибрации на живые организмы в качестве основной величины принят **порог ощущения вибрации**. Предельные

значения даются как кратные величины этому порогу. Ночью допускается однократный порог ощущения вибрации, днем – двукратный. Нормативы вибрации даны в «Санитарных нормах и правилах № 1304 –75. Нормы вибрации в жилых домах».

3.5. Электромагнитные поля - неблагоприятный фактор среды обитания

3.5.1. Источники электромагнитных полей (ЭМП)

Распространенным и постоянно возрастающим негативным фактором жилой среды являются **электромагнитные поля (ЭМП)**, которые создают различные устройства, производящие, передающие или использующие электрическую энергию. Масштабы этого вида загрязнения среды стали настолько значительными, что ВОЗ включила эту проблему в число наиболее актуальных для человечества. Некоторые специалисты считают, что ЭМП повлекут катастрофические последствия для всего живого.

Спектр ЭМП по частоте достигает 10^{21} Гц. В зависимости от энергии фотонов его подразделяют на неионизирующего и ионизирующего излучения.

Можно назвать огромное количество источников ЭМП. К внешним источникам относятся: высоковольтные линии электропередач, станции спутниковой связи, телепередающие центры, электротранспорт и др. Внутри зданий источниками могут быть компьютеры, телевизоры, сотовые телефоны, пейджеры, микроволновки и другая бытовая техника. Электростатические поля создают паласы, занавески и др.

Мощным источником высокочастотных ЭМП являются телерадиопередающие ретрансляторы, которые обычно строят в центрах крупных городов. Нередко рядом с ретрансляторами строят жилые дома, даже многоэтажные. Спектр ЭМ-колебаний достаточно широк:

Таблица 3.3 – Характеристики ЭМП

Диапазон частот	Частота колебаний	Длина волны
Низкие частоты НЧ	0.003 Гц – 30 кГц	100 – 10 км
Высокие частоты ВЧ	30 кГц – 30 мГц	10 км – 10 м
Ультравысокие частоты УВЧ	30 мГц – 300 мГц	10 - 1 м
Сверхвысокие частоты СВЧ	300 мГц - 300 гГц	1 м – 1 мм

При распространении ЭМП в пространстве выделяют три зоны /1/: **зону индукции** (вблизи антенных устройств), **волновую зону** (дальнюю) и **промежуточную** (между ними). В ближней зоне (зоне индукции) размеры которой определяются как $R \leq \lambda/2\pi$ ($kR \gg 1$), где λ – длина волны, ЭМП еще не сформировано. Энергию поля рассматривают из двух составляющих: электрической и магнитной. В дальней зоне, начиная с расстояния от источника, равного $R > 3\lambda$, ЭМП уже сформировалось и распространяется в виде бегущих волн. Население чаще оказывается в волновой зоне.

3.5.2. Влияние ЭМП на организм человека

Организм человека, попавшего в зону ЭМП, поглощает его энергию, в тканях возникают высокочастотные токи с образованием теплового эффекта. Биологическое действие ЭМП зависит от длины волны, напряженности поля, времени облучения и режима воздействия (постоянное, импульсное). Чем выше мощность, короче длина волны, продолжительнее время облучения, тем сильнее негативное влияние ЭМП. При облучении возникают нарушения электрофизических процессов в нервной ткани, изменения в щитовидной железе, в системе «кора надпочечников - гипофиз». Результатом продолжительного воздействия (даже очень слабых полей) могут стать раковые заболевания, изменение поведения людей, потеря памяти, болезнь Паркинсона, синдром внезапной смерти младенцев, повышение уровня самоубийств.

Биологическая активность присуща ЭМП любого диапазона. Но наибольшей активностью обладают СВЧ-микроволны дециметрового диапазона. Если миллиметровые поглощаются в основном кожей и действуют на организм через рецепторы, то дециметровые проникают на 10-15 см и действуют непосредственно на органы.

Повторные действия ЭМП дают **кумулятивный эффект**. Микроволны, кроме того, проявляют дезадаптирующее действие, т.е. у человека снижаются приспособительные реакции на другие неблагоприятные факторы.

При острых поражениях организма отмечаются адинамия, состояние тревоги, тахикардия, носовые кровотечения.

При хронических поражениях выявляется быстрая утомляемость при работе, боли в области сердца, снижение аппетита, гипотония, кошмарные сновидения, навязчивые мысли, похудение. Под воздействием СВЧ-полей может развиваться катаракта – помутнение хрусталика глаза. В 1966 году вышла монография профессора Холодова «Влияние ЭМП и магнитных полей на мозг», в которой отмечено, что при нахождении людей в полях ЭМ-источников, у них обнаруживается снижение памяти, синдром хронической депрессии, бессонница, аритмия сердца.

Контроль уровней электрической составляющей ЭМП осуществляется по значению **напряженности**, выраженной в В/м, контроль уровня магнитного поля – по **напряженности магнитного поля**, в А/м. В волновой зоне характеристикой ЭМП является **плотность потока энергии (ППЭ)**. Это энергия, проходящая через единицу поверхности, расположенной перпендикулярно потоку в единицу времени. Единицы измерения: Вт/м²; мВт/м²; мкВт/м².

Неблагоприятное действие токов промышленной частоты (НЧ) проявляется при очень высокой напряженности магнитного поля (около 200 А/м), что в бытовых условиях возникает крайне редко. Поэтому нормы рассчитывают с учетом только электрической составляющей. Влияние электрических полей переменной промышленной частоты в условиях населенных мест ограничивается «СНиП защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи, переменного тока промышленной частоты» № 2971-84. Для предотвращения вредного влияния ЭМП на человека введены предельно допустимые уровни (ПДУ):

- внутри жилых зданий – 0.5 кВ/м;
- на территории жилой застройки – 1 кВ/м;
- в населенной местности, но вне жилой застройки (пригородные зоны, курорты, земли поселков, садов, огородов) – 5 кВ/м;
- на участках пересечения воздушных линий с автомобильными дорогами – 10 кВ/м;
- в ненаселенной местности, но посещаемой людьми, сельскохозяйственные угодья – 15 кВ/м;
- в труднодоступной местности – 20 кВ/м.

Для ЭМП радиочастот (ВЧ,УВЧ и СВЧ) в диапазоне частот 60кГц-300 мГц нормируют как электрическую, так и магнитную напряженность (ГОСТ 12.1.006-84 и СНиП 2.2.4/2.1.8.055-96.).

Таблица 3.4 – Нормы ЭМП для человека

<i>f</i> , мГц	0.03-3.0	3.0-30.0	50.0-300.0
E, В/м	500	300	80
H, А/м	50	-	-

В диапазоне ВЧ нормируется по электрической составляющей – 20 В/м;

В диапазоне УВЧ – 5 В/м;

В диапазоне СВЧ – 10 мкВт/см².

В городах основным способом защиты населения от ЭМП является создание СЗЗ вокруг источников ЭМП, облицовка зданий изолирующим материалом и озеленение территории. Наиболее приемлемым материалом для зданий является железобетон. В зданиях, расположенных в первых рядах за-

стройки, рекомендуется заделка в стены мелкоячеистой сетки, стыки сетки необходимо сварить, а сетку нужно заземлить. Наилучшая защита сверху – крыша из оцинкованного железа. В сторону антенн необходимо ориентировать минимальные площади остекления. Если есть необходимость делать окна на стороне источника, то необходимо использовать стекла с металлизированным слоем.

Для изучения вопросов, связанных с влиянием ЭМП на организм человека, были сделаны попытки создания специальных карт опасных районов для Москвы, Санкт-Петербурга и Саратова. Результаты показали, что ЭМ-фон в этих городах за последнее десятилетие вырос на 2-3 порядка и его распределение по территории городов неоднородно. Особо высокие показатели в Москве в районе Останкинской башни, в районе Октябрьского радиопередающего центра. Даже очень слабые поля могут повредить людям, использующим кардиостимулятор: он сбивается с ритма и даже может выйти из строя вблизи станций сотовой связи.

Существенным внутренним источником ЭМП являются видеодисплейные терминалы и ПЭВМ. Особую опасность для здоровья пользователей (а также и для находящихся внутри помещений) создает ЭМП в диапазоне 20 Гц – 400 кГц, которое формируется отклоняющей системой кинескопа. Исследования говорят о влиянии такого излучения на иммунную, эндокринную, кроветворную и нервную системы человека. Самой опасной в этих случаях является низкочастотная составляющая ЭМП: до 100 Гц. У оператора ПЭВМ появляется нервное напряжение, стресс, могут быть осложнения в течении беременности, увеличение вероятности выкидыша, нарушение репродуктивной функции. Есть предположения, что может возникнуть рак.

Кроме электромагнитного поля, вокруг видеомонитора (телевизора) создается электростатическое поле и происходит деионизация воздуха, что, в свою очередь, влияет на развитие клеток тканей организма и может привести к катаракте.

Для обеспечения безопасности работы с ПЭВМ приняты Санитарные нормы и правила № 2.2.2. 542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, ПЭВМ и организация работы», в которых приведены рекомендации по производству, продаже и эксплуатации ПЭВМ.

Согласно этого документа все видеотерминалы и ПЭВМ должны иметь техническую документацию и гигиенический сертификат. В нем определены допустимые нормы неионизирующих и ионизирующих излучений. С 1.01. 1997 г. в России введен новый норматив безопасности видеомониторов, соответствующий мировым нормам и самому жесткому шведскому стандарту MPR II.

Однако исследования использующихся компьютеров показывают, что они не соответствуют стандартам по энергетическим характеристикам ЭМП и требуют дополнительной защиты от ЭМП, т.к. излучение распространяется во всех направлениях в радиусе около 2.5 метров. Большую роль в снижении

низкочастотной электрической составляющей играет заземление или зануление компьютера и периферии, включая и локальную сеть.

Нередко используемые в компьютерах защитные средства практически неэффективны, так по исследованиям гигиениста Лещевой Г.А. более половины использующихся экранов либо совсем не ослабляют напряженность поля, либо в 1.5 раза увеличивают ее. Рекомендуют использовать защитный фильтр ФЗ 14-15 «Русский щит», который снижает вредные воздействия до безопасных для человека уровней.

Таблица 3.5 – Характеристики фильтра «Русский щит»

Технико-эксплуатационные параметры	
Пропускание в видимом диапазоне спектра, %	30-45
Пропускание ЭМП в диапазоне 20Гц-2кГц, %	0.5
-«- в диапазоне 2 кГц-400 кГц, %	0.8
Пропускание электростатического поля, %	1.0
Коэффициент отражения, %	0.5
Масса, кг	0.76
Габариты, мм	285x340x22

3.6. Ионизирующее излучение

3.6.1. Природа радиации

Еще 90 лет тому назад человечество не знало о существовании **естественной радиоактивности** окружающей среды, пока Беккерель не обнаружил радиационное излучение минералов, содержащих уран. Лишь после открытия процесса деления атомного ядра в результате цепной реакции была открыта **искусственная радиоактивность**.

Сразу же после открытия явления распада было признано, что оно оказывает опасное воздействие на живой организм, но до недавнего времени было распространено мнение, что существует безопасный уровень, ниже которого радиация не влияет на здоровье человека. К такому безопасному уровню относились очень малые дозы естественной радиоактивности и еще меньшие добавки к уровню фоновой радиации от искусственных источников.

Самым убедительным доводом было успешное развитие жизни, несмотря на постоянное воздействие радиации окружающей среды, и то, что уже продолжительное время практикуется применение диагностических рентгеновских лучей без какого-либо заметного влияния их на здоровье пациентов.

Данные, собранные исследователями в течение последних лет, показывают, что риск воздействия на здоровье следовых количеств радиоактивных веществ, содержащихся в воздухе и воде, недооценивается примерно в

100-1000 раз. Причем это открытие произошло в тот момент, когда человечество рассчитывало удовлетворить свои громадные потребности в энергии путем использования деления урана взамен истощающихся запасов ископаемых видов топлива.

Радиация – поток корпускулярной (альфа-, гамма-, бета-лучей и потока нейтронов).

Еще в начале века первые исследователи установили, что встречаются два основных типа излучения: в виде волн и частиц. **Волновое излучение** подобно свету, но с более короткой длинной волны, а потому с большей энергией, приходящейся на фотон, или "пакет" энергии.

Кроме волновой была известна также корпускулярная радиация, обладающая высокой проникающей способностью, так называемые гамма-лучи. Этот тип радиации характерен, в частности, для радиоактивных веществ, например радия. Другими корпускулярными носителями энергии радиоактивного излучения являются частицы: бета - лучи, которые представляют собой обычные электроны, и альфа - лучи, состоящие из ядер гелия. Эти частицы были открыты на рубеже двух столетий.

Из всех воздействий радиации наиболее важно действие нейтронов, образующихся при спонтанном распаде тяжелых элементов, например урана (как известно, атом состоит из **положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов**, причем ядро включает в себя положительно заряженные **протоны** и электрически нейтральные **нейтроны**). Осколки деления быстро движущихся ядер урана или плутония оказывают большое биологическое действие. В действительности они являются изотопами обычных химических элементов (бария, стронция и йода), отличающихся лишь по массе от стабильных химических форм. Так как такие изотопы обычно нестабильны, они в свою очередь являются источником бета- и гамма-лучей, многократно переходя в процессе излучения в различные химические элементы с образованием ряда так называемых "дочерних продуктов". Данный вид излучения называется **нейтронным** и различается по энергии нейтронов на **тепловое, промежуточное, быстрое и сверхбыстрое**.

Излучение под воздействием альфа- и бета-лучей, гамма- и рентгеновских лучей называется **альфа-, бета-, гамма-излучением и рентгеновским излучением**, соответственно. Все эти типы относятся к **ионизирующему излучению** - излучению, взаимодействие которого со средой приводит к образованию ионов разного знака, и представляющему собой **поток заряженных и/или незаряженных частиц**.

Рассмотрим типы излучения подробнее:

Гамма-излучение - электромагнитное косвенно- ионизирующее излучение, испускаемое при ядерных превращениях или аннигиляции частиц. Гамма -лучи в зависимости от энергии делятся на мягкие (0.1-0.2 мэВ), средней жесткости (0.2-1 мэВ) и жесткие (1-10 мэВ). Жесткие лучи наиболее про-

никающие и опасные. Они обладают высокой проникающей способностью (пробег частиц в воздухе может достигать сотен метров, в биологической ткани до 10-15 см.) и поэтому представляет большую опасность как источник внешнего облучения.

Нейтронное излучение – нейтроны это частицы, не имеющие заряда. Обладают большой проникающей способностью. Под влиянием нейтронного облучения элементы, входящие в ткани, могут сами стать радиоактивными (например, фосфор).

Бета-излучение – поток частиц с отрицательным зарядом (электронов), состоящее из электронов, испускаемых при ядерных превращениях. β - частицы обладают небольшим пробегом (до 20 метров в воздухе и несколько см в биологической ткани), тем не менее, они опасны при воздействии на кожу, слизистую оболочку и хрусталик глаза, при попадании в легкие и желудочно-кишечный тракт.

Альфа-излучение - непосредственно ионизирующее излучение, состоящее из α - частиц, испускаемых при ядерных превращениях –поток положительно заряженных частиц с большой массой (ядра атома гелия). Альфа-частицы имеют малый пробег (до 10 см в воздухе и не более 0,1 мм в биоткани), однако они весьма опасны при загрязнении кожи и слизистой оболочки глаз, при попадании в легкие и желудочно-кишечный тракт, так как на своем пути эти частицы создают высокую плотность ионизации.

Таблица 3.6 – Характеристики радионуклидов

Элемент	Период полураспада	Характер излучения
Калий-42	12.5 (часов)	β, γ
Иод-131	8 (суток)	β, γ
Цинк-65	245 (суток)	β, γ
Кобальт-60	5.3 (лет)	β, γ
Цезий-137	27 (лет)	β, γ
Стронций-90	28 (лет)	β
Углерод-14	5568 (лет)	β
Плутоний-239	240000 (лет)	β, γ, α

Одной из важнейших характеристик радионуклидов является **период полураспада** – время, необходимое для распада 50% присутствующих радиоактивных атомов. Так называемые короткоживущие изотопы, имеющие очень

короткий период полураспада, в биологическом смысле не очень опасны, так как не способны аккумулироваться в биосфере. Радионуклиды, имеющие большой период полураспада, могут накапливаться в живых тканях или выпадать в виде радиоактивных осадков.

3.6.2. Биологическое действие ионизирующего излучения

Вредное действие ионизирующего излучения на организм заключается в том, что молекулы воды и биологической жидкости, входящие в состав тканей, распадаются на атомы и радикалы. В результате нарушается деятельность ферментных систем, возникают ожоги и лучевая болезнь.

Вредное действие ядерных излучений на живые организмы зависит от характера излучения и уровня радиоактивности. Воздействуя на организм человека, радиация может вызвать два вида эффекта:

Детерминированные пороговые эффекты (лучевая болезнь, лучевая катаракта, лучевое бесплодие) и стохастические эффекты (лейкозы, онкологические заболевания, наследственные болезни).

Характеристики ионизирующего излучения:

1. Радиоактивность веществ в системе СИ выражают в беккерелях (Бк):

1 беккерель соответствует одному акту распада радиоактивного элемента в 1 сек.

Раньше использовалась внесистемная единица – кюри (Ки):

1 кюри – это активность препарата, в котором происходит $3.7 \cdot 10^{10}$ актов распада в 1 сек.

2. Но не все вещества одинаково поглощают энергию излучения. Для характеристики поглощающей способности веществ введена величина «Поглощенная доза»: энергия любого вида излучения, поглощенная в 1 кг вещества. Для ее измерения используется несколько единиц.

1 грей (Гр) – соответствует такой дозе излучения, при которой в 1 кг массы любого вещества выделяется энергия, равная 1 Дж, независимо от вида и энергии ионизирующего излучения.

1 рад (внесистемная единица) – $1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}$, $1 \text{ рад} = 10^{-2} \text{ Дж/кг}$

Радиочувствительность живых организмов весьма различна. Смертельная доза бактерий – 10^4 Гр, для насекомых – 10^3 Гр, для млекопитающих – 10 Гр. Максимальная доза излучения, не приносящая вреда человеку, 0.003 Гр в неделю, а при одновременном воздействии – 0.025 Гр.

3. Предельно допустимая доза облучения приводится в бэрах: 1 бэр = 0.01 Дж/кг.

ПДД для мужчины = 5 бэр в год или 3 бэра в квартал при сохранении общей дозы облучения в год, для женщин = 3 бэра, для женщин моложе 30 лет – 1.3 бэра.

Иногда доза облучения приводится в зивертах (Зв). Например, безопасно в течение года получить 0.07 Зв, в течение жизни = 0.35 Зв. На ЧАЭС в загрязненных местах ликвидаторы получили до 0.01 Зв/час. Часовая смертельная доза для человека = 4 Зв, для птиц = 20 Зв, для растений = 10-1500 Зв и для насекомых = 100 Зв.

Острые поражения развиваются при однократном гамма-облучении тела и поглощенной дозе выше 0.25 Гр. При дозе 0.25-0.5 Гр уже наблюдаются изменения в крови.

Уже сейчас ясно, что длительное воздействие радиации оказывает более разрушительное действие, чем считалось раньше, и поэтому следует полностью пересмотреть укоренившееся мнение относительно типа и величины воздействия радиации на здоровье человека, который подвергался облучению малым количеством радиации в течении продолжительного периода времени.

В процессе облучения живой ткани, в ней возникают функциональные изменения, подчиняющиеся биологическим законам жизни и гибели клеток.

Наиболее важные изменения в клетках:

- повреждение механизма деления созревающих половых клеток (гамет), в результате которого происходит уменьшение числа хромосом – что ведет к уродствам и мутациям потомства;
- повреждение механизма непрямого деления ядра клетки и ее тела, обеспечивающего равномерное распределение генетического материала между двумя дочерними клетками и хромосомного аппарата облученной клетки;
- блокирование процессов обновления и дифференцирования клеток;
- блокирование процессов разрастания тканей организма, включение механизма новообразования клеток, нарушение физиологической регенерации тканей.

Наиболее «радиочувствительными» являются клетки постоянно обновляющихся тканей некоторых органов (костный мозг, селезенка и др.). В биологических системах наблюдается множество разнообразных радиационных эффектов. **Выход эффектов определяется суммарной накопленной дозой независимо от того, получена она за сутки или за 50 лет.**

Основные источники ионизирующего облучения человека в быту и средние эквивалентные дозы облучения для населения России приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7.- Основные источники ионизирующего излучения в быту

Источник	Средняя эквивалентная доза облучения, мкЗв/год
Естественный фон	320
Медицинское обслуживание	700-1500
ТЭС в радиусе 20 км	3-5
АЭС в радиусе 10 км	1.35
Радиоактивные осадки	75-200
Телевизоры, дисплеи	4-5
Керамика, стекло	10
Авиатранспорт	5 мкЗв в час

Средняя доза облучения на Земле составляет 2400 мкЗв/год. Уровень радиоактивности в жилище зависит от строительных материалов: в кирпичном или панельном доме уровень всегда выше, чем в деревянном. Газовая плита приносит в быт радиоактивные газы, поэтому уровень радиоактивности на кухне, как правило, выше, чем в других жилых комнатах. Поступая через фундамент и пол, радон-222 накапливается на первых этажах многоэтажек. Избавиться от него можно, регулярно проветривая помещение.

3.6.3. Накопление радиоактивных веществ в организме

Важнейшими оценочными критериями опасности радиоактивных веществ являются величина всасывания их в кишечнике и в легких, скорость выведения из организма и кратность накопления в том или ином органе или ткани при поступлении с водой, воздухом или пищей. Параметры этих критериев можно было бы получить на основе широко известных данных о «минеральном» обмене человеку. Однако поведение радиоактивных веществ, подчиняющееся общим законам обмена в природе стабильных элементов, имеет особенность: они распадаются с течением времени, и это обстоятельство следует учитывать, исследуя закономерности поступления, накопления выведения радиоактивных веществ из организма.

Поступление в желудочный тракт. По полученным данным было установлено, что всасываемость радиоактивных элементов в организм при поступлении их через желудочно-кишечный тракт, зависит от положения их в таблице Менделеева

Радиоактивные вещества, которые в желудочно-кишечном тракте всасываются в количестве менее 1% (т.е. $k < 0,01$), очень быстро перерабатываются и покидают организм в течении 1-4 суток. Поскольку длительность контакта таких веществ с организмом невелика и осуществляется только в пери-

од транзита радионуклида через желудок и кишечник, не успевают создаться сколько-нибудь значительные дозы облучения.

Таблица 3.8 – Зависимость всасывания химических элементов от их расположения в таблице Менделеева

Группа элементов	Характер всасывания	Коэффициент всасывания, K
1	Почти полностью	1.0
2	хорошо	0.1-0.5
3	плохо	0.001-0.002
3 (побочная)	Очень плохо	0.001-0.0005
4	хорошо	0.01-0.33
5	Очень хорошо	0.5-1.0
6	Очень хорошо	0.9-1.0
7	Почти полностью	1.0

Кроме того, пробег α - и β - частиц, испускаемых при радиоактивном распаде, в биологической ткани составляет десятки микрометров и несколько миллиметров соответственно. Поэтому поглощение энергии излучения происходит в основном в содержимом желудочно-кишечного тракта и значительно меньше в слизистой оболочке толстой кишки. Важно также отметить способность этих элементов образовывать коллоиды и трудно растворимые гидроксиды, которые и препятствуют дальнейшему всасыванию элементов в желудочно-кишечном тракте. Зато часть этих элементов, поступивших из желудочно-кишечного тракта в организм (менее 0,01 введенного количества) образует нерастворимые коллоиды, гидроксиды в жидких средах организма, связывается с внутренними органами и очень прочно удерживается в тканях. Для радиоизотопов этих элементов скорость выведения их из внутренних органов в основном обусловлена радиоактивным распадом, а биологический период полувыведения в большинстве случаев составляет не менее 7000 суток, т.е. около 25 лет.

Поступление в легкие. Обмен радиоактивных элементов при поступлении их в легкие с вдыхаемым воздухом определяют три параметра:

- размер или дисперсность, вдыхаемых частиц (аэрозолей), с которыми связаны радиоактивные вещества (выражается в виде аэродинамического диаметра);
- склонность радионуклидов к гидролизу и комплексообразованию, от которых зависят путь и скорость их выведения из легких;
- период полураспада радионуклида.

При вдыхании воздуха, радиоактивные вещества, содержащиеся в нем, задерживаются на всем протяжении дыхательного тракта от преддверия носа

до глубоких, альвеолярных отделов легких. Радионуклиды, которые хорошо всасываются в желудочно-кишечном тракте, хорошо всасываются и в легких. Однако в процессе дыхания, часть радионуклидов удаляется с выдыхаемым воздухом, а другая всасывается и поступает в кровеносные сосуды. Поэтому, если сравнить величину всасывания в легких и в кишечнике даже хорошо растворимых радиоактивных веществ, окажется, что всасывание в легких составляет для таких элементов только 75% количества, всасывающегося в кишечнике. Однако всасывание растворимых веществ происходит очень быстро, еще в процессе дыхания, чему способствует широко развитая сеть капилляров, через которые осуществляется и обмен газов.

Совершенно по-другому ведут себя в легких радионуклиды, которые образуют радиоколлоиды или даже труднорастворимые гидроксиды. После отложения в верхних дыхательных путях, на слизистой трахеи, бронхов и бронхиол, такие радионуклиды в течении нескольких минут или часов с помощью мерцательного эпителия переводятся в глотку и ротовую полость, откуда опять же поступают в желудок. Если частицы поступают в альвеолярный отдел легких, где мерцательный эпителий отсутствует, транспорт радионуклидов в организме приобретает другие формы. Однако общая величина всасывания в легких в десятки и в сотни раз выше, чем в кишечнике. Это объясняется тем, что время контакта радионуклида, поступившего в легкие, в сотни раз больше, чем время его нахождения в кишечнике.

При хроническом поступлении в легкие радиоактивных веществ происходит накопление радионуклидов в органах дыхания. Естественно, что при этом лучевая нагрузка на легочную ткань возрастает. Поэтому в некоторых случаях критическим органом по облучаемости становятся легкие.

Всасывание через неповрежденную кожу и раневую поверхность. Путь проникновения радиоактивных веществ через кожу изучен меньше, чем через легкие и желудок. Это обусловлено убеждением, что проникновение радионуклидов через кожу незначительно и не заслуживает серьезного внимания. Однако это не так. Существует целый класс радионуклидов, которые проникают и через неповрежденную кожу, через всевозможные ссадины, порезы, наколы.

Проницаемость кожи для радиоактивных веществ зависит от агрегатного состояния радионуклидов, склонности их к гидролизу и комплексообразованию, кислотности раствора, в котором находятся радиоактивные вещества, и состояния кожного барьера. Как видно, и в процессах проникновения радиоактивных веществ через кожу существенны те же механизмы, которые обуславливают проницаемость кишечной стенки и легочной ткани. Принципиальная разница состоит в величине поверхности кожи, ее значительной толщине и наличии на коже специального защитного слоя в виде эпидермиса, а точнее его блестящего и рогового слоев. Было замечено, что если вещество проникло через роговой и блестящий слои, то остальные участки эпидермиса

и дермы не оказывают сопротивления дальнейшему продвижению соединения. После поверхностного загрязнения кожи радиоактивные вещества проникают в микротрещины, ссадины, потовые, сальные железы или волосяные фолликулы кожи, где они могут оставаться достаточно долго. Радиоактивные вещества, кроме того, проникают в собственно кожу, где они длительно задерживаются или, в результате диффузии, достигают кровеносных и лимфатических сосудов и током крови и лимфы разносятся по организму.

После проведения ряда экспериментов, было установлено, что проникновение радиоактивных веществ через неповрежденные кожные покровы осуществляется достаточно быстро и в количестве, которое соизмеримо со всасыванием в желудочно-кишечном тракте. Поэтому дезактивацию кожи при загрязнении ее радиоактивными веществами следует рассматривать как средство, препятствующее накоплению радионуклидов во внутренних органах.

Накопление радиоактивных веществ при длительном поступлении.

Особенностью поведения в организме химических элементов является достаточно постоянное и строгое распределение их по системам, тканям и органам. Исследования, выполненные на животных и добровольцах, позволили провести группировку всех радиоактивных элементов по типу распределения в организме. В основу положены принципы максимального или преимущественного содержания радионуклида в органе.

Распределение считается равномерным, когда более половины обнаруженного в организме радионуклида распределено равномерно; *распределение* считается скелетным, когда более половины радиоактивного вещества сосредоточено в скелете.

Для оценки возможности накопления радионуклида в организме служит величина – ***кратность накопления*** — *отношение максимально накопленного количества элемента в организме или органе к величине среднего ежедневного его поступления*. Кратность накопления зависит от всасывания радионуклида, скорости выведения вследствие интенсивности обменных процессов, периода полураспада радионуклида. Когда период полураспада существенно больше продолжительности жизни человека, тогда кратность накопления таких радиоактивных элементов не отличается от кратности накопления их стабильных аналогов.

Подавляющее большинство радионуклидов не накапливаются в организме при хроническом поступлении. Кратность накопления у нескольких сотен радионуклидов меньше или намного меньше единицы. Это значит, что при оценке реальной опасности поступающих в организм радиоактивных веществ полезно помнить о том, что только очень небольшое количество из многих сот радионуклидов способно накапливаться в организме и в отдельных органах.

Наиболее высокие кратности накопления характерны для щитовидной железы (особенно накапливаются в ней изотопы йода -I). При поступлении I^{129} кратность его накопления может составить 2985, а при поступлении I^{131} – 164. Высокие кратности накопления в скелете достигаются при поступлении Sr^{90} , Ra^{226} , Ca^{45} , а также Ra^{228} и Th^{228} . В **печени** таких больших кратностей не наблюдается - в большинстве случаев она не превышает 3.5. Некоторые радионуклиды способны концентрироваться в почках. Так, кратность накопления Pb^{210} может достигнуть 20.5, а Te^{127} — 19.4. Кратность накопления в мышцах не превышает 2.6.

3.6.4. Гигиеническая регламентация ионизирующего излучения

Нормами радиационной безопасности НРБ-96 и Гигиеническими нормативами ГН 2.6.1.054-96 основные пороговые дозы облучения и допустимые уровни устанавливаются для следующих категорий лиц /1/:

- персонал, лица, работающие с техногенными источниками - группа А;
- лица, находящиеся по условиям работы в зоне воздействия ионизирующего излучения - группа Б;
- все население, включая лиц из персонала, вне сферы их производственной деятельности – группа С.

Кроме того, все органы человека разбиты на три группы. К I группе отнесены все тело, гонады и красный костный мозг; к II группе — мышцы, щитовидная железа, жировая ткань, печень, почки, селезенка, желудочно-кишечный тракт, легкие, хрусталик глаза и другие органы за исключением тех, которые относятся к I и II группам. К III группе относятся кожный покров, костная ткань, кисти, предплечья, голени и стопы.

Допустимый уровень содержания радионуклида в организме человека, или допустимое содержание (ДС) — это такое усредненное за год содержание радионуклида в организме, при котором максимальная эквивалентная доза за календарный год равна предельно допустимой дозе (ПДД) для профессионалов (категория А) или пределу дозы (ПД) для ограниченной части населения (категория Б).

Для категории А в качестве основного дозового предела установлена ПДД, равная 50, 150 и 300 мЗв за календарный год, для категории Б установлен ПД за календарный год равный 5, 15 и 30 мЗв для I, II и III групп критических органов соответственно. Исходя из установленных ПДД и ПД, рассчитывают значения ДС для различных радионуклидов, которое составляет для радионуклидов, равномерно распределяемых в организме, от 0.12 МБк до 44 МБк. При таком содержании поглощенная доза составит 0.05 Зв в год.

Доза эквивалентная $H_{T,R}$ - поглощенная доза в органе $D_{T,R}$, умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного вида излучения W_R

$$H_{T,R} = W_R \times D_{T,R}$$

W_R для фотонов, электронов любых частиц равен 1, а для α -частиц – равен 20.

Доза эффективная - величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности. Это суммарная величина произведений эквивалентной дозы на взвешенный коэффициент для каждого органа W_T :

$$E = \sum_T H_{\tau,T} W_T ,$$

где τ – интервал времени, за который определяется эквивалентная доза.

Интервал времени для определения величины эффективной дозы устанавливается равным 50 лет для лиц группы А и 70 лет для лиц группы Б.

Таблица 3.9 – Значение взвешенного коэффициента для органов человека

Вид ткани	W_T
Гонады	0.2
Костный мозг	0.2
Легкие, желудок	0.12
Печень, грудные железы, щитовидная железа	0.05
Кожа	0.01

Кроме разовых пределов облучения устанавливают допустимые уровни мощности дозы при внешнем облучении всего тела. Эта величина равна для производственных помещений 10 мкГр/ч, а для жилых помещений – 0.1 мкГр/ч.

3.6.5. Лучевая болезнь

При нарушении правил обращения с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующего излучения нередко возникают аварийные ситуации, которые приводят к облучению человека в повышенной дозе и тем самым к лучевому поражению организма. В результате развивается лучевая болезнь. В зависимости от условий облучения могут наблюдаться *острая* и *хроническая* форма лучевой болезни.

Хроническая лучевая болезнь формируется постепенно при длительном облучении дозами, которые значительно превышают ПДД для профессионального облучения. Эта форма болезни может возникнуть как при общем облучении всего тела, так и при преимущественном поражении отдельных органов или систем организма. Хроническая лучевая болезнь от общего облу-

чения подразделяется на три степени в зависимости от выраженности клинических проявлений:

- I степень (легкая) — характеризуется нервные регуляторными нарушениями сердечно-сосудистой системы и нестойкими изменениями в формуле крови;
- II степень (средняя) — наблюдается углубление нервные регуляторных нарушений с появлением функциональной недостаточности пищеварительных желез, сердечно-сосудистой и нервной систем, нарушение некоторых обменных процессов, стойкие изменения в формуле крови;
- III степень (тяжелая) — развивается анемия (малокровие), возникают атрофические процессы в слизистой желудочно-кишечного тракта;

Острая лучевая болезнь в типичной форме наблюдается при общем сравнительно кратковременном облучении в дозах 1 Гр и более. Выделяют четыре основные фазы формирования острой лучевой болезни (после однородного кратковременного облучения всего тела внешним излучением или при поступлении внутрь организма радионуклидов с равномерным распределением внутри тела, создающих равную дозу):

- первичная общая реакция; латентный (скрытый) период, когда отмечается видимое клиническое благополучие;
- период разгара острой лучевой болезни, или период выраженных клинических проявлений;
- фаза восстановления;

По тяжести поражения различают четыре степени острой лучевой болезни:

I степень (легкая) — развивается при дозе излучения от 1 до 2 Гр; первичная реакция наблюдается через 2-3 часа после облучения у 30-50% пострадавших; характер первичной реакции — несильная тошнота с однократной рвотой, стихает в день воздействия; длительность латентного периода составляет 4-5 недель; период разгара острой лучевой болезни (на 5-7 неделе) характеризуется умеренным изменением в формуле крови, могут выявляться астенические явления; *прогноз*: как правило 100% выздоровление даже при отсутствии лечения.

II степень (средняя) — возникает при дозе 2-4 Гр; Первичная реакция наступает через 1-2 часа у 70-80% пострадавших, длится до 1 суток; характер первичной реакции — рвота 2-3 раза, слабость, недомогание, порой субфебрильная температура; длительность латентного периода составляет 3-4 недели; период разгара (на 4-5 неделе) характеризуется сильной лейко- и тромбо-

цитопенией, кровоточивостью, астеническим синдромом, возможны инфекционные осложнения, а при дозе от 3 Гр и выше — эпилепсия (удаление волос); *прогноз*: выздоровление наступает у 100% при условии лечения;

III степень (тяжелая) — наблюдается при дозе 4-6 Гр; первичная реакция наступает через 20-40 минут и длится до 2-х суток; характер первичной реакции — многократная рвота, значительное недомогание, температура тела до 38 °С; длительность латентного периода до 10-20 суток, однако уже с первой недели возможно поражение слизистой рта и зева, гиперемия (избыточное наполнение сосудов кровью), эритема кожи; вторичная реакция (на 2 – 5-й неделе) характеризуется резким падением количества гранулоцитов (одна из форм лейкоцитов) и тромбоцитов, лихорадкой, тяжелыми инфекционными и геморрагическими осложнениями; *прогноз*: выздоровление возможно у 50-80% больных при условии специализированного лечения;

IV степень (крайне тяжелая) — развивается при дозе от 6 до 10 Гр; первичная реакция выражена уже через 20-30 минут, длится до 3-4 суток: характер первичной реакции — эритема кожи и слизистых, жидкий стул, температура тела 38 °С и выше: латентный период выражен нечетко, к 3 – 4-м суткам сохраняется слабость, быстрая утомляемость, присутствуют признаки поражения слизистых рта и глотки; в период разгара (с 8 – 12-х суток) развивается картина тяжелого поражения органов кроветворения с исчезновением из крови нейтрофилов (одна из форм лейкоцитов) и тромбоцитов, могут выявляться кишечные нарушения, жидкий стул, другие диспепсические расстройства; *прогноз*: выздоровление возможно у 30-50% пострадавших и только при условии раннего лечения в специализированных условиях; при любой степени лучевой болезни имеет место поражение кроветворной ткани. При III и IV степени лучевой болезни человек погибает в течении 1-2 месяца с момента облучения главным образом из-за разрушения клеток красного костного мозга — главной компоненты кроветворной системы организма.

При редко встречающихся случаях кратковременного общего облучения в дозе от 10 до 15 Гр, смертельный исход наблюдается у 90-100% пострадавших даже при условии лечения в специализированной клинике. Характерные симптомы — диарея, лихорадка, нарушение электролитического баланса. Смерть наступает через две недели после облучения от кровоизлияния в желудочно-кишечный тракт и шока.

При дозах излучения до 50 Гр происходит массивное поражение желудочно-кишечного тракта (кишечный синдром). Характерные симптомы — судороги, тремор, летаргия, диарея. Человек погибает спустя 6-9 суток с момента облучения от кровоизлияния в желудочно-кишечный тракт, обезвоживания организма и инфекции.

При облучении дозой до 100 Гр и выше поражаются центральная нервная система, сосуды головного мозга. Характерные симптомы — судороги, тремор, беспорядочное непроизвольное сокращение мышц (атаксия), летар-

гия, кома. Срок наступления смерти — от нескольких часов до 2-х суток. Причины — нарушение дыхания, отек мозга, кома.

Итак, радиацию нельзя только восхвалять или только проклинать!

Она, как и многие другие природные явления, двулика — добрый слуга и злой хозяин. Не будь естественного радиационного фона на Земле, не было бы и многих генетических мутаций. А если бы не было достаточного количества генетических мутаций, природа во многом утратила бы свое разнообразие. И без этого разнообразия естественный отбор не мог бы сотворить такое богатство органического мира, которое мы наблюдаем.

Человечество нужно понемногу учиться использовать ионизирующее излучение в своих целях, в частности, очень широко уже сейчас используется в медицине (для создания рентгеновских снимков, для борьбы с раковыми клетками и СПИДом и т.д.), но при этом не стоит забывать, что все-таки это очень опасный и коварный товарищ, способный принести очень много страшных бед и поэтому с ним нужно обращаться очень осторожно и аккуратно, и забывать об этом — это самая страшная ошибка, которую может допустить человечество...

Контрольные вопросы к теме 3:

1. Какие свойства характерны для жилой среды человека?
2. Назовите основные внутренние источники загрязнения воздуха в помещении?
3. Какое влияние на человека оказывает курение?
4. Что такое «больные здания»?
5. Какие аэроионы являются полезными для здоровья человека?
6. Как влияет на электрическую характеристику воздуха в помещении работающий компьютер?
7. Как влияет на электрическую характеристику воздуха работающий кондиционер?
8. Что такое аллергия?
9. Какие вещества могут быть аллергенами?
10. Какая связь между аллергической реакцией и иммунитетом?
11. Как оказать первую помощь отравившемуся угарным газом?
12. Что нельзя делать при отравлении фенолом?
13. Опасен ли углекислый газ в больших концентрациях (около 3 мг/куб. м) в воздухе помещения?
14. Назовите пять основных правил оказания помощи человеку, отравившемуся вредным веществом.
15. Что нужно делать при отравлении вредным веществом, попавшим в организм через рот?

16. Какой диапазон механических колебаний воспринимается слуховым анализатором человека?
17. Какими параметрами характеризуется шум?
18. Чему равен порог слышимости?
19. Чем отличается ультразвук от инфразвука?
20. Как влияет инфразвук на человека?
21. Дайте классификацию внутренних источников бытового шума.
22. Кто чувствительнее к ночному шуму: грудные дети или старики?
23. Приведите нормы дневного и ночного шума в жилом помещении.
24. Что такое «вибрация»?
25. Почему для человека опасна вибрация с частотой, лежащей в диапазоне 17-30 Гц?
26. Что является источником ЭМП?
27. Как влияют ЭМ - поля на организм человека?
28. Как защитить жителей здания, расположенного в зоне действия ЭМП?
29. Что такое «радиация»?
30. Какие частицы более глубоко проникают в организм: альфа-, бета- или гамма-лучи?
31. Какое биологическое действие оказывает ионизирующее излучение на человека?
32. В каких единицах измеряется радиоактивность веществ?
33. Что такое «поглощенная доза»? В чем она измеряется?
34. Кто чувствительнее к действию радиации: человек или таракан?
35. Вещества какой группы таблицы Менделеева сильнее всасываются в организм человека?
36. Как определяется эффективная доза облучения?
37. Какие этапы лучевой болезни можно выделить?

4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ СВЕТОВОГО И ЦВЕТОВОГО РЕЖИМА В ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ /2/

*«Дом, в который входит солнце,
доктору можно не посещать»*

Арабская пословица

4.1. Влияние естественного света на жизнедеятельность человека

Известно, что солнечные лучи благотворно влияют на живые организмы, являются мощным оружием в борьбе с болезнетворными микробами. Бактерии туберкулеза в темноте сохраняют жизнеспособность 10 суток, а на солнце погибают за 30 мин. За счет освещения солнечным светом происходит стимуляция кровообращения, дыхания, деятельность ЦНС.

Но стремительно растущая урбанизация заставляет человека большее время проводить в условиях помещений *при дефиците естественного солнечного освещения* – важнейшего фактора среды обитания. Недостаток естественного света ухудшает условия зрительной работы и создает предпосылки для развития «солнечного голодания», которое снижает устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов различной природы, а по последним данным и к стрессам. Особенно сказывается недостаток освещенности на больных тиреотоксикозом, артериосклерозом, заболеваниях сердца. Поэтому дефицит естественного света и денатурация световой среды относятся к неблагоприятным факторам в жизнедеятельности человека.

4.2. Основные светотехнические характеристики /1/

Ощущение зрения происходит под влиянием видимого излучения, которое представляет собой электромагнитное излучение с длиной волны 0.38-0.76 мкм. Чувствительность зрения максимальна к электромагнитному излучению с длиной волны 0.555 мкм (желто-зеленый цвет) и уменьшается к границам видимого спектра.

Освещение характеризуется рядом количественных и качественных показателей.

К **количественным показателям** относятся следующие:

- **световой поток Φ** – часть лучистого потока, воспринимаемая человеком как свет; характеризует мощность светового излучения; измеряется в люменах (лм);
- **сила света J** – пространственная плотность светового потока; определяется как отношение светового потока $d\Phi$, исходящего от источника и равно-

мерно распространяющегося внутри элементарного телесного угла $d\Omega$, к величине этого угла; $J = d\Phi/d\Omega$; измеряется в канделах (кд);

- **освещенность E** – поверхностная плотность светового потока; определяется как отношение светового потока $d\Phi$, равномерно падающего на освещаемую поверхность dS (m^2), к ее площади; $E = d\Phi/dS$; измеряется в люксах (лк);
- **яркость L поверхности под углом α к нормали** – это отношение силы света dJ_α , излучаемой, освещаемой или светящейся поверхности в этом направлении, к площади dS проекции этой поверхности, на плоскость, перпендикулярную этому направлению; $L = dJ_\alpha/(dS \cos \alpha)$; единица измерения $кд \cdot м^{-2}$.

К **качественным показателям** относятся:

- **фон** – это поверхность, на которой происходит различение объекта; фон характеризуется способностью поверхности отражать падающий на него световой поток; коэффициент отражения определяется как отношение отраженного от поверхности светового потока $\Phi_{отр}$ к падающему на него световому потоку $\Phi_{пад}$; $\rho = \Phi_{отр}/\Phi_{пад}$; при $\rho > 0.4$ фон считается светлым; при $0.2 < \rho < 0.4$ – средним и при $\rho < 0.2$ – темным;
- **контраст объекта с фоном k** – степень различения объекта и фона – характеризуется соотношением яркости рассматриваемого объекта и яркости фона;
 - $k = (E_{max} - E_{min})/(2 E_{cp})$; k считается большим, если $k > 0.5$; средним, если $0.2 < k < 0.5$ и малым, если $k < 0.2$ (объект еле различим на фоне);
- **коэффициент пульсации освещенности k_E** – критерий колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока; $k_E = 100 (E_{max} - E_{min})/(2 E_{cp})$; для газоразрядных ламп $k_E = 25-65\%$; для ламп накаливания – $k_E \approx 7\%$; для галогенных ламп накаливания – $k_E \approx 1\%$;
- **показатель ослепленности P_0** – критерий оценки слепящего действия, создаваемого осветительными установками; $P_0 = 1000 \left(\frac{V_1}{V_2} - 1 \right)$, где V_1 и V_2 – видимость объекта при экранировании и при наличии ярких источников света в поле зрения;

- **видимость** V - характеризует способность глаза воспринимать объект; она зависит от освещенности, размера объекта, контрастности, длительности экспозиции и др.; видимость определяется числом пороговых контрастов в контрасте объекта с фоном, т.е. $V = k / k_{пор}$, где
- $k_{пор}$ – наименьший различимый глазом контраст, при небольшом уменьшении которого объект становится неразличим на фоне.

4.3. Естественное освещение и инсоляция

В закрытых помещениях световая среда существенно денатурирована, а естественные световые факторы ослаблены, так как светопроемы (окна) составляют небольшую часть стен, пропуская притом около 50% (чаще много меньше) падающего на них света и незначительную долю ультрафиолетового излучения. Затенение светопроемов (цветы, гардины, занавеси) и ориентация их на север ведет к дополнительной потере света.

Экспериментальные данные свидетельствуют о особой биологической значимости естественного света в жилых помещениях. Доказано, что он влияет на выработку гормонов, на регенерацию тканей, на поддержание биоритмов организма. Кроме того, естественный свет оказывает психологическое воздействие. Возможность зрительного контакта с внешним миром и наблюдение за сменой светлого и темного времени суток через оконные проемы оказывает влияние на психику живых организмов. Если в помещении невозможно установить нормальный режим естественного освещения, то необходимо так спланировать времяпрепровождение в помещении, чтобы была возможность **выходить днем под открытое небо**.

Для обеспечения полноценной световой среды действующими нормами и правилами регламентируются следующие величины:

- 1) минимальная величина коэффициента естественной освещенности (**к.е.о.**)
- 2) режим инсоляции
- 3) длительность инсоляции

Особое значение при оценке качества освещенности придают коэффициенту естественного освещения. Степень освещенности естественным светом зависит от времени года, состояния погоды, от планировки и местоположения здания, а также от размеров окон.

К.е.о. представляет собой выраженное в процентах отношение освещенности в данной точке помещения ($E_{вн}$) к одновременной освещенности наружной точки $E_{н}$, находящейся на одной горизонтальной плоскости, освещенной рассеянным светом всего небосвода

$$к.е.о. = \frac{E_{вн}}{E_{н}} \times 100.$$

Освещенность измеряется специальным прибором – *люксметром*. Это фотоэлемент, заключенный в оправу-держатель, закрытый стеклом (для защиты от прямых солнечных лучей). При попадании света на фотоэлемент, на нем в фотоактивном слое (селен) создается поток электронов, который по проводящим путям поступает на гальванометр. Гальванометр отградуирован в люксах. Для расширения диапазона измерения используют съемные фильтры (1:10; 1:100 и 1:1000).

Экспериментальное определение к.е.о. требует одновременного измерения освещенности внутри помещения и снаружи. Замеры должны проводиться одновременно, когда небо затянуто облаками. Порядок определения к.е.о. следующий: в помещении выбирается базовая точка, хорошо освещаемая естественным светом; люксметр укладывается на горизонтальную плоскость на высоте один метр от пола; второй люксметр в это время располагается на крыше здания; по сигналу синхронно проводятся замеры освещенности на обоих люксметрах; таких замеров выполняют не менее 10 раз, затем определяются средние значения $E_{вн}$ и $E_{внут}$.

Коэффициент естественной освещенности в любой точке помещения величина постоянная.

Пример, освещенность внутри помещения, измеренная люксметром, равна 120 лк, а под открытым небом – 6000 лк. (1 люкс – единица освещенности, т.е. освещенность, получаемая на площади 1 м^2 , на которую падает световой поток в 1 люмен).

$$к.е.о. = \frac{120}{6000} \times 100 = 2\%,$$

т.е. освещенность внутри помещения в данной точке составляет 2% от наружной освещенности. К.е.о. нормируется в зависимости от выполняемой в помещении работы и от типа помещения:

Таблица 4.1- Нормы к.е.о. для различных бытовых помещений

Виды помещений	Значения к.е.о.	
	При верхнем освещении	При боковом освещении
Основные помещения, кухни	>3	>1.5
Вестибюли, лестницы, коридоры	>2	>1
Туалеты, ванные комнаты, душевые		>0.25

Зная величину к.е.о., можно определить среднюю величину естественной освещенности данной точки в люксах в любое время дня по месяцам. Для этого пользуются таблицей «светового климата» территории. Например, в таблице приведен фрагмент освещенности рассеянным светом (в тыс. люксов) на сентябрь-октябрь месяцы для средней полосы России.

При одностороннем боковом естественном освещении нормируется минимальное значение к.е.о. в точке, расположенной на расстоянии один метр от стены, наиболее удаленной от световых проемов, на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности или пола (Рисунок 4.1.).

При двустороннем боковом освещении нормируется минимальное значение к.е.о. в точке посередине помещения на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности или пола (Рисунок 4.2.).

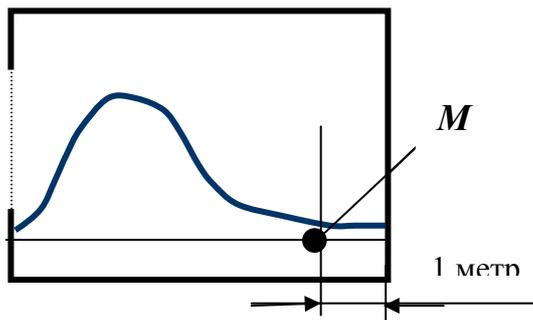


Рисунок 4.1. – Схема распределения к.е.о. при боковом освещении

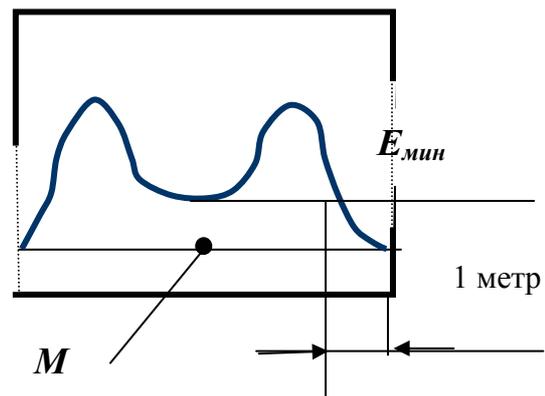


Рисунок 4.2. – Схема распределения к.е.о. при двустороннем боковом освещении

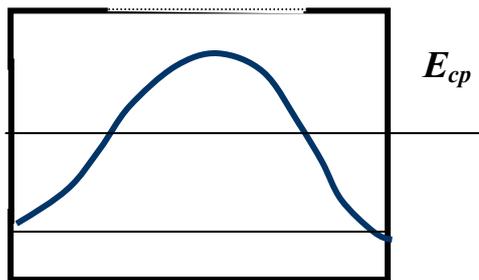


Рисунок 4.3. – Схема распределения к.е.о. при верхнем освещении

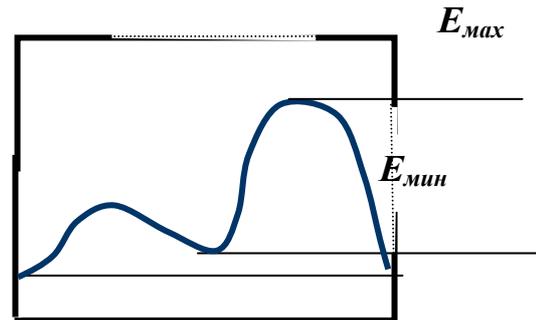


Рисунок 4.4. – Схема распределения к.е.о. при боковом и верхнем освещении

При верхнем (или верхнем и боковом) естественном освещении нормируется среднее значение к.е.о. в точках, расположенных на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности или пола (Рисунки 4.3 и 4.4.).

Таблица 4.2- Фрагмент таблицы светового климата для средней широты России

Часы	Месяц	
	Сентябрь	Октябрь
	Освещенность в тыс. люкс	
6-7	1.3	0.2
7-8	3.2	1.1
8-9	5.3	2.4
9-10	7.9	4.5
10-11	9.9	5.5
11-12	10.7	5.9
12-13	11.2	5.6
13-14	8.9	4.5
14-15	6.9	2.8
15-16	4.9	1.9
16-17	3.3	1.1
17-18	1.3	0.3

Например, на доске в аудитории измеренный **к.е.о** равен 2% от внешней освещенности. Какова освещенность в сентябре с 12 до 13 часов дня?

По таблице освещенности находим, что освещенность в сентябре с 12 до 13 равна 11 200 люксов. Следовательно, на доске освещенность в сентябре будет 2% от $11200 = 224$ люкса.

Особое внимание необходимо уделять режиму **инсоляции помещений** (освещение прямыми солнечными лучами). Инсоляция обеспечивает поступление в помещение дополнительной световой энергии, тепла и ультрафиолета. Эксперименты показывают, что в хорошо инсолируемых помещениях улучшается самочувствие, настроение, работоспособность. Этот эффект проявляется при **непрерывном трехчасовом облучении**. Однако уплотнение застройки, повышение этажности, нерациональное озеленение приводит к снижению в помещениях естественного освещения, к прерывистости солнечного освещения и к необходимости перехода к искусственному и совмещенному освещению.

4.4. Расчетные методы оценки естественной освещенности

Естественное освещение помещения зависит от ряда условий, главными из которых являются следующие:

- ориентация окон по отношению к сторонам света: в средних широтах наилучшее – юго-восточная, южная и юго-западная стороны;
- **световой коэффициент K_c** , т.е. отношение световой поверхности застекленной части окон к площади пола;
- местонахождение и расположение рядом находящихся зданий и других затемняющих объектов (путем определения «угла отверстия»);
- удаленность рабочих точек от окон и устройство самих окон, определяемые через «угол падения»;
- цвет потолка, стен, окружающих предметов. Наиболее рациональная окраска – светлые тона;
- форма и расположение окон, чистота стекол. Наилучшей формой окна считается прямоугольная, верхний край должен быть как можно ближе к потолку (не ниже 15-30 см).

А) Определение светового коэффициента K_c . Под *световым коэффициентом* подразумевается отношение площади остекленной поверхности окон к площади пола. Для его определения измеряют остекленную поверхность всех окон помещения, не считая рам и переплетов. Затем определяют площадь помещения и делят ее на площадь окон. Световой коэффициент выражается простой дробью, в числителе «1», а в знаменателе полученное частное.

Например, площадь окон = 9 кв. м; а площадь комнаты = 36 кв. м; $36:9=4$.

$K_c = 1/4$, т.е. площадь окон в 4 раза меньше площади пола. Чем больше знаменатель дроби, тем хуже условия естественного освещения в помещении.

Нормирование естественного освещения по световому коэффициенту имеет свои недостатки:

- если рядом стоит высокое здание, то, несмотря на высокий коэффициент, освещенность будет плохая;
- не учитываются форма и размеры окон;
- не учитывается удаленность рабочего места от окна;

Поэтому используют и другие характеристики.

Б) Коэффициент заложения, т.е. отношение V/H , где V – расстояние от наружной стены до наиболее удаленной точки помещения (глубина заложения), H – высота от пола до верхнего края окна. Для хорошей освещенности

коэффициент заложения не должен превышать 2.5.

Определение угла падения. *Угол падения* – угол, образуемый линиями: одна горизонтальная по направлению от рабочей точки к окну, вторая – к верхнему наружному краю окна. Чем больше угол падения, тем больше поступает световых лучей на обследуемую точку, тем лучше освещенность.

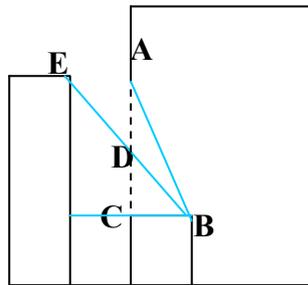


Рисунок 4.5 - Схема для определения основных характеристик освещенности

Угол падения должен быть не менее 27 град.

Этот показатель характеризует угол, под которым световые лучи из окна падают на исследуемую поверхность. Для определения угла необходимо провести две линии: линия BC – проводится горизонтально из точки рабочего стола к оконной раме; линия AB – из той же точки к верхнему наружному краю окна. Угол ABC – угол падения. Так как треугольник ABC – прямоугольный, то $\text{tg}\angle ABC = AC/BC$. Катет AC – расстояние по вертикали от поверхности рабочего стола до верхнего края окна. При высоте стола, равной высоте подоконника, $AC =$ высоте окна. Катет BC – расстояние от исследуемой

точки поверхности рабочего стола до окна. Эти катеты легко измеряются метром.

Пример, высота окна равна 1.6 м; расстояние от стола до окна = 2.5 м; $\text{tg}\angle ABC = 1.6/2.5 = 0.64$; $\angle ABC = 33$ град. Если нет таблицы тангенсов, можно нарисовать нужный угол на бумаге в пропорции и измерить угол транспортиром.

Угол падения должен быть не менее 27 град. По мере удаления от окна угол падения будет уменьшаться, что влечет снижение освещенности. Угол зависит и от высоты окна: чем выше окно, тем угол больше.

Г) Определение угла отверстия. *Углом отверстия* называется угол, образуемый линиями: одна, проведенная из исследуемой точки к верхнему наружному краю окна, другая, проведенная из той же точки к самой высшей точке противостоящего здания.

Угол отверстия должен быть не менее 5 град.

Угол отверстия характеризует величину участка небосвода, свет от которого падает на рабочее место и непосредственно освещает рабочую поверхность. Угол отверстия $\angle ABE$ образуется двумя линиями: линией АВ (как и при определении угла падения), линией ВЕ, которая идет от рабочей точки к высшей точке здания (или дерева), стоящего напротив.

Для его определения один человек садится за рабочий стол и мысленно проводит линию к самой высшей точке препятствия. Другой человек по указанию первого отмечает на стекле окна точку, через которую эта линия проходит (на рисунке это точка D). Затем измеряют расстояние по вертикали DC (между этой точкой и поверхностью рабочего стола) и расстояние по горизонтали СВ от окна до рабочего стола. $\text{tg}\angle DBC = DC/BC$; Угол отверстия $\angle ABD$ ($\angle ABE$) является частью угла падения $\angle ABC$ минус угол $\angle DBC$.

Пример. Допустим, воображаемая линия ВЕ, идущая от стола до верхней точки противоположного здания, пересекает окно на высоте 1.2 м. Стол находится от окна на расстоянии 2.5 м.

$$\text{tg}\angle DBC = DC/BC = 1.2/2.5 = 0.48;$$

Рассчитанный раньше угол падения равен 33 град. Отсюда угол отверстия равен

$$\angle ABD = \angle ABC - \angle DBC = 33 - 26 = 7 \text{ град.}$$

Угол отверстия не должен быть меньше 5 град. Чем больший участок неба виден, тем лучше освещение. Для обеспечения нормальной освещенности необходимо, чтобы расстояние между зданиями было не меньше удвоенной высоты более высокого из зданий.

Д) **Определение степени поглощения света стеклами окон.** Определение *степени поглощения* проводится с помощью люксметра. При этом фотоэлемент накладывают на наружную и внутреннюю поверхность исследуемого стекла так, чтобы светочувствительная поверхность была обращена наружу. Определив освещенность на наружной стороне E_n и на внутренней $E_{вн}$, определяют их отношение (коэффициент поглощения света):

$$K = \frac{E_n - E_{вн}}{E_n} \times 100$$

Если нельзя определить коэффициент экспериментально, то вводят стандартный коэффициент:

- при одинарном остеклении = 10%
- при двойном = 40%.

Для расчетов ожидаемой освещенности необходимо проходящий через стекла свет умножить на 0.9 или 0.6 соответственно.

4.5. Совмещенное освещение

Дефицит естественного освещения в жилых помещениях требует комплексного решения проблемы: восполнение недостатка искусственным освещением. Основной гигиенический недостаток совмещенного освещения – разная биологическая эффективность естественного и искусственного света, которую сложно учесть при нормировании. Исследовались разные соотношения: 1:1; 1:2 и 1:5. Однако даже при высокой общей освещенности 300-1000 лк это сказывается на состоянии человека. Особо сильно сказывалось, если доля естественного света была менее 250 лк. Для обеспечения биологического эффекта от искусственного освещения, соизмеримого с эффектом естественного света при освещении в 500 лк, необходимо повысить искусственно созданную освещенность до 2500 лк при максимально приближенном спектре к спектру дневного света. Но это неэффективно экономически.

В тех помещениях, где необходимо иметь совмещенное освещение, надо правильно выбирать источники света. **Нельзя применять при совмещенном освещении лампы накаливания!** Целесообразнее лампы дневного или белого цвета. Лампы должны равномерно подсвечивать зоны с недостаточным естественным освещением и давать однонаправленные тени.

4. 6. Искусственное освещение

Искусственное освещение создается электрическими светильниками. Различают два вида светильников: общие и местные. При общем освещении можно заниматься работой, не требующей сильного напряжения. Для работы, требующей более высокой точности, более подходят местные светильники.

Основные требования к искусственному освещению помещений:

- освещение элементов интерьера должно соответствовать их назначению,
- света должно быть достаточно,
- свет не должен слепить и оказывать неблагоприятного действия на человека,
- осветительные приборы должны быть легкими и безопасными,
- расположение приборов должно соответствовать функциональному зонированию жилища,
- выбор источника должен проводиться с учетом цветового решения интерьера.

Все источники света делят на две группы: газоразрядные лампы и лампы накаливания. *Лампы накаливания* относятся к источникам света теплового излучения. Видимое излучение в них получается из-за нагрева электрическим током вольфрамовой нити. В *газоразрядных лампах* излучение оптического диапазона возникает в результате электрического разряда в атмосфере инертных газов в присутствии паров металлов, а также за счет явления люминесценции, при котором ультрафиолетовое излучение преобразуется в видимый свет.

До настоящего времени в жилищах используют чаще *лампы накаливания*, как наиболее рациональные, удобные, бесшумные и неизлучающие ультрафиолетового света. Основными недостатками ламп накаливания являются следующие: низкая световая отдача ($\Psi \approx 7-20$ лм/Вт); малый срок службы (около 2.5 тыс. часов); в спектре преобладают желтые и красные лучи.

Галогеновые лампы - лампы накаливания с парами йода. Это введение позволило повысить температуру накала нити, т.е. увеличить световую отдачу до 40 лм/Вт. Пары вольфрама испаряются с нити накаливания, соединяются с йодом, затем вновь оседают на нити. Это позволило увеличить срок службы ламп до 3 тыс. часов. Спектр таких ламп близок к естественному.

Основное преимущество *газоразрядных ламп* – большая световая отдача (40-110 лм/Вт). Срок службы доходит до 12 тыс. часов. В таких лампах можно получить поток любого спектра, поэтому выделяют такие группы ламп: лампы дневного света (ЛД), холодного белого света (ЛХБ), теплого белого света (ЛТБ) и белого света (ЛБ). Основной недостаток газоразрядных ламп – пульсация светового потока, что может привести к появлению стробоскопического эффекта. К недостаткам относится также длительный период разгорания, необходимость применения специальных пусковых приспособлений, зависимость работоспособности ламп от температуры окружающей среды. Газоразрядные лампы могут стать источником радиопомех. Экономичные люминесцентные лампы рекомендуется использовать только во вспомогательных помещениях. Для использования их на кухне надо подбирать спектр излучаемого света таким, чтобы продукты и пища имели естественный

цвет. При использовании люминесцентных ламп для подсветки письменного стола надо добиться максимального устранения пульсаций.

4.7. Гигиеническая оценка искусственного освещения

При оценке искусственного освещения помещений устанавливают, в первую очередь, достаточность (или недостаточность) освещенности, ее равномерность, отсутствие блескости, слепящего действия, а затем: вид источников света, их мощность, тип светильников, их расположение, высоту подвеса, систему освещения.

При оценке освещенности нужно учитывать также и **отраженный свет**: от потолка, стен, мебели. Чистый светлый потолок отражает до 80% падающего на него света; светлые обои (св. Желтые, зеленые, кремовые) – до 60%, в то время как коричневые, синие – 20-30%.

А) Определение норм искусственной освещенности

Интенсивность искусственного освещения определяется люксметром и сравнивается с нормами. При отсутствии люксметра величину освещенности можно определить расчетными методами, так называемым *методом средней горизонтальной освещенности* или *методом определения удельной освещенности*. Для этого суммируют мощности всех источников света (ламп) и делят сумму на площадь помещения в кв. м. Получают удельную мощность в (ватт на 1 кв. м.). Затем удельную мощность умножают на коэффициент *e*, который показывает, сколько люксов дает удельная мощность, равная 1 вт на 1 кв. м.

Таблица 4.3 – Определение коэффициента *e* для расчета искусственного освещения

При использовании ламп мощностью	При напряжении в сети	
	Менее 220	220 и более
До 100 вт	2.4	2.0
Выше 100 вт	3.2	2.5

Минимально допустимая освещенность лампами накаливания – 25 лк

Пример. Площадь помещения 25 кв. м. Освещается двумя лампами по 100 вт. Напряжение в сети 220 В.

Удельная мощность = $(10 \times 2) / 25 = 8$ (вт/кв.м).

Освещенность равна = $8 \text{ вт/кв.м.} \times 2.5 = 20$ лк.

При расчете освещенности, создаваемой люминесцентными лампами, считают, что удельная мощность равна 10 вт/кв.м. соответствует 10 лк.

Освещенность одной люминесцентной лампы – 10 лк

Этот метод расчета не является точным.

Общую освещенность в помещении можно считать достаточной, если на 1 м² площади приходится от 15 до 25 Вт потребляемой мощности источников света.

В) Определение равномерности освещения. Равномерность освещения в помещении оценивается по числу рабочих точек в помещении, имеющих достаточное и недостаточное освещение. Результат выражается отношением количества мест недостаточного освещения к общему числу обследованных мест в процентах. Освещенность самого темного места не должна быть слабее освещенности самого освещенного места, чем в три раза.

Оценку равномерности освещенности можно определить по коэффициенту распределения света по формуле

$$q = \frac{E \times 100}{E_1},$$

где q - искомая величина; E – освещенность исследуемой поверхности в люксах; E_1 – максимальная освещенность в данном помещении. При полной равномерности $q = 100\%$; чем освещенность неравномернее, тем меньше q .

С) Требования к искусственному освещению. Много часов в сутки, особенно зимой, человек проводит при искусственном освещении, поэтому оно должно отвечать гигиеническим требованиям. Различают три вида искусственного освещения: общее, местное и комбинированное.

Применять только местное освещение не рекомендуется, т.к. переход взгляда с ярко освещенной поверхности на темную дает дополнительную работу глазам.

При использовании только общего освещения мощность ламп накаливания определяют исходя из 15 ватт на 1 кв.м. Если лампы матовые, то из расчета 20 ватт на 1 кв. м.

Зона отдыха должна освещаться рассеянным общим светом с дополнительным местным источником для работ, связанных с напряжением зрения: чтение, рукоделие. Иногда применяют декоративное освещение, высвечивая какой-либо определенный предмет: аквариум, красивый цветок, картину.

Уголок школьника должен освещаться источником рассеянного света со стеклами из замутненного материала. Крышка стола должна быть матовой, чтобы не было бликов.

Спальная комната рекомендуется освещать светом, идущим от потолка, например, идущим от торшера. В ночнике должен свободно изменяться угол наклона, чтобы менять освещенность.

Рабочая комната должна быть освещена как общим светом, так и местным (настольная или консольная лампа).

Характерные зрительные работы

Занятия за письменным столом. Продолжительная работа, связанная с напряженным чтением, письмом, черчением или работой за компьютером. Минимальная освещенность рабочей зоны (300x400 мм) – 150 лк. Светильник нужно располагать так, чтобы тени от головы и туловища не падали на рабочую зону. Поверхность стола не должна иметь бликов, коэффициент отражения не менее 0.3. Светильник рекомендуется располагать слева, не должно быть видно внутренней части отражателя, кромка рассеивателя должна быть ниже уровня глаз.

Рукоделие. Характеристика работ – различная. Минимальная освещенность рабочего места – не менее 100-150 лк. Размеры освещаемой зоны 250x250 мм. Рекомендуемы способы освещения: можно использовать любые светильники, например, подвесной, но низко опущенный, боковой, местный и др.

Работа у кухонного стола. Минимальная освещенность – 100 лк. Размер рабочей зоны 200x300 мм, горизонтальное положение поверхности рабочего стола. Можно использовать люминесцентные лампы вдоль передней кромки навесного кухонного оборудования, светильники комбинированного освещения, установленные над обеденным столом и др.

4.8. Цветовое оформление жилища

Влияние красок, в который окрашен мир, значительно шире, чем психологическое и эмоциональное. Как сейчас доказано, они влияют на здоровье, на ритм сокращения мышц, на частоту дыхания, на артериальное давление и др. Еще в средневековье об этом знали и применяли «**хроматотерапию**», т.е. лечение цветом. Цветом лечили ветрянку, оспу, скарлатину. Современные врачи обнаружили интересный факт: окраска лекарств и упаковки влияет на эффективность лечения. Рациональное цветовое оформление интерьера помещения – действенный фактор улучшения жизнедеятельности человека.

Есть две группы цветов. **Первая группа** – напоминают огонь или солнце – это теплые цвета: красный, оранжевый, желтый. **Вторая группа** цветов напоминают лед, воду – это холодные цвета: синий, зеленый, фиолетовый. Цвета каждой группы по-разному действуют на работоспособность и самочувствие человека.

Нужно иметь в виду также различное психологическое действие цвета на человека.

Красный цвет вызывает ощущение тепла, кратковременный прилив энергии, как бы подхлестывает эмоции, оказывает стимулирующий эффект, но быстро утомляет нервную систему и зрение. Этот цвет доминирует рядом с любым цветом, но умеренное присутствие его придает интерьеру уют и интимность.

Оранжевый цвет – теплый, но порождает напряженность. Его можно использовать в небольших количествах для контраста. Интересно, что этот цвет стимулирует работу пищевода.

Желтый – создает приподнятое настроение. Цвет особенно подходит для окраски небольших помещений, особенно с окнами на север. Стимулирует зрение, настроение. Самый веселый цвет.

Коричневый – оказывает благоприятное психологическое воздействие. Хорошо подходит для окраски полов и небольших деталей стен в солнечных комнатах.

Зеленый – действует освежающе и успокаивающе. Самый благоприятный цвет – цвет растительности. Повышает работоспособность, но полезен при бессоннице. Может быть использован для окраски любых помещений. Используется для лечения нервных заболеваний, истерии. Цвет психического равновесия.

Голубой – вызывает ощущение прохлады и действует успокаивающе. Благоприятен для людей с повышенной нервной возбудимостью. От него снижается тонус мышц, и кровяное давление. Голубой цвет пола создает ощущение холода.

Синий цвет – придает «серьезность». Рекомендуются для окраски пола и небольших площадей интерьера. Хорошо гармонирует с мебелью светлого тона. Полезен для лиц, страдающих сердечными заболеваниями.

Фиолетовый цвет не столько успокаивает, сколько расслабляет, навевает грусть, печаль, тоску. Способен вызвать сильную головную боль.

Серый цвет – действует нейтрально. В комбинации с насыщенными тонами несколько смягчает их. Способен как бы объединить все цвета интерьера.

Черный цвет – если его много – производит угнетающее действие.

Белый цвет – подчеркивает контрасты, придает обстановке воздушность. Рекомендуются для окраски стен и потолка в слабоосвещенных помещениях, при этом пол надо стараться покрасить потемнее.

Эти характеристики справедливы для **чистых тонов**, Оттенки одного и того же цвета могут действовать на человека по-разному.

Выбирая обои, цвет краски, нужно ориентироваться на следующие правила:

- комнату, обращенную на солнечную сторону, надо покрасить (или оклеить) в серо-голубые, зеленые тона;
- комнаты, в которые редко заглядывает солнце, требуют желто-зеленого, желтого, оранжевого цвета;

- светлая, но маленькая комната будет казаться больше, если ее стены будут голубоватыми – холодные тона «раздвигают» стены комнаты;
- крупный яркий рисунок обоев скрадывает объем;
- в маленьких комнатах рисунок на стенах должен быть незаметным;
- обои в полоску способны как бы приподнять потолки, так как глаз скользит по вертикали и создается впечатление высоты;
- узкая и длинная комната с окном, расположенном в дальнем конце, будет визуально исправлена, если ее торцевые стены окрасить в более темные тона, а боковые – в светлые;
- ниши и выступы нужно окрасить так, чтобы они воспринимались как детали интерьера, например, цветом, контрастирующим со стенами;
- при окраске туалетов, прихожих, кладовок нужно учитывать влияние электрического освещения, которое изменяет цвет красок: красный тускнеет, оранжевый рыжеет, голубой становится серо-зеленым, коричневый розовеет;
- надо учитывать, что под действием цвета один и тот же предмет может быть теплым или холодным, легкий или тяжелый;
- если комнату окрасить в желтый цвет, то будет создаваться впечатление, что комната стала меньше, но солнечнее. Это объясняется способностью теплых цветов как бы приближаться к зрителю. Холодные цвета как бы удаляют от нас стены комнаты, поэтому она становится просторнее, но прохладнее;
- если в очень высокой комнате потолок окрасить в теплый цвет, а стены – в холодный, то комната будет казаться ниже.

Какими соображениями надо руководствоваться, выбирая цвет для комнат?

- 1) **Столовая:** яркие, жизнерадостные тона: желтые, желто-зеленые, допустим мелкий тематический рисунок;
- 2) **Общая комната:** светлые стены с декоративным, но абстрактным рисунком. Учтите, что цвет стен играет роль фона для оттенка цвета мебели и должен быть сходен с обивкой мебели, но более светлого тона.
- 3) **Спальня:** в ней должна быть атмосфера покоя и удовлетворенности. Лучше всего подходят оттенки сине-зеленого и сине-лиловой гаммы. Рисунок не должен обращать на себя внимание. Голубизна может создать ощущение свежести и действовать усыпляюще.
- 4) **Детская:** хорошо смотрится сочетание белого и серого с оранжевым, темно-синим и красным. Но цвет не должен быть сильно насыщенным, чтобы не утомлять ребенка. Не рекомендуется использовать для орнаментов страшные рисунки.
- 5) **Кабинет:** скромный нейтральный цвет, лучше зеленый, но можно использовать и коричнево-зеленые тона. Рекомендуется избегать синего и голубого цвета, иначе работающего будет клонить ко сну.

- 6) **Кухня:** для миниатюрных современных кухонь подходят желтый, желто-зеленый и белый цвета.
- 7) **Прихожая:** единственное место в квартире, где рекомендуются яркие краски, контрасты и даже темные цвета.

А что делать, если в квартире нет семи отдельных комнат, а имеется лишь одна комната, служащая и спальней и детской, и кабинетом?

Нужно избегать темных и ярких тонов, крупного рисунка – они уменьшают комнату, предпочтение отдается светлым пастельным тонам.

Вертикальный рисунок увеличивает высоту комнаты, но уменьшает ее площадь, горизонтальный – раздвигает стены, но делает ее ниже.

Полы должны быть одного цвета. Паркет не оказывает влияния на цветовой климат, он нейтрален, а линолеум и ковролин надо подбирать в тон к стенам: золотистые стены гармонируют с оранжево-коричневым полом, а голубые стены – с серо-синим.

Вкус у людей разный. Одному нравится спокойные тона, другому – веселые. Но нельзя забывать, что цвет – мощный инструмент воздействия на психику человека.

Контрольные вопросы к теме № 4

1. Какие основные функции в организме человека позволяет поддерживать солнечное излучение?
2. Что обозначает термин «длительность инсоляции»?
3. От каких величин зависит К.е.о.?
4. Постоянен ли к.е.о. для конкретной точки помещения в разные дни суток, года?
5. Как определить световой коэффициент? Что он характеризует?
6. Может ли световой коэффициент быть равен нулю? Отрицательной величине?
7. От чего зависит величина светового коэффициента?
8. Чему равен коэффициент заложения?
9. Чем отличается угол падения от угла отверстия?
10. Угол отверстия равен «1.0 градусу». Достаточная ли естественная освещенность такого помещения?
11. Что характеризует угол отверстия?
12. Может ли угол падения быть меньше угла отверстия? А наоборот?
13. Почему не рекомендуется красить потолок в черный цвет?
14. Достаточно ли одной лампочки накаливания мощностью 100 Вт для освещения комнаты 20 кв. м (напряжение 220 В)?
15. Почему спальню не рекомендуют окрашивать в оранжевый цвет?

5. ПРИРОДНАЯ СРЕДА

5.1. Природные условия, влияющие на живые организмы

Живые организмы (включая человека) не могут жить изолированно от окружающей природной среды. Компонентами внешней среды, влияющими на жизнедеятельность организмов, являются вода, воздух, почва, продукты питания, природные условия, результаты деятельности человека и др. Некоторые компоненты являются **экологическими факторами** для конкретной группы организмов.

Экологические факторы - это те внешние воздействия ОС, которые вызывают ответную реакцию организма, вплоть до полного исчезновения (гибели) вида.

Безразличные для одной группы организмов внешние воздействия могут оказаться экологическими факторами для других организмов. В качестве примера можно рассмотреть содержание в воздухе серного ангидрида (SO_2). В результате взаимодействия с парами воды в воздухе он создает условия для формирования «кислотных дождей». Подкисление водных экосистем вызывает ответную реакцию живых водных организмов (вплоть до их гибели). Т.е. **SO_2 - это экологический фактор для водных обитателей.** В то же время на человека как на организм кислотный дождь практически не действует. Однако в недалеком будущем он может сказаться на снижении запасов растительной и животной пищи, тогда он станет экологическим фактором и для человека.

Основные граничные параметры природной среды, в которой может жить человек:

Температура	от -50 до + 60 град. С
Подвижность воздуха	0 – 100 м/с
Относительная влажность	10 – 100 %
Атмосферное давление	680 – 810 мм рт. ст.

Экологический фактор называется **ведущим**, если его изменение вызывает смену биоценозов (экологических сообществ). Так ведущим фактором является температура, изменение которой приводит к смене природных зон: от тропической до полярной.

Для разных организмов количественные пределы фактора, при котором, но угнетен, называется **пессимум**. Наиболее благоприятное значение фактора называют **оптимумом**.

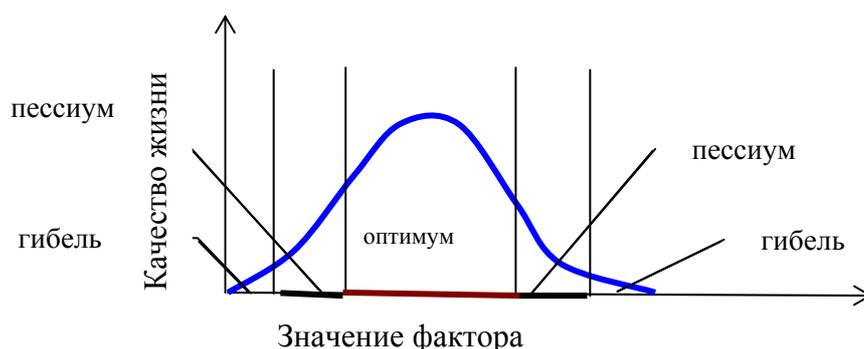


Рисунок 5.1.- Экологическая ниша живого организма

Если изменения фактора превысит минимум или максимум для организмов, то наступает массовая гибель.

При изучении экологических факторов ученые сформулировали некоторые законы. Немецкий агрохимик Ю. Либих (1840 г.) вывел **закон минимума** /4,16/, который гласит: *Жизнеспособность растений определяется не теми элементами питания, которых в избытке, а теми, которые находятся в недостатке.*

В настоящее время экологи расширили толкование этого закона, распространив на все живые организмы. Закон стал звучать следующим образом:

Приближаясь к своему минимальному значению, необходимому для поддержания жизнедеятельности организма, экологический фактор становится лимитирующим, т.е. ограничивающим возможность выживания организма.

Лимитировать жизнедеятельность организма может не только недостаток, но и избыток некоторых факторов. Этот факт отражен в **законе максимума** или **законе толерантности**, который вывел в 1913 г. Шелфорд В. /25/ (толерантность с латыни – «терпение»). У каждого организма существуют верхняя и нижняя границы амплитуды допустимых колебаний факторов, в которых организм может существовать.

Чем шире границы амплитуды допустимых колебаний факторов, тем выше устойчивость организма, тем он толерантней (т.е. более устойчивый к воздействию неблагоприятных факторов).

Из закона толерантности ученые сделали несколько выводов:

- организмы могут иметь широкий диапазон толерантности в отношении одного фактора и узкий в отношении другого;

- организмы с широким диапазоном толерантности по всем факторам наиболее широко распространены на Планете;
- если уровень одного экологического фактора выходит за границы диапазона толерантности, то может измениться диапазон толерантности и по другим факторам;
- пользоваться оптимальными условиями среды часто организмам мешают внутривидовые отношения;
- период размножения является критическим, так как многие факторы среды становятся лимитирующими.

Еще один закон – **закон квантитативной компенсации** означает:

количественные значения в ходе различных явлений на очень больших территориях стремятся сохранять постоянные значения.

Т.е., согласно закона, биосфера стремится поддерживать средние значения на больших территориях. Знание этого закона позволяет прогнозировать развитие биосферы и ее компонентов. Это давно использовали в народных предсказаниях: если зима теплая, то лето будет прохладным и др. Если где-то засуха, то в другой местности могут пройти обильные дожди. Если где-то неурожай, то это компенсируется небывало высоким урожаем в другом месте. Закон квантитативной компенсации позволяет не опасаться гибели современной цивилизации от географических причин.

Биосфера уравнивает любые возмущения и сохранит жизнь на Земле.

Но! Это возможно лишь в случае, *если человек не будет вносить негативных возмущений*, антропогенные факторы настолько сильны, что полностью подавляют функции саморегуляции биосферы.

5.2. Понятие об экологической нише живого организма

Американский ученый В. Шелфорд, доказавший, что не только недостаток, но и избыток определяют жизнеспособность организма, (например, избыток ртути в организме человека влечет заболевание вплоть до летального исхода; недостаток тепла, ровно как и его избыток – причина гибели живого), ввел понятие «**лимитирующего фактора**», а выведенное им правило назвали «**закон лимитирующего фактора**». Этот закон используется в природоохранных мероприятиях. Из этого закона вытекает важное для живых организмов понятие: «**экологическая ниша жизненной формы**».

Любой живой организм приспособлен к определенным условиям окружающей среды. Выход за ее границы подавляет жизнедеятельность этого организма и может вызвать гибель.

Совокупность множества параметров среды, определяющих условия существования вида и его функциональных характеристик, представляет собой экологическую нишу.

Экологическая ниша включает в себя:

- положение вида в пространстве;
- функциональную роль вида в сообществе;
- абиотические условия его существования.

Ниша – это совокупность условий жизни экологической системы, предъявляемых среде видом. Графической моделью экологической ниши может послужить часть многомерного пространства, положение которой определяется совокупностью координат факторов.

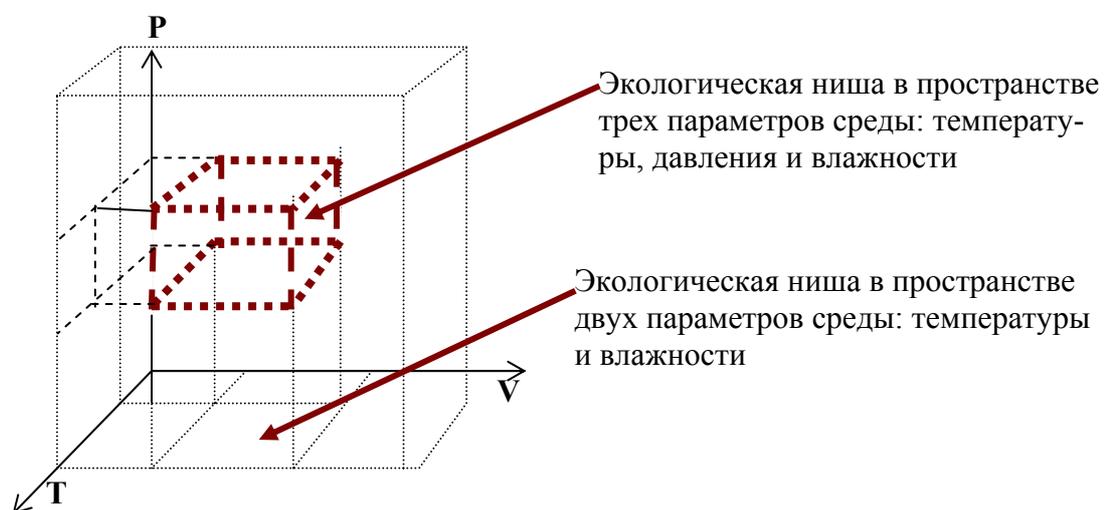


Рисунок 5.2 – К определению экологической ниши жизненной формы

Например, для нормального существования вида необходимы определенный уровень атмосферного давления (P), температуры (T) и влажности (V). Моделью экологической ниши является параллелепипед. В реальных случаях моделью экологической ниши является *многомерный параллелепипед*. Если вследствие каких-либо процессов изменятся фактические параметры среды и значения их выйдут за границы ниши, то для организма возможны два исхода:

- 1) организм **должен погибнуть** и его место займет более пластичный вид;
- 2) организм **попыtet приспособиться** к изменениям среды.

Если параметры среды изменились под воздействием деятельности человека, то амплитуда может настолько измениться, что организм не сможет приспособиться (**адаптироваться**).

Рассмотрим более подробно экологические факторы человека.

5.3. Экологические факторы человека

Экологическими факторами человека является любое условие среды, способное оказывать прямое или косвенное влияние на организм, хотя бы на протяжении одной из фаз его развития. Экологические факторы делятся на категории: **абиотические** – факторы неживой природы; **биотические** – факторы живой природы и **антропогенные факторы** – факторы, связанные с деятельностью человека.

Абиотические факторы:

- 1) *климатические* - свет, температура, влага, движение воздуха, давление, космическая и солнечная радиация и др.;
- 2) *эдафогенные* (эдафос – почва) - механический состав, влагоемкость, плотность, гранулометрия, минеральный состав и др.;
- 3) *орографические* – рельеф почвы, высота над уровнем моря, экспозиция склона;
- 4) *химические* – газовый состав воздуха, солевой состав воды, концентрации веществ в пищевых продуктах, состав почвенных растворов и др.

Биотические:

- 1) *фитогенные* – влияние растительных организмов;
- 2) *зоогенные* – влияние животных;
- 3) *микробиогенные* – влияние вирусов, бактерий, риккетсий;

Антропогенные:

- 1) влияние на человека атмосферы, нарушенной человеком;
- 2) влияние водной среды, нарушенной человеком;
- 3) влияние почвы, нарушенной человеком;
- 4) влияние флоры и фауны;
- 5) влияние человека на человека.

5.3.1. Основные абиотические факторы воздушного бассейна

1. **Поступающая от Солнца лучистая энергия (солнечная радиация)**, распространяющаяся в виде электромагнитных волн со скоростью 300 тыс. км/с. 99% ее составляют лучи с длиной волны 0.17-4.0 мкм, из них 48% - видимая часть спектра (0.4-0.76 мкм), 45% - инфракрасная (0.75 мкм - 10^{-3} м) и 7% - ультрафиолетовая (менее 0.4 мкм). Наиболее важная для человека часть – инфракрасная и видимая части спектра. Зеленые растения по-

разному используют спектральные области солнечного света: лучше всего ими используются красные и сине-фиолетовые части спектра.

Количество энергии, подходящей к Земле, практически постоянно: 21×10^{23} кДж в год. Эту величину называют солнечной постоянной. Чаще эту характеристику выражают в количестве джоулей, приходящихся на 1 см^2 земной поверхности, в единицу времени. Ее среднее значение равно 0.14 Дж/см^2 в сек. или 180 ккал/см^2 – на экваторе и 60 ккал/см^2 – на полюсах в год. Солнечная энергия поглощается и отражается земными предметами. Светлоокрашенные предметы больше отражают, темноокрашенные – больше поглощают. Например, чистый снег отражает 95% солнечной радиации; загрязненный снег – только 40-50%; чернозем – 5%; светлая почва – 45%, лес – 35-45%.

2. Освещенность земной поверхности. Освещенность определяется продолжительностью и интенсивностью светового потока, падающего на поверхность Земли, и зависит от смены светлой и темной частей суток. У многих животных и растений существуют суточные ритмы активности, связанные со сменой дня и ночи (как и у человека). В зависимости от условий обитания некоторые *растения* могут адаптироваться к тени: поэтому существуют виды тенелюбивых растений (плющ); теневыносливых (ель) и светлюбивых (хлебные злаки).

Для *животных* освещенность имеет меньшее значение, чем для растений. Многие животные способны развиваться в темноте: землеройные.

Для *человека* видимый свет – источник жизненной энергии, стимулятор выработки гормонов и регулятор биоритмов. Инфракрасный свет – источник тепла. Ближний ультрафиолетовый – губителен для болезнетворных бактерий.

3. Влажность атмосферного воздуха. Вода – главный компонент живых организмов. Растения состоят из 70-90% воды; медуза – 98%; рыба – 70%; млекопитающие (человек) – 63-68%. Влажность воздуха связана с насыщением его водяными парами. В нижних слоях атмосферы (до 1-2 км) сосредоточено до 50% атмосферной влаги. Существует верхний предел насыщения парами воздуха, который называют «максимальным». Разность между максимальным пределом и реальной насыщенностью называется **дефицитом влажности**. Чем выше дефицит влажности – тем суше и теплее, чем ниже – тем холоднее и более сыро. Повышение дефицита влажности приводит к усиленному плодоношению у растений и даже к интенсивному размножению (вспышкам деторождаемости) у животных. На анализе этого фактора основаны многие способы прогнозирования численности особей в мире живых организмов. Приспосабливаясь к условиям водного голода, растения адаптируются, сокращают листовую поверхность, сбрасывают листву полностью,

увеличивают толщину защитной пленки листьев; листья приобретают сильную опушенность.

4. Осадки. Осадки – это результат конденсации водяных паров: роса, туман, при низких температурах – снег, иней. По количеству осадков выделяют гумидные (влажные) зоны и аридные (засушливые). Максимум осадков наблюдается в зоне тропических лесов (до 2000 мм в год), а минимум - в пустынях тропического пояса (0.18 мм в год). Зоны, где количество осадков менее 250 мм в год, считаются засушливыми. Томская область характеризуется, в среднем, 400-500 мм осадков в год (в зависимости от района.), т.е. Томская область находится в зоне умеренной влажности.

5. Газовый состав атмосферы. Состав атмосферы относительно постоянен: азот, кислород, диоксид углерода, аргон и ничтожное количество других элементов. Соотношение газов в атмосферном воздухе следующее: 78.8% - азот; 20.95% - кислород; 0.93% - аргон; 0.03% - углекислый газ, На остальные вещества – неон, гелий, метан, водород, угарный газ, озон в сумме приходится 0.1%. 50% всей массы газов сосредоточено в 5-километровом нижнем приземном слое. Важнейшим элементом атмосферного воздуха является **азот**, который участвует в образовании белковых структур. **Кислород** обеспечивает окислительные процессы в живых тканях. **Диоксид углерода** – демпфер солнечного излучения. **Озон** – экран по отношению к ультрафиолетовой части солнечного спектра. Концентрация кислорода наибольшая у поверхности и с высотой снижается, поэтому животные для адаптации к высоте стали повышать количество гемоглобина в крови, а растения – хлорофилла в листьях /16/. В середине XIX века постоянство химического состава атмосферы стало нарушаться из-за деятельности человека. Увеличилось количество угарного газа, появились фреоны, пары кислот, аэрозоли тяжелых металлов. Наиболее чувствительными к вредным газам оказались хвойные породы, менее восприимчивы лиственные, в пределе, вокруг промышленных центров в скором будущем могут образоваться лишайниковые пустыни.

6. Температура на поверхности Земного шара. По сравнению со всеми абиотическими факторами температура имеет наибольшее значение для человека. Количество тепла, падающего на горизонтальную поверхность Земли, пропорционально синусу угла стояния солнца над горизонтом. Поэтому существуют суточные и сезонные колебания температуры.

Любой вид организмов может жить только в определенном интервале температур, который ограничен максимальным и минимальным летальными температурами. Все живые организмы из-за свойств протоплазмы способны жить при температуре от 0 до 50 град. С. Нижний предел связан с переходом воды в твердое состояние; верхний – со свертываемостью белка. Но многие организмы приспособляются и к более экстремальным условиям. Сине-

зеленые водоросли живут в горячих источниках (до 82 град. С); некоторые грибы способны выдержать 90 град. С; в условиях Индигирки, где нередки морозы до - 55 град. С, выживают деревья.

Для животных оптимум температуры + 18-29 град. С. Существуют виды, температура которых изменяется вместе с температурой окружающей среды: их называют **холоднокровными**. К ним относятся рыбы, насекомые, пресмыкающиеся и земноводные. Когда температура выходит за пределы экологической ниши, такие животные впадают в оцепенение или гибнут.

Животные, имеющие постоянную температуру, называются **теплокровными**. Они живут за счет активного обмена веществ и термоизоляции тела (мех, перья, одежда). К ним относится и человек.

Среди теплокровных *животных* прослеживается связь между географическим распространением и их морфологическими приспособлениями, которые сформулированы в виде правил.

Правило Бергмана (1847): животные одного вида в более холодных областях имеют более крупные размеры или в пределах вида животные с более крупными размерами встречаются в более холодных областях (белый медведь – 1000 кг, бурый – 750 кг, а гималайский – 65 кг).

Правило Аллена (1877): выступающие части тела у теплокровных животных (уши, хвосты, лапы) тем короче, а тело тем массивнее, чем холоднее климат (лисица Сахары – фенек - имеет длинные конечности и уши, лиса умеренных широт более приземиста, а песец – маленькие уши и короткую морду).

Правило Глогера (1833). Виды животных, обитающих в холодных и влажных зонах, имеют более интенсивную пигментацию тела, чем обитатели теплых и сухих областей, что позволяет им аккумулировать достаточное количество тепла.

7. Движения воздушных масс (ветер). Причиной ветра является неодинаковый нагрев земной поверхности: ветровой поток направлен в сторону меньшего давления или туда, где воздух более прогрет. Ветер – наиважнейший фактор переноса примесей в атмосферном воздухе, а также он изменяет температуру и влажность на планете. С ветром связано возникновение такого понятия, как «ветровая эрозия», в результате которой гумусовые частицы почвы переносятся на большие расстояния. Это приводит к оголению корней деревьев, семян, изреживанию посевов, иссушению почвы. В экологии животных и человека ветер играет небольшую роль.

8. Давление атмосферы. Нормальным давлением считается 750.1 мм рт. ст. при 0 град. С. Существуют области повышенного и пониженного дав-

ления на Земле. Наблюдаются суточные и сезонные циклы изменения давления. Возникновение областей с резко пониженным давлением сопровождается мощными потоками воздушных масс – циклонами. На человека влияет не столько высокое или низкое давление, сколько перепад давления.

5.3.2. Абиотические факторы почвы. По определению Вильямса В.Р. «Почва – это рыхлый горизонт суши, способный производить урожай растений» /2/.

В определении отражено важнейшее свойство почвы – плодородие. Почва является гигантской экологической системой. Которая наряду с Мировым океаном, оказывает решающее влияние на всю биосферу. Почва активно участвует в круговоротах веществ и энергии в природе, поддерживает газовый состав атмосферы.

Почва – это трехфазная среда, включающая твердую, жидкую и газообразные фазы, которые формируются в процессе взаимодействия климата, растений, животных и микроорганизмов. Существует большое разнообразие типов почв: подзолистые, пески, глина, чернозем и др.

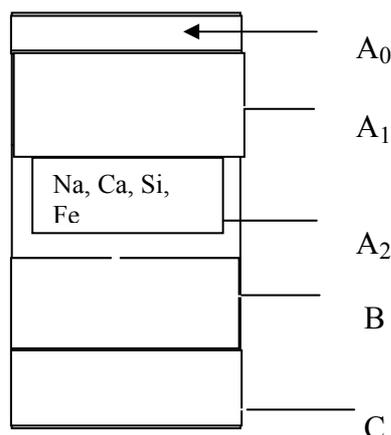


Рисунок 5.3.- Структура почвы

Выделяют пять слоев (пластов) почвы.

A₁ - этот горизонт называют гумусовым, он формируется при содействии растений и микроорганизмов. Количество гумуса определяет плодородие почвы.

A₀ - расположен (но не всегда есть) выше гумусового слоя. Называется этот слой «подстилка» или «дернина». Он состоит из растительных остатков, степного войлока, корневищ трав. Дернина влияет на тепловой и воздушный режимы корневой системы растений: защищает корни от перегрева и переохлаждения.

A₂ - горизонт *вымывания* - залегает под горизонтом A₁ и является малоплодородным подзолистым горизонтом. На черноземных почвах он, как правило, отсутствует. Горизонт характеризуется выносом основных химических веществ в более глубокие горизонты.

Еще глубже залегает горизонт **B** – *иллювиальный слой*. В нем накапливаются минеральные вещества из вышележащих слоев. Имеет бурую окраску и высокую плотность.

C – *материнская горная порода*, на которой формируется почва.

Основные свойства почвы:

1. **Химический состав почвы:** почвенная среда состоит из живой и косной материй: это слой материнский породы с живыми организмами и продуктами их жизнедеятельности.

Средний состав почвы:

- 50% - кремнезем (SiO_2),
- 25% - глинозем (Al_2O_3),
- 10% - оксиды железа (Fe_2O_3),
- на остальные вещества приходится около 15%, это: оксиды магния, калия, фосфора и кальция (MgO , K_2O , P_2O_5 , CaO).

2. **Механический состав почвы** - важное физическое свойство. Различают четыре градации почв по механическому составу: песок, супесь, суглинок и глина. От градации зависит водопроницаемость почвы, ее плотность, способность проникновения в почву корней растений, аэрация, т.е. насыщенность почвы кислородом.

3. **Состав растворенных в почве ионов**, от которого зависят биохимические свойства почвы. Некоторые ионы для растений являются ядом, другие - жизненно необходимы. Концентрация **в нормальной почве** ионов водорода (рН) должна быть близка к нейтральной (5.5). Засоленные и известковые почвы с $\text{pH} \geq 9$, торфяные с $\text{pH} \leq 4$ являются непригодными для земледелия. Однако существуют **ацидофильные** организмы, которые требуют кислых почв (ель, щавель, мхи); **нейтрофильные** – предпочитают нейтральную почвы (основные растения); **базофильные** – требуют известкования почв (ясень, люцерна). Существуют почвы с большим количеством растворенной в ней соли, особенно хлористого натрия. На таких почвах способны жить только **растения-галофиты**.

Безразличны к питательности почвы все птицы, млекопитающие и человек.

4. **Содержание биомассы.** В почве обитают множество растительных и животных организмов, грибов, бактерий, водорослей. В среднем, биомасса живых организмов в пахотном слое, снятом с 1 гектара, равна (в кг): бактерий 1000-7000; микрогрибов 100-1000; водорослей – 100-300; червей – 350-1000. Культурные растения в процессе роста изымают из почвы биогенные вещества. Потери восстанавливаются за счет внесения удобрений. Но удобрения непосредственно, как правило, растениями не усваиваются. В биологически доступную форму они трансформируются микроорганизмами почвы – без них почва неплодородна.

5.3.3. Абиотические факторы водной среды

На водную поверхность приходится 71% всей земной поверхности. Океан – главный приемник и аккумулятор солнечной энергии. Водная оболочка планеты носит название гидросферы и включает пресные воды (горные льды, реки, озера, болота) и воды океанов и внутренних морей. Основными факторами водной среды являются физические и химические свойства воды:

- 1) **плотность и вязкость** воды;
- 2) **подвижность** – постоянное перемещение вод в пространстве, поддерживающее водную гомогенность (однородность);
- 3) **температурная стратификация** – изменение температуры по глубине; от этого фактора зависит **периодические изменения температуры в водоемах**: в глубине самая низкая температура 2 град С, на поверхности самая высокая 37 град. С;
- 4) **прозрачность** (обратная характеристика **мутность**) – определяет световой режим в толще воды; прозрачность зависит от количества взвешенных частиц, фитопланктона, высших растений;
- 5) **соленость** - т.е. содержание в воде растворенных сульфатов, карбонатов, хлоридов; в пресных водах обнаруживаются, в основном, карбонаты: до 80%., в морских - хлориды и сульфаты; вода считается соленой, если концентрация солей превышает 0.5 мг/л. (в морской воде – 35 мг/л., причем хлористого натрия – 27 мг/л).
- 6) **количество растворенного кислорода** – кислород обеспечивает дыхание живых водных организмов. Кислород мало растворим в пресной воде, еще меньше - в соленой. Максимальная концентрация кислорода, растворенного в пресной воде, составляет 10.2 см³/л при 0 град. С и 5.5 см³/л при 30 град. С. В пресных водоемах содержание кислорода сильно зависит от времени года: зимой оно уменьшается и может вызвать гибель (замор) рыбы. Очень критичны к этому показателю лососевые породы (форель), менее критичны – карповые (карась).

5.3.4. Биотические факторы /4,25/

Под биотическими факторами понимают совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на другие. К биотическим факторам относятся также все живые организмы, окружающие данный организм, и оказывающие на него прямое или косвенное влияние в результате своей жизнедеятельности.

Взаимоотношения между живыми организмами называют **коакциями**. Коакции классифицируют с точки зрения реакции друг на друга: **гомотипические** и **гетеротипические**. Гомотипические коакции - это взаимодействия между особями одного и того же вида (гомотипическая коакция людей, на-

пример, «эффект толпы»). Гетеротипические коакции – это коакции между индивидуумами разных видов (лисы питаются зайцами).

Важнейшим двигателем к возникновению взаимоотношений между живыми организмами (в возникновении коакций) является пищевой фактор. Первичное органическое вещество на Земле создают растения, следовательно, они обеспечивают энергией (через пищу) все живое. Каждый вид живого организма обладает избирательностью к пище.

Среди животных имеются виды, питающиеся исключительно растительной пищей (**фитофаги**) или только животной (**зоофаги**), причем одним видом (**монофаги**) или многими видами (**полифаги**).

Виды взаимоотношений между живыми организмами:

1. У животных (и человека) наиболее распространено **хищничество** – поедание одного организма (**жертвы**) другим организмом (**хищником**). Все травоядные, по существу, являются хищниками, так как поедают живую материю – растительность. Известны хищные бактерии, растения, насекомые. Хищники бывают нулевого порядка – поедают только растения; первого порядка – нападают на мирных (травоядных) животных, а также второго порядка и более высоких порядков – нападают на более слабых, чем они хищников. В развитии численности хищников и жертв существует тесная связь.

2. Другой тип взаимоотношений – **паразитизм**. Такие взаимоотношения, когда один вид (паразит) использует организм другого вида (хозяина) в качестве среды обитания и источника пищи. Примеры – гельминты, клещи, возбудители болезней – микробы. Это истинный паразитизм. Имеется также временный паразитизм. Некоторые насекомые (**паразитоиды**) откладывают яйца в тело других насекомых (животных). Во взрослой фазе они живут свободно. Различают **эктопаразитов** – питаются телом хозяина, проживая на его поверхности, и **эндопаразитов** – имеют приспособления, позволяющие жить и питаться внутри хозяина.

3. Взаимоотношение – **комменсализм** (сотрапезничество) – поедание остатков трапезы другим видом (гиены). Среди растений – это лишайники, лианы, орхидеи, живущие за счет других деревьев, не принося им вреда. Они питаются веществами, накапливающимися между корой и телом дерева. Зеленая водоросль поселяется на шерсти ленивца, делает его незаметным в листве.

4. **Форезия** – перенос одних видов другими. Пример - блохи, пиявки на рыбе.

5. **Синойкия** – использование гнезд одних видов для жительства другим видом.

6. **Нейтрализм** – взаимная независимость совместно обитающих видов; в природе эти взаимоотношения обнаружить сложно.

7. **Мутуализм** – способность одних видов развиваться в присутствии других; это микелии грибов и корни высших растений, корень – среда обита-

ния, а гриб способствует поступлению воды и питательных веществ, т.е. взаимодействие благоприятно для обоих видов.

8. **Аменсализм** – один вид в присутствии другого не может развиваться и размножаться; блохи, живущие в норах с сусликами, являются переносчиками болезней и последние часто погибают; вороны, питаясь остатками трапезы волка, своим криком отпугивают пищу от охотящегося волка или привлекают охотника и др.

9. **Протокооперация** – совместное проживание нескольких видов для защиты от врагов;

10. **Интерференция** – непреднамеренное подавление одного вида другим, например, белки, поедая шишки хвойных деревьев, не дают им размножаться;

11. **Симбиоз** – (сожительство) – разные виды проживают совместно и регулируют взаимоотношения между собой и внешней средой.

Многообразны отношения между животными и растениями. Перенос семян, заболеваний, укрытие от хищников и непогоды и др. Хищники, паразиты, зоофаги и фитофаги являются факторами среды, экологическими элементами. С общеэкологических позиций они все *взаимно необходимы друг другу*. В процессе их взаимодействия идет естественный отбор, приспособительная изменчивость, а это – важнейшие элементы эволюции. Исчезновение какого либо «врага» может привести к вымиранию вида, которым питался этот враг, за этим следуют болезни, перерасплод, вымирание.

5.3.5. Антропогенные факторы

Это факторы, связанные с хозяйственной деятельностью человека и оказывающие любое влияние на живые организмы. Можно выделить три большие группы явлений, объединенных названием антропогенные факторы:

- изменение численности организмов;
- переселение организмов;
- изменение среды обитания организмов.

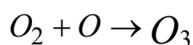
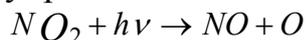
Начало действию этих факторов было положено на заре появления *HOMO SAPIENS*, когда древние люди начали собирать растения и охотиться на животных. Естественная растительность заменялась при этом культурной, животные одомашнивались. Начался селекционный отбор. Начала изменяться природа.

Гумбольдт А. В XIX веке написал: «*Человеку предшествуют леса, а сопровождает его пустыня*». Человек начал сознательно расселять, переселять и акклиматизировать новые для данной местности виды растительности и животных, иногда нанося вред экосистеме. Например, в Белоруссию завезли дальневосточную енотовидную собаку, при этом резко сократилось число

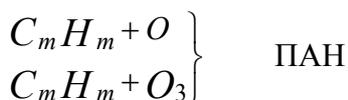
гнездящихся на земле птиц, вслед за этим резко возросло число колорадского жука, в результате резко упали урожаи картофеля и томатов и т.д.

Регионы техносферы и территории, примыкающие к очагам техносферы, постоянно подвергаются загрязнению атмосферный воздух вредными для человека веществами и их соединениями. В некоторых городах концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе превысили 10 предельно допустимых концентраций для этих веществ. Например, для Братска характерны загрязнения бенз(а)пиреном (сильный канцероген), формальдегидом, сероуглеродом; в Иркутске – это диоксид азота, бенз(а)пирен, формальдегид; в Магнитогорске – бенз(а)пирен, сероуглерод; в Москве – формальдегид, бензол, диоксид азота; в Омске – аммиак и формальдегид. Высокие концентрации некоторых веществ в атмосфере приводят к нежелательным последствиям: фотохимическому смогу, к разрушению озонового слоя Земли, к выпадению кислотных дождей, к возникновению парникового эффекта.

Фотохимический смог. Химия этого явления достаточно сложная, но в упрощенном виде может быть представлена следующими уравнениями:



.....



ПАН – пероксиацилнитраты

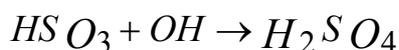
Смог очень токсичен, в его состав входят O_3 - озон в количестве 60-75%; ПАН; H_2O_2 – до 20%. Для образования смога необходимо в солнечную погоду наличие оксидов азота и углеводородов, которые выбрасываются автотранспортом и промышленными предприятиями. Наиболее вероятное время суток для образования смога – 11-14 часов дня. Воздействие смога на растительность и человека приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Воздействие фотохимического смога на растительность и человека /1/

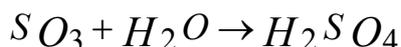
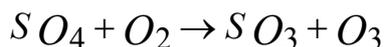
Концентрация оксидантов, мкг/куб. м	Экспозиция, час	Эффект воздействия
100	4	Повреждение растительности
200	4	Раздражение глаз
250	24	Обострение респираторных заболеваний
600	1	Ухудшение спортивных показателей

Кислотные дожди. Проблема кислотных дождей возникла в 80-е годы. Источниками их являются газы, содержащие серу и азот. Наиболее важ-

ные из них: $S O_2$, $N O_x$, H_2S . Основные реакции, при которых появляются серная и азотная кислоты, следующие:



или



Соединения серы и азота, поступая в атмосферу, вступают в химические реакции не сразу, а иногда через 2-8 суток. При этом вместе с атмосферным воздухом серная и азотная кислоты могут «пройти» расстояние до 2000 км от источника выбросов и лишь затем выпасть с кислотными осадками на землю.

Различают *прямое и косвенное* влияние кислотных осадков. Прямое влияние большой опасности человеку не представляет, так как в концентрации кислот в воздухе при этом не превышает ПДК. Опасными такие дожди могут быть лишь детям и больным-астматикам. Прямое воздействие слабых кислот может сказаться на металлоконструкциях (коррозия) и на зданиях и памятниках (взаимодействие с карбидом кальция).

Наиболее опасно попадание кислотных осадков в водоемы и в почву. Попадание кислоты в водоемы, понижает рН воды (рН=7 – нейтральная среда), от кислотности зависит растворимость в воде тяжелых металлов, которые по трофическим цепям и непосредственно с водой могут попасть в организм человека. В России осадки с рН=4.0 – 4.5 наблюдаются в Тюмени, Архангельске, Вологде, Тамбове, Омске.

Парниковый эффект. Состав атмосферы определяет величину солнечной радиации в тепловом балансе Земли. Экранирующая роль атмосферы позволяет поддерживать среднюю температуру биосферы на уровне + 15 град. С, тогда как без атмосферы средняя температура биосферы была бы около – 15 град. С. Основная доля солнечной радиации передается к поверхности Земли в оптическом диапазоне, а отраженная – в инфракрасном спектре. Баланс зависит от наличия в атмосфере газов: CO_2 , H_2O , CH_4 , O_3 и пыли. Чем выше концентрация газов, тем меньше доля отраженной солнечной радиации уходит в космос, тем больше теплоты задерживается в биосфере. В последние годы в связи с развитием теплоэнергетики, автотранспорта, бытовой химии резко стали возрастать концентрации газов в атмосфере. Это очень опасно для островных стран, парниковый эффект ведет к потеплению климата, а это повлечет за собой

таяние вечных ледников. По прогнозам к 2050 году уровень моря может подняться на 25-40 см, а к 2100 году – на 2 м. Это приведет к затоплению 5 млн. км² суши (30% всех урожайных земель).

Парниковый эффект может наблюдаться и на региональном уровне. Антропогенные источники, сконцентрированные в крупных городах, создают около городов в радиусе около 50 км зоны с повышенными на 1-5 град.С температурами. Эти зоны хорошо просматриваются со спутников.

Разрушение озонового слоя. Техногенное влияние не ограничивается приземным слоем атмосферы. Некоторая часть примесей поступает в озоновый слой биосферы и разрушает его. «Озоновые дыры» пропускают значительное количество ультрафиолетового излучения с длиной волны менее 290 нм. Достигнув поверхности Земли, УФ-излучение губительно действует на растительность, вызывает онкологические заболевания у животных и людей, стимулирует глазные заболевания.

Основными веществами, разрушающими озоновый слой, являются соединения хлора и азота.

Одна молекула хлора может разрушить 10⁵ молекул озона!

Источниками хлора и азота являются атомные взрывы, военные самолеты, ракеты.

Влияние на озоновый слой оказывают также фреоны, продолжительность жизни которых около 100 лет. Источниками фреонов являются холодильные агрегаты и бытовые распылительные баллончики.

По оценкам ученых разрушение озонового слоя в 1974 году достигло 0.4-1%; к 2000 году прогнозируется разрушение уже 3%; к 2050 – 10%. Ядерная война может сразу уменьшить озоновый слой на 70%.

5.4. Адаптация живых организмов к экологическим факторам

Живые организмы по-разному могут приспособиться к изменяющимся условиям среды их обитания. У одних животных **требования к условиям жизни более широкие**, у других – более узкие. Например, хариус может жить в проточной чистой пресной воде с большим содержанием растворенного кислорода, в то время как карась может жить и в стоячей воде, зарываясь в неблагоприятные дни в ил, а корюшка может жить как в пресной, так и в соленой воде.

Растения по отношению к воде бывают влаголюбивыми (**гигрофильными**) – кувшинка, предпочитающими умеренную влажность (**мезофильными**) – ель и сухолюбивыми (**ксерофильными**) – верблюжья колючка.

По отношению к температуре живые существа также различаются. Виды с широкой амплитудой изменения допустимой температуры относятся к **эвритермным** («эври» – «широкий», греч.) видам (Рис. 5.1, кривая 1). Виды 2 и 3 (Рис. 5.1, кривые 2 и 3). относятся к **стенотермным** («стенос» – узкий)

видам, причем вид 2 – к **криофильным**, а вид 3 – к **термофильным**. Вид 1 развивается в очень широком диапазоне температур, причем наиболее

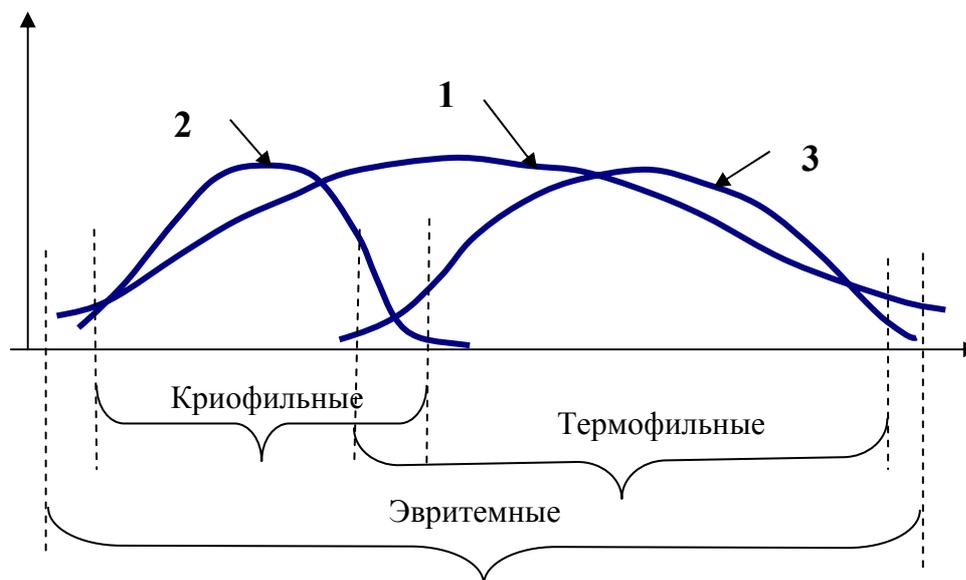


Рисунок 5.1 – Виды животных по отношению к температуре

оптимальные условия – максимум кривой – как правило, находится в средней части области. На краях кривой расположены пограничные условия, которые называют **пессимальными**. В pessимальных условиях снижается активность, упитанность, плодовитость и др. Для некоторых условий важными являются не только значение характеристики среды, но и скорость колебаний характеристик. Например, гусеницы при резком охлаждении от 15 до –20 град погибают, а при медленном – могут охлаждаться до –100 град. С, затем, медленно согреваясь, вернуться вновь к жизни.

Способность вида к адаптации (приспосабливаемость к изменениям условий жизни) называется **экологической валентностью** (пластичностью). Чем выше пластичность, тем выше приспособляемость к жизни. Воробей, например, пластичнее соловья; а лось – пластичнее кабана.

Эволюционно выработанные и наследственно закрепленные способности живых организмов приспособляться в условиях динамичности экологических факторов называется адаптацией.

Виды адаптации:

1. **Морфологические адаптации.** Растения, растущие в пустыне, как правило, лишены листьев; животные плавающие имеют на лапах перепонки и др.

2. **Физиологические адаптации.** Животные, питающиеся определенной пищей, имеют различный ферментарный состав в пищеварительном тракте;
3. **Поведенческие (этологические) адаптации.** Возможно потребительское поведение животных: создание жилищ, передвижение с целью выбора наиболее хороших условий жизни; брачные игры для продолжения рода; резкие движения для отпугивания хищников и др.

Контрольные вопросы к теме 5:

1. Что такое «экологический фактор»?
2. Является ли для человека экологическим фактором концентрация кислорода в воздухе?
3. Является ли для человека экологическим фактором механический состав почвы?
4. В каком диапазоне давления может жить человек?
5. Как называется область наиболее благоприятных значений фактора?
6. Что такое «пессиум»?
7. Какой закон вывел Ю. Либих?
8. Какова современная формулировка закона Либиха?
9. Что такое «толерантность»?
10. Чем толерантней организм, тем он (более или менее?) распространен на планете.
11. О чем говорит закон квантитационной компенсации?
12. Что такое «лимитирующий фактор»?
13. Дайте определение экологической ниши.
14. Чем грозит выход условий за границы экологической ниши?
15. Каковы границы экологической ниши человека по температуре?
16. Каковы границы экологической ниши человека по атмосферному давлению?
17. Что такое адаптация?
18. Перечислите абиотические факторы природной среды.
19. Как влияет на жизнедеятельность человека видимый свет?
20. Какую функцию выполняет в атмосфере азот, кислород, озон?
21. Как адаптируются живые организмы (растения, животные) к недостатку кислорода?
22. Приведите пример применения правила Бергмана в животном мире.
23. Приведите пример применения правила Аллена в животном мире.
24. Какой из почвенных слоев (пластов) является плодородным?
25. Что является основной химической составляющей почвы?
26. Приведите пример гомотипической коакции?
27. Какие из биотических отношений свойственны для человека?
28. В каких отношениях находятся человек и таракан?

29. В каких отношениях находятся человек и корова?
30. С какими животными человек может находиться в отношении форезии?
31. Что такое экологическая валентность?
32. Назовите виды адаптации?
33. Приведите пример физиологической адаптации.

6. АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ В УСЛОВИЯХ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

6.1. Экологическая ситуация и проблема /23/

Под экологической ситуацией понимают состояние окружающей среды или отдельных ее факторов, имеющих эмоциональную, количественную или качественную оценку. Антропоцентристское (с точки зрения влияния на человека) понимание экологической ситуации – это ситуация, которая требует улучшения или предотвращения воздействия природной среды на человека. Современная экологическая ситуация в мире сложилась в условиях научно-технической революции (середина XX века), в результате которой усложнились взаимоотношения человеческого общества и природы. Человек начал влиять на ход естественных процессов. Оно выражается в том, что человек:

- добывает полезные ископаемые – *изымает вещества* из почвы;
- выбрасывает в атмосферу, в воду и в почву отходы – *внедряет новые компоненты* в ОС;
- осушает болота, орошает поля – *нарушает водный баланс*;
- сжигает топливо – *влияет на энергетический баланс*.

НТР создала огромные силы как для покорения природы, так и для ее разрушения и загрязнения. Еще в 40-х годах акад. В.И. Вернадский сказал, что *производственная деятельность человека приобрела масштабы, сравнимые с геологическими преобразованиями на Земле*. Человечество в настоящее время осваивает практически все доступные природные ресурсы. За последние годы сырья добыто больше, чем за всю историю человечества. В некоторых странах возобновимые ресурсы (пресная вода, гидроэнергия) используются полностью на 100%.

В настоящее /2/ время человек уже эксплуатирует 55% суши (под города, сады, поля и др.); 13% речных вод; скорость сведения лесов составляет 18 млн. га в год; теряется (опустынивание, засоление) от 50 до 70 тыс. км² земель в год; ежегодно из недр извлекается 100 млрд. т руды; сжигается до 7 млрд. т топлива; рассеивается на полях свыше 800 млн. тонн минеральных удобрений и более 4 млн. тонн ядохимикатов. По данным ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения) сейчас используется более 500 тысяч видов химических соединений, из них 40 тысяч соединений обладают вредными свойствами для человека, а 12 тысяч – токсичны.

Современные технологии не позволяют полностью переработать добытое сырье, и часть его возвращается в природу в виде **отходов**. Есть данные, что годовая продукция составляет всего 1—2% от добытого сырья, все остальное идет в отходы. Ежегодно в биосферу поступает более 30 млрд. тонн бытовых и промышленных газообразных (в атмосферу), жидких (в гидросферу) и твердых (в литосферу) отходов.

Ожидается рост числа крупных городов на планете. В 1950 году в мире было только 5 городов с населением свыше 5 млн. человек, то к 2010 году планируется возникновение не менее 60 таких городов; предполагается возникновение гигантских городов, например, Мехико может вырасти до 31 млн. человек.

В историческом плане выделяют несколько этапов изменения биосферы человечеством, которые оканчивались экологическими кризисами.

1) Воздействие человечества на биосферу как обычного экологического вида.

2) Сверхинтенсивная охота без изменения экосистем в период становления человечества.

3) Изменение экосистем через естественно идущие процессы: пастьба скота, выжигание лесов для полей.

4) Изменение экосистем путем интенсивной механизированной распашки и вырубки леса.

5) Глобальное изменение всех компонентов экосистем.

Последний этап начался около 300 лет назад и достигает наибольшей остроты сейчас.

Воздействие человека на биосферу сводится к четырем формам:

- изменение структуры земной поверхности: вырубка лесов, мелиорация, создание искусственных озер, морей и т.д.
- изменение состава биосферы: создание отвалов, изъятие ископаемых, выброс веществ в атмосферу;
- изменение энергетического баланса на всей планете;
- изменения, вносимые в биоту: выведение новых сортов растительности, видов животных, перемещения их на новые места обитания.



Рисунок 6.1 - Результаты жизнедеятельности среднего города с миллионом жителей

Все цифры на рисунке даны в тоннах в сутки!!!

6.2. Классификация видов антропогенного загрязнения ОС

Загрязнением считается внесение в какую-либо среду новых, нехарактерных для нее физических, химических или биологических агентов или превышение естественного среднесуточного уровня этих агентов в среде.

Непосредственными объектами загрязнения служат основные компоненты экотопа: атмосфера, вода, почва. **Косвенными объектами** являются объекты биотопа: растения, животные, микроорганизмы. **Источниками загрязнения** являются: промышленные предприятия, теплоэнергетический комплекс, бытовые отходы, отходы сельского хозяйства, транспорта, химические вещества, намеренно вводимые в экосистемы для борьбы с вредителями и болезнями, и др.

Загрязнитель – это любой физический агент, химическое вещество или биологический вид, попадающие в окружающую среду или возникающие в ней в количествах, выходящих за рамки своей обычной концентрации – предельных колебаний или среднего природного фона.

Различают **природные** (естественные) источники загрязнения (вызванные естественными, чаще катастрофическими причинами, например, загрязнение вулканической пылью) и **антропогенные** («антропос» – человек), вызванные человеческой деятельностью.

Среди антропогенного загрязнения выделяют следующие виды загрязнения:

- 1) **биологическое** (вирусы и бактерии, вызывающие заболевания);
- 2) **механическое** (засорение среды агентами, оказывающими только механическое воздействие, например, пластиковые бутылки);
- 3) **химическое** (изменение естественных природных свойств среды, в результате которого в среду проникают вещества, обычно отсутствующие в ней или превышает среднесуточную норму каких-либо веществ);
- 4) **микробиологическое** (микробное) – появление необычно большого количества микроорганизмов, связанное с массовым их размножением на антропогенных субстратах или средах, измененных в ходе хозяйственной деятельности;
- 5) **физическое** (изменение физических характеристик среды).

Загрязнение физическое делят на следующие типы:

- **тепловое** (термальное), промышленные выбросы нагретого воздуха, отходящих газов и воды;
- **световое** – нарушение естественной освещенности местности в результате применения искусственных источников света, приводящее к аномалиям в жизни растений и животных;

- *шумовое* – образуется в результате увеличения интенсивности и повторяемости шума сверх природного уровня;
- *электромагнитное* – появляется в результате изменения электромагнитных свойств среды (линии электропередач, радио, телевидение);
- *радиоактивное* – связано с превышением естественного уровня содержания радиоактивных веществ.

В любом случае объектом загрязнения является элементарная структурная единица биосферы – *биогеоценоз*. Избыток некоторых факторов или присутствие непредусмотренных веществ означает отход от требований экологической ниши того или иного организма или звена в пищевой цепи. При этом снижается скорость процессов обмена веществ, снижается продуктивность биогеоценоза в целом.

Последствия загрязнения далеко не всегда ощущаются сразу. Иногда скачкообразным проявлениям загрязнения предшествуют скрытые. Ученые ищут способы косвенной индикации загрязнения в начальные моменты времени.

С экологических позиций загрязнение – есть комплекс помех в экосистемах, который действует на потоки энергии и информации в пищевых цепях.

При **естественных помехах** организмы приспособляются к новым условиям, адаптируются. При этом происходит **естественный отбор**. При **антропогенных помехах** приспособительные реакции организмов не выдерживают и происходит **массовая гибель** организмов.

Примерами разрушений биогеоценоза (следовательно, загрязнения) могут служить:

- добыча полезных ископаемых (сопровождается свалками, гибелью и вырубками леса),
- осушение торфяных болот (разрушение болотной экосистемы),
- охота,
- рыбалка и др.

Например, охота – это активная форма воздействия на популяцию, которую можно рассматривать как комплекс помех, следовательно, как загрязнение. Вредные факторы при охоте: беспокойство, шум, запахи, нарушение баланса популяции (возрастной, сексуальной структуры, численности, плотности).

Последствия загрязнения:

1. Загрязнение среды – это процесс нежелательных потерь вещества, энергии, труда и средств, приложенных человеком к добыче и заготовке сы-

рья и материалов, превращающихся в безвозвратные отходы, рассеиваемые в биосфере.

2. Загрязнение имеет следствием необратимое разрушение как отдельных экологических систем, так и биосферы в целом, включая воздействие на глобальные физико-химические параметры среды.

3. Загрязнение прямо или косвенно ведет к ухудшению физического и морального состояния человека.

Защита ОС от загрязнения – одна из основных задач в общей проблеме природопользования, сохранения качества среды для настоящего и будущих поколений человечества.

6.3 . Загрязнение атмосферы

6.3.1. Классификация источников загрязнения атмосферы

Атмосфера – это газовая оболочка Земли. Ее масса составляет 5.9×10^{15} т . Атмосфера имеет слоистую структуру. До высоты 100 км состав воздуха практически не меняется. Выше 100 км атмосфера состоит, в основном, из кислорода и азота. Выше 150 км весь кислород находится в атомарном состоянии. Выше 400 км все газы находятся в атомарном состоянии. Выше 600 км в атмосфере начинает преобладать гелий. Выше 2000 км – преобладает водород.

Все источники загрязнения атмосферы можно разделить на естественные и искусственные.

- **Естественные** бывают земного и внеземного происхождения. К внеземным относится, например, космическая пыль. Источниками земного происхождения является природная пыль: неорганическая (выветривание пород, вулканизм и др.) , органическая (пыльца растений, пух животных) и дым. **Космическая пыль** образуется из остатков сгоревших метеоритов при их прохождении атмосферы. Ежегодно на Землю выпадает от 2 до 5 млн. т. космической пыли. **Природная пыль** является постоянной составной частью атмосферы. Она возникает из-за разрушения горных пород, вулканических извержений, лесных, торфяных пожаров, испарений с поверхности морей, создается спорами растений, продуктами разложения растений и животных.

Естественное загрязнение атмосферы не угрожает биогеоценозу и безвредно для живых организмов.

- **Искусственные** загрязняющие вещества (антропогенные) - это радиоактивные (эксплуатация реакторов, атомные взрывы), химические (выбросы предприятий) и прочие. Наиболее распространенные выбросы промпредприятий: зола, пыль, силикаты, хлорид свинца, сернистый ангидрид, сероводород, углеводороды, аммиак, диоксид углерода, хлористый водород.

6.3.2. Перенос загрязнений в атмосфере /27/

Количество солнечной энергии, поступающей на поверхность Земли, в разных местах неодинаково. В результате атмосфера нагревается неравномерно. Эти неравномерности служат причиной циркуляции атмосферы. Благодаря такой циркуляции происходит усреднение основного компонентного состава атмосферы и перенос водяного пара от океанов к континентам.

Кроме крупномасштабных воздушных течений в нижних слоях атмосферы возникают местные циркуляции - ветер.

Движение воздушных масс имеет турбулентный характер. Наряду со скоростью ветра (горизонтальное перемещение), возникают пульсации в вертикальной и продольной ветру направлениях. При математическом моделировании процессов переноса веществ в атмосфере принимают следующие обозначения: направления осей (Рис. 6.2) : X (соответствует направлению ветра и параллельно поверхности), Y (перпендикулярно направлению ветра и параллельно поверхности земли), Z (перпендикулярно поверхности земли); турбулентные пульсации вдоль осей обозначают соответственно U , V , W . Изменение концентрации некоторого вещества определяется уравнением турбулентной диффузии

$$\frac{dC}{d\tau} + U \frac{dC}{dX} + V \frac{dC}{dY} + W \frac{dC}{dZ} = \frac{d}{dX} K_x \frac{dC}{dX} + \frac{d}{dY} K_y \frac{dC}{dY} + \frac{d}{dZ} K_z \frac{dC}{dZ} - \alpha_c$$

C – концентрация вещества; τ - время; α_c - коэффициент изменения концентрации за счет превращений; K_x , K_y , K_z - коэффициенты турбулентной диффузии по осям.

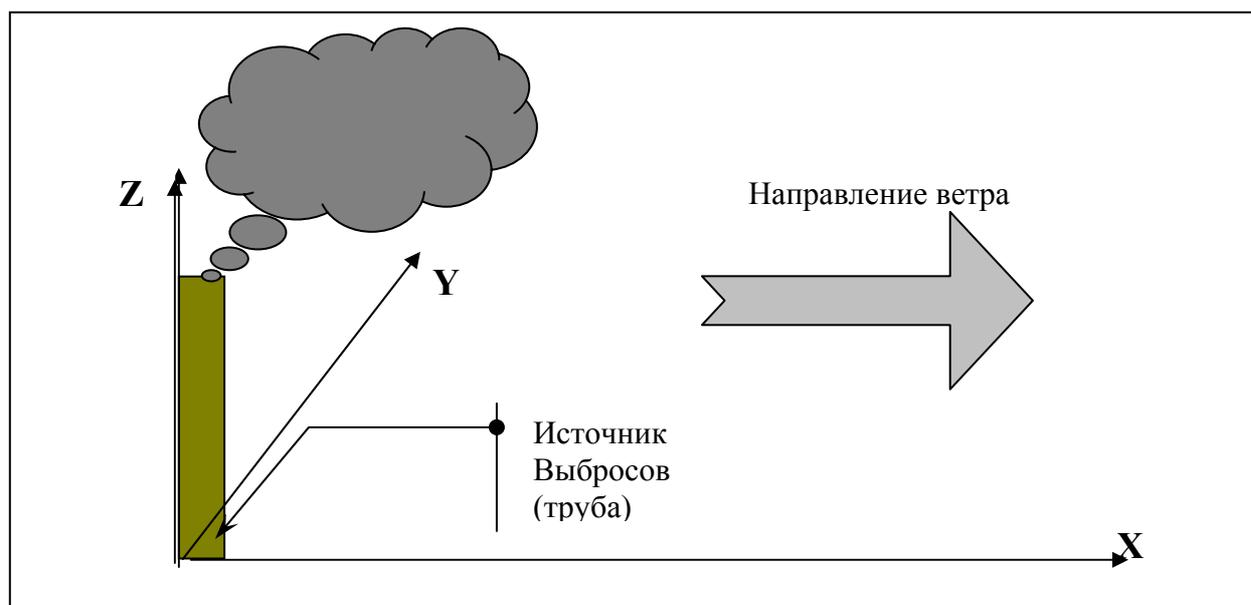


Рисунок 6.2 – Направление осей координат при моделировании распространения вещества в атмосфере

Коэффициент турбулентной диффузии – это коэффициент пропорциональности между средним потоком примеси в атмосфере и градиентом ее осредненной концентрации.

При равенстве коэффициентов K_x, K_y, K_z наблюдается изотропная турбулентная диффузия.

Решение уравнения дает возможность рассчитать концентрацию загрязняющего вещества на различных расстояниях от места выпуска. Для упрощения решения – вводят различные ограничения:

- считают процесс выпуска квазистационарным, т.е. $(\frac{dC}{d\tau} = 0)$;
- пренебрегают процессом превращения веществ, т.е. $\alpha_c = 0$;
- считают, что распространение вещества в направлении, перпендикулярном направлению ветра незначительно, т.е. $(K_y = 0)$.

Но даже такие упрощения не делают решение уравнения турбулентной диффузии достаточно простым. Поэтому на практике прибегают к различным способам упрощения процедуры моделирования распространения загрязняющего вещества в атмосферном воздухе при различных метеорологических условиях. Основным прием, который используется в России в настоящее время, это моделирование согласно методике, разработанной в Государственной геофизической обсерватории им. Воейкова в 1986 году, получившей название ОНД-86 (Общесоюзный нормативный документ /27/). По этой методике математическая модель распространения вещества в турбулентной атмосфере представляется состоящей из трех подмоделей:

- первая - модель, описывающая распространение вещества от источника выбросов до расстояния, на котором достигается максимально возможная концентрация вещества (X_{max});
- вторая – в диапазоне расстояний от X_{max} до $8 \times X_{max}$;
- третья – на расстоянии свыше $8 \times X_{max}$.

6.3.3. Методика ОНД-86 /27/

Расчет уровня максимальной концентрации вещества в воздухе (C_m) выполняется по формуле:

$$C_m = \frac{A \times M \times F \times t \times n}{H^2 \times (V1 \times dT)^{1/3}} \times \Gamma$$

где A - безразмерный коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы (Таблица 6.1); M (г/с) - масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени; F - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воз-

духе; m и n - коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из источника; H (м) - высота источника над уровнем земли; Γ - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (если территория, на которой расположен источник выбросов, ровная, т.е. перепад высот не превышает 50 м на 1 км, то $\Gamma = 1$, если перепад высот более 50 м, но не превышает 100 м на 1 км, то $\Gamma = 2$, для сильно пересеченной местности, то $\Gamma = 3$); dT (град) - разность между температурой выбрасываемой смеси (T_2) и температурой окружающего воздуха (T_0); VI (м³/с) - расход газовой смеси.

VI определяется по формуле:

$$VI = \frac{3.14 \times D^2}{4} \times O_{то},$$

где D (м) - диаметр источника выбросов (трубы); $O_{то}$ (м/с) - средняя скорость выхода газовой смеси (дыма) из устья источника.

Коэффициент A определяется из таблицы 6.1.

Таблица 6.1 Определение коэффициента A для различных регионов

Регион	Значение коэффициента A
РСФСР южнее 50 с.ш., Казахстан, Дальний Восток, Сибирь	200
Средняя Азия южнее 40 с.ш., Бурятская ССР, Читинская обл.	250
Европейская часть РСФСР и Урал от 50 до 52 с.ш. кроме Украины	180
Европейская часть РСФСР и Урал севернее 52 с.ш., Украина	160
Московская, Тульская, Рязанская, Владимирская, Калужская,	140
Ивановская области	120

Значение коэффициента F принимается равным 1 для всех газообразных вредных веществ. $F = 2$ для взвесей и мелкодисперсных аэрозолей при наличии на предприятии очистных и газоулавливающих сооружений и $F = 3$ для вышеназванных веществ, если очистных и газоулавливающих сооружений нет.

Коэффициенты m и n определяются в зависимости от параметров f и Vm , которые рассчитываются по нижеприведенным формулам.

$$f = \left[\frac{(O_{то}^2 \times D)}{(H^2 \times dT)} \right] \times 1000.$$

$$V_m = [(V_l \times dT) / H]^{1/3} \times 0.65.$$

$$m = \begin{cases} \frac{1}{0.67 + 0.1 \times f^{1/2} + 0.34 \times f^{1/3}} & \text{при } f < 100 \\ \frac{1.47}{f^{1/3}} & \text{при } f \geq 100 \end{cases}$$

$$n = \begin{cases} 0.532 \times V_m^2 - 2.13 \times V_m + 3.13 & \text{при } 0.5 \leq V_m < 2 \\ 4.4 \times V_m & \text{при } V_m < 0.5 \\ 1 & \text{при } V_m \geq 2 \end{cases}$$

Определение расстояния X_m (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация C ($\text{мг}/\text{м}^3$) достигает максимального значения C_m ($\text{мг}/\text{м}^3$) выполняется по формуле:

$$X_m = \frac{5 - F}{4} \times d \times H,$$

где безразмерный коэффициент d при $f < 100$ определяется по формуле:

$$d = \begin{cases} 2.48 \times (1 + 0.28 \times f^{1/3}) & \text{при } V_m \leq 0.5 \\ 4.95 \times V_m \times (1 + 0.28 \times f^{1/3}) & \text{при } 0.5 < V_m \leq 2 \\ 7 \times \sqrt{V_m} \times (1 + 0.28 \times f^{1/3}) & \text{при } V_m > 2 \end{cases}$$

При $f \geq 100$ значения d находят по формулам:

$$d = \begin{cases} 5.7 & \text{при } V_m \leq 0.5 \\ 11.4 \times V_m & \text{при } 0.5 < V_m \leq 2 \\ 16 \times \sqrt{V_m} & \text{при } V_m > 2 \end{cases}$$

Основными метеорологическими факторами, влияющими на концентрацию вредных веществ в атмосферном воздухе, являются скорость и направление ветра. Определение опасной скорости ветра Um (м/с), при которой достигается на расстоянии X_m (м) от источника выбросов максимально возможное значение концентрации вредного вещества (C_m), определяется по нижеприведенным формулам.

Если $f < 100$, то опасная скорость ветра рассчитывается по формуле:

$$U_m = \begin{cases} 0.5 & \text{при } V_m \leq 0.5 \\ V_m & \text{при } 0.5 < V_m \leq 2 \\ V_m \times (1 + 0.12 \times \sqrt{f}) & \text{при } V_m > 2 \end{cases}$$

При $f \geq 100$ опасная скорость ветра рассчитывается по формуле

$$U_m = \begin{cases} 0.5 & \text{при } V_m \leq 0.5 \\ V_m & \text{при } 0.5 < V_m \leq 2 \\ 2.2 \times V_m & \text{при } V_m > 2 \end{cases}$$

При опасной скорости ветра U_m приземная концентрация вредных веществ C ($\text{мг}/\text{м}^3$) в атмосферном воздухе на различных расстояниях X (м) от источника выбросов определяется по формуле:

$$C = S1 \times C_m ,$$

где $S1$ - безразмерная величина, определяемая в зависимости от отношения X/X_m :

$$S1 = \begin{cases} 3 \times (X/X_m)^4 - 8 \times (X/X_m)^3 + 6 \times (X/X_m)^2 & \text{при } X/X_m \leq 1 \\ 1.13 / \{ 0.13 \times (X/X_m)^2 + 1 \} & \text{при } 1 < X/X_m \leq 8 \\ \frac{X/X_m}{3.58 \times (X/X_m)^2 - 35.2 \times (X/X_m) + 120} & \text{при } F \leq 1.5 \text{ и } (X/X_m) > 8 \\ \frac{1}{0.1 \times (X/X_m)^2 + 2.17 \times (X/X_m) - 17.8} & \text{при } F > 1.5 \text{ и } (X/X_m) > 8 \end{cases}$$

На рисунке 6.3 представлен типовой график зависимости концентрации вещества в атмосферном воздухе от расстояния от источника выбросов.

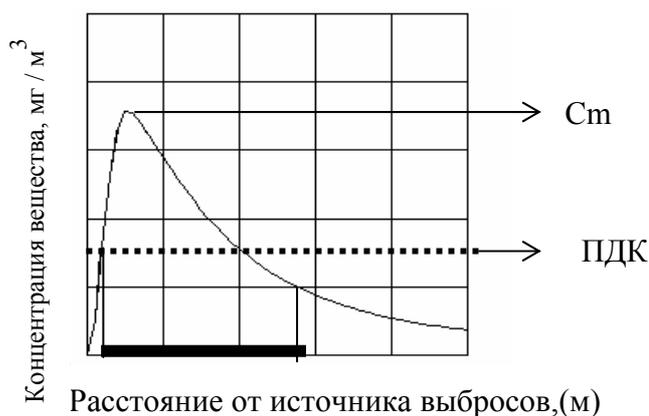


Рисунок 6.3 – Зависимость концентрации вещества от расстояния от источника выбросов

6.3.4. Контроль и управление качеством атмосферного воздуха

Полностью отказаться от выбросов вредных веществ в атмосферу практически невозможно. Но так как многие вещества вредны или опасны для человека, животных и растений, то необходимо вводить *обоснованное ограничение* введения веществ в атмосферу. Комитет экспертов Всемирной организации здравоохранения опубликовал для наиболее распространенных в атмосферном воздухе веществ *перечень допустимых уровней загрязнения*, осредненных за различные периоды: среднегодовые, среднесуточные, среднепериодические. Например, среднегодовой уровень загрязнения оксидом серы допустим до 60 мкг/м^3 . Промышленные выбросы нередко содержат специфические вещества. Для учета и контроля их в каждом государстве разработаны критерии (нормативы) качества воздуха. Основным показателем в России является критерий «*предельно допустимая концентрация*» (ПДК). Впервые он был учрежден в 1971 году для 120 веществ. Практически каждый год он пополняется и сейчас определены ПДК для более 3000 химических веществ.

Можно дать несколько определений ПДК.

- ◆ С экологической точки зрения:

ПДК представляет собой верхние пределы лимитирующих факторов среды, при которых их содержание не выходит за допустимые границы экологической ниши человека.

- ◆ С гигиенической точки зрения:

ПДК – максимальная концентрация примеси в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает на него вредного воздействия, включая отдаленные последствия, и на окружающую среду в целом (ГОСТ 17.2.1.04-77).

Для веществ, которые предприятия вынуждены выбрасывать в атмосферу, но на данный момент не имеющих ПДК, используют критерии ОБУВ (*ориентировочные безопасные уровни воздействия*).

ОБУВ – временный гигиенический норматив для загрязняющего атмосферу вещества, установленный расчетным методом для целей проектирования промышленных предприятий (ГОСТ 17.2.01-76).

Существуют два типа ПДК: *ПДК для рабочей зоны* ($\text{ПДК}_{\text{р.з.}}$) и *ПДК для населенных пунктов* ($\text{ПДК}_{\text{а.в.}}$).

ПДК_{а.в.} – это максимальная концентрация примеси в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая на протяжении всей жизни не оказывает на человека вредного влияния.

ПДК_{р.з.} – это концентрация, которая при ежедневной (кроме выходных) работе при 8-часовом рабочем дне в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования. Под **рабочей зоной** понимается пространство высотой 2 метра над уровнем пола или земли, на которых находятся места постоянного или временного пребывания рабочих.

Почему введено такое разделение? На предприятии воздухом дышат практически здоровые, прошедшие медицинский контроль рабочие. В населенных пунктах дышат дети, пожилые, больные люди. Поэтому ПДК_{р.з.} > ПДК_{а.в.}. Например, для диоксида серы ПДК_{р.з.} = 10 мг/м³, а ПДК_{а.в.} = 0.5 мг/м³.

Как разрабатывают и устанавливают ПДК /2/?

Существуют несколько методов.

Первый. Нормирование концентрации вредных веществ экспериментальным способом. Это проводится в три этапа.

1) Обосновывают ОБУВ.

2) Обосновывают ПДК_{р.з.}

3) Корректируют ПДК_{р.з.} и определяют ПДК_{а.в.}.

Первые два этапа заключаются в экспериментальной работе с животными (белые мыши, крысы), которых содержат в специальных камерах, в которые вводят различные затравки исследуемого вещества. На этом этапе устанавливаются минимальные пороговые концентрации в, так называемом, хроническом эксперименте (4 месяца). При этом устанавливают летальную дозу ЛД₅₀, при которой погибают 50% особей. Эти данные нужны для установления класса опасности вещества. Затем с помощью математических моделей рассчитывают ПДК_{р.з.}. На третьем этапе определяют ПДК_{а.в.}, используя в эксперименте группу добровольцев. При этом выбирается три пороговых значения. Первый – на уровне порога запаха для самых чувствительных людей. Вторую и третью – в 2 раза выше и ниже.

Второй метод. Используются метод экспрессного определения: строится зависимость “концентрация-время” в пассивном эксперименте.

Третий метод. Расчетный. Основан на выведении методом регрессионного анализа формул перехода от быстроопределяемых характеристик (молекулярных масс, порогов органолептического воздействия) к ПДК. Например, ВДК (временную допустимую концентрацию) определяют по формулам

$$\lg ВДК_{р.з.} = 0.91 \lg ЛД_{50} - 2.7 + \lg M ;$$

$$ВДК_{р.з.} = 0.5 ЛД_{100} ;$$

$$ВДК_{р.з.} = \lg ЛД_{50} - 3.1 + \lg M .$$

Через ВДК (ПДК_{р.з.}) определяют ПДК_{а.в.} по формуле

$$ПДК_{а.в.} = 0.62 ПДК_{р.з.} - 1.77$$

6.4. Антропогенное загрязнение поверхностных вод

6.4.1. Нормативные требования к качеству воды

Основное требование к качеству воды – это соблюдение установленных **предельно допустимых концентраций (ПДК)**. ПДК – это показатель, который исключает неблагоприятное воздействие веществ, попавших в организм человека с водой, и возможность ограничения других видов водопользования (питьевого, бытового, рекреационного и др.).

Виды водопользования определяются стандартом (ГОСТ 17.1.1.03-86)

- 1.1. Хозяйственно-питьевые;
- 1.2. Коммунально-бытовые;
- 1.3. Лечебно-курортные;
- 1.4. Нужды сельского хозяйства;
- 1.5. Промышленные нужды;
- 1.6. Нужды гидроэнергетики;
- 1.7. Нужды водного транспорта;
- 1.8. Нужды рыбного хозяйства;
- 1.9. Сброс сточных вод;
- 1.10. Прочие нужды.

В основном стандартизируют **две категории** водопользования: 1-я: хозяйственно-бытовая, включая культурно-бытовую (питьё, купание) и 2-я: рыбохозяйственная (сохранение и воспроизводство ценных рыб).

Для каждой категории использования воды предъявляются свои требования к качеству: например, присутствие гексохлорана в питьевой воде разрешено в очень небольших количествах (ПДК = 0.2 мг/л), в то время как для рыбохозяйственных целей ПДК=0!!!

Некоторые вещества вредны при поступлении внутрь организма: нитраты (оказывают санитарно-токсикологическое действие), другие должны быть в ограниченном количестве в воде при купании, умывании: ацетон (общесанитарное действие), некоторые вредны при контактном или органолептическом действии: бензин – по запаху. Поэтому для обеспечения чистоты водных объектов важен не только ПДК, но и **лимитирующий показатель вредности**, отражающий приоритетность в качестве воды. В связи с этим ПДК указывается для того лимитирующего показателя, по которому она имеет меньшее значение.

Лимитирующий показатель вредности – это признак, характеризующийся наименьшей безвредной концентрацией вещества в воде. (ГОСТ 17.1.1.01-77)

Если указано, что ПДК на нефтепродукты в воде равна 0.3 мг/л (орг. пленка), то это означает, что при концентрации в воде нефти в 0.3 мг/л на воде видна пленка, воду употреблять для питья неприятно, если и есть токсическое действие нефти, то оно достигается при более высоких концентрациях.

Кроме химического состава вода должна отвечать нормам по ряду других показателей.

Таблица 6.2. - Общие требования к качеству воды

Характеристика	Питьевая вода	Культурно-бытовая вода
взвешенные вещества	0.75 мг/л	0.25 мг/л
плавающие примеси;	не должно быть пленок на поверхности воды	не должно быть пленок на поверхности воды
запах;	не более 2 балла (по 5-балльной шкале)	не более 2 балла (по 5-балльной шкале)
привкус;	без привкуса	без привкуса
окраска;	не должна обнаруживаться в столбике 10 см	не должна обнаруживаться в столбике 20 см
температура;	летом не выше 3 ⁰ по сравнению с воздухом	зимой 6 ⁰
рН;	6.5-8.5	6.5-8.5
минеральный состав;	не более 1000 по сухому остатку	не более 1000 по сухому остатку
растворенный O ₂	не менее 4 мг/л	не менее 4 мг/л
Биохимическая потребность в кислороде;	не более 3 мг/л	не более 6 мг/л
ядовитые вещества;	не допускаются	не допускаются
возбудители болезней	не допускаются	не допускаются

В питьевой воде в любое время года не должно быть больше солей, чем (мг/л): хлоридов – 350; сульфатов – 500; железа – 0.3; марганца – 0.1; меди – 1.0; цинка – 5.0; алюминия – 0.5; фосфатов – 3.5 .

Таблица 6.3 - Оценка интенсивности запаха

Баллы	Интенсивность	Характеристика запаха
0	Ни какого	Отсутствие запаха
1	Очень слабый	Обнаруживается опытным исследователем
2	Слабый	Можно заметить, но не привлекает внимания
3	Заметный	Запах, вызывающий неодобрение
4	Отчетливый	Запах сильный, вода неприятна для питья
5	Очень сильный	Очень сильный

Вопрос о доброкачественности питьевой воды решают путем определения также количества **кишечных палочек в 1 л** воды. Кишечная палочка – это микроб, постоянно обитающий в кишечнике человека и животных, он безвреден. Однако его присутствие говорит о наличии в воде выделений животных и человека (фекалий). По нормам (ГОСТ 2874-73-Вода питьевая) допускается на 1 л не более 3 бактерий группы кишечных палочек (БГКП). Это число называют **коли-индексом воды**; обратная величина – количество миллилитров воды, в котором находится 1 палочка – называется **коли-титром**. Питьевая вода должна иметь коли-титр не менее 333. Для купания людей допускается коли-индекс 1000 (ГОСТ 17.1.5.02-80). Для лодочно-парусного спорта – 10000. Для центрального водоснабжения (с водоподготовкой) 10 000 по ГОСТ 17.1.3.03-77.

Существуют отдельные ГОСТы и на качество воды для рыбохозяйственных водоемов.

Вода для поения животных по нормативам не должна уступать по качеству питьевой воде. Только в районах с дефицитом пресной воды допускается повышенная минерализация (у человека в норме должно быть не более 1000мг/л):

- КРС взрослые – 2400 мг/л;
- КРС молодняк – 1800 мг/л;
- Свиньи взрослые – 1200 мг/л;
- Свиньи молодняк – 1000 мг/л;
- Овцы взрослые – 5000 мг/л;
- Овцы молодняк – 3000 мг/л;
- Лошади взрослые – 1000 мг/л;
- Лошади молодняк – 1000 мг/л.

6.4.2. Моделирование распространения загрязняющих веществ в проточных водоемах /28/

Промышленные предприятия, имеющие стоки в водоемы, должны гарантировать, что после спуска сточных вод ни по одной характеристике речная вода не выйдет за нормативные показатели. Поэтому для предприятий устанавливается предельно-допустимые стоки (ПДС) вредных веществ.

ПДС - масса веществ в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте.

ПДС устанавливают с учетом ПДК веществ в местах водопользования, ассимилирующей способности водного объекта и оптимального распределе-

ния массы сбрасываемых веществ между водопользователями, сбрасывающими сточные воды (ГОСТ 17.1.1.01-77).

Ассимилирующая способность водного объекта – это способность водного объекта принимать определенную массу вещества в единицу времени без нарушения норм качества воды. При поступлении в водные объекты нескольких вредных веществ с одинаковым лимитирующим показателем вредности, сумма действительных концентраций, отнесенных к их ПДК (с учетом веществ, поступающих с вышерасположенных спусков), не должна превышать единицы:

$$\frac{S_1}{ПДК_1} + \frac{S_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{S_k}{ПДК_k} \leq 1.$$

Некоторые вредные вещества в водных объектах подвергаются окислению, что связано с потреблением кислорода, растворенного в воде. Перерасход кислорода может привести к его дефициту и к возникновению явления **эвтрофикации**.

Евтрофирование вод (ГОСТ 17.1.1.01-77) - повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов. Зная, какие вещества способны окислиться в воде, можно рассчитать насколько опасны стоки, и как их нужно ограничить. Для учета используют два показателя: ХПК и БПК /1,2,16/.

ХПК (химическое потребление кислорода) – количество кислорода (в мг/л), необходимое для окисления углеродосодержащих веществ до CO_2 , H_2O и NO_3 ; серосодержащих до сульфатов (SO_4), а фосфоросодержащих - до фосфатов PO_4 .

БПК (биологическое потребление кислорода) – количество кислорода (мг/л), израсходованное за определенный промежуток времени на аэробное биохимическое окисление нестойких органических соединений, содержащихся в исследуемой воде.

БПК определяют за 5 суток (БПК₅), за 20 суток (БПК₂₀) и независимо от времени (БПК_{полн.}). По ГОСТ и БПК и ХПК характеризуют степень расхода кислорода на окисление веществ, следовательно, характеризуют угрозу эвтрофикации водного объекта. Нормативное значение БПК₅=5 мг/л /1/. Реальные сточные воды имеют величину БПК₅ на порядок выше.

6.4.3. Определение условий спуска сточных вод в водные объекты /28/

Контроль и управление качеством поверхностных вод необходимы для решения трех основных задач:

- 1) определение степени требуемой очистки сточной воды;
- 2) выбор места под строительство нового предприятия со сбросом сточных вод в природные водные объекты;

3) прогнозирование качества воды на заданную перспективу.

Для решения этих задач существуют три основных уравнения расчета:

Первое: уравнение баланса - основано на определении степени смешения сточных вод с водой водотока:

$$qS_{st} + \gamma \times QS_p = (q + Q) \cdot S_{pp},$$

где Q и q - расход воды в водотоке и расход сточных вод ($\text{м}^3/\text{с}$) соответственно; S_p и S_{st} соответствующие концентрации данного вещества в водотоке (фоновая) и в сточной воде ($\text{мг}/\text{л}$); γ - коэффициент смешения речной и сточной воды; S_{pp} - концентрация вещества перед расчетным пунктом контроля (в 1 км выше пункта по течению реки).

Решая это уравнение относительно S_{pp} , получим уравнение баланса, по которому можно прогнозировать санитарное состояние воды при всех заданных параметрах, входящих в нее:

$$S_{pp} = \frac{qS_{st} + \gamma QS_p}{q + Q}.$$

Прогноз осуществляется путем сравнения S_{pp} с ПДК. Если $S_{pp} < \text{ПДК}$, то прогноз благоприятен, если нет – то необходимо принять меры по дополнительной очистке сточных вод.

Второе: определение максимальной предельной концентрации вредного вещества, которую предприятие может допустить в стоках, не нарушая ПДК в пункте водопользования.

$$S_{stpr} = \frac{\gamma Q}{q} (S_{\text{ПДК}} - S_p) + S_{\text{ПДК}}.$$

Результаты расчетов предупреждают о возможности ситуации, когда разбавление сточной воды рекой вообще невозможно. Например, еще до сброса в речной воде было $S_p \geq S_{\text{ПДК}}$. В этом случае $S_{stpr} + \frac{\gamma Q}{q} (S_{\text{ПДК}} - S_p) > S_{\text{ПДК}}$.

Сброс сточных вод вообще невозможен.

Третье: определение необходимой степени очистки сточных вод.

Для определения степени очистки (или степени разбавления), необходимо установить величину γ (коэффициент смешения Родзиллера) с помощью уравнения Фролова-Родзиллера.

$$\gamma = \frac{1 - \beta}{1 + \frac{Q}{q} \beta},$$

где $\beta = e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}$, L – расстояние от места спуска до ближайшего створа водопользования; α - коэффициент, учитывающий гидравлические условия смешения ($\alpha = \xi \cdot \sqrt[3]{D/g}$), где ϕ - отношение расстояний между местом спуска и

метом водопользования по фарватеру и по прямой линии (коэффициент извилистости реки); ξ - равен 1 при береговом выпуске и 1.5 при стержневом выпуске сточных вод; D – коэффициент турбулентной диффузии, равный для рек $\frac{V_{cp} \cdot H_{cp}}{200}$ (V_{cp} - средняя скорость течения реки, м/с; H_{cp} - средняя глубина русла, м), g – ускорение свободного падения (9.81 м/с).
Окончательная кратность разбавления сточных вод

$$n = \frac{\gamma \times Q + q}{q}$$

6.4.4. Трансформация веществ в водотоках и водоемах

Наряду с разбавлением сточных вод в водотоках к снижению концентрации загрязняющих веществ приводят биологические и физико-химические процессы, протекающие в водных объектах. Один из способов учета трансформации – введение **коэффициентов неконсервативности** веществ (k_n), суммарно учитывающих скорости превращения веществ. k_n для основных веществ, характерных для рек Западной Сибири приведены в таблице 6.4:

Таблица 6.4 - Коэффициенты неконсервативности веществ

Вещество	Значение k_n , 1/с
Нефтепродукты	2×10^{-7}
Фенолы	1.5×10^{-3}
СПАВ	2.1×10^{-7}
Фосфор	0
БПК5	4×10^{-7}

Расчетное уравнение для учета трансформации веществ имеет вид

$$S_t = S_0 \cdot e^{-k_n t}$$

6.4.5. Теоретические основы методов моделирования распространения веществ в проточных водоемах

Основным уравнением, являющимся математической основой для моделирования процессов разбавления сточных вод в речных потоках (а также в водохранилищах), является уравнение турбулентной диффузии, выведенное в 1931 г Маккавеевым В.И.

$$\frac{dS}{dt} = D \left(\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial z^2} \right) - U \frac{\partial S}{\partial y}$$

$$\text{при } \frac{dS}{dt} = \frac{\partial S}{\partial t} + V_x \frac{\partial S}{\partial x} + V_y \frac{\partial S}{\partial y} + V_z \frac{\partial S}{\partial z},$$

где S - концентрация растворенных ЗВ, $\text{мг}/\text{м}^3$; U - скорость равномерного падения (оседания) частиц ЗВ в воде, $\text{м}/\text{с}$ (для растворов U равна 0); t - время, с ; V_x, V_y, V_z - компоненты скорости течения относительно координат x, y, z , $\text{м}/\text{с}$. Ось x направлена по течению потока; ось y - от поверхности ко дну; ось z - по ширине потока.

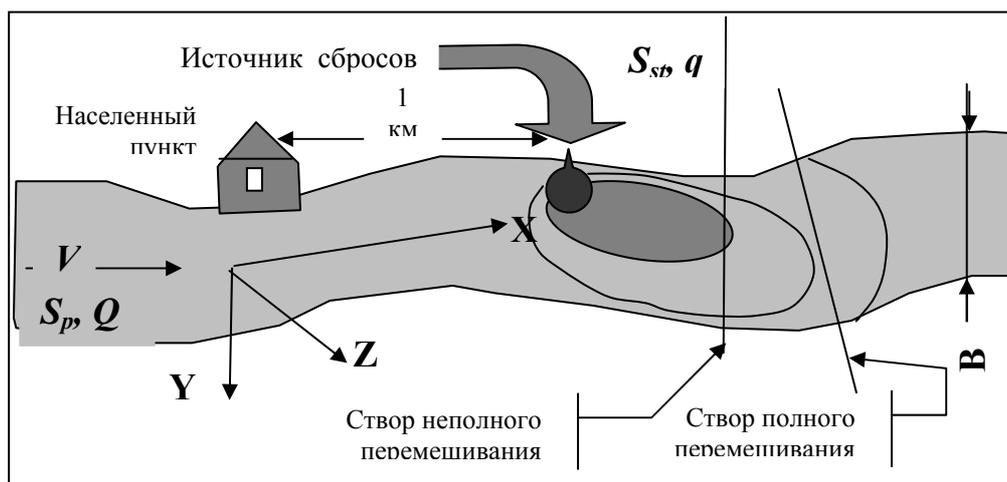


Рисунок 6.4 – К расчету основных показателей качества воды

Через D обозначен коэффициент турбулентной диффузии, $\text{м}^2/\text{с}$:

$$D = \frac{A}{\rho},$$

где A – коэффициент турбулентного обмена, $\frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}}$; ρ - плотность воды, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Для условий установившегося процесса диффузии при отсутствии поперечной составляющей скорости течения уравнение упростится и примет вид:

$$V_x \frac{\partial S}{\partial x} = D \left(\frac{\partial^2 S}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial z^2} \right).$$

Если рассматривать распространение ЗВ только в горизонтальной плоскости, то уравнение турбулентной диффузии упростится до уравнения:

$$V_x \frac{\partial S}{\partial x} = D \frac{\partial^2 S}{\partial z^2}.$$

При расчете турбулентной диффузии в водоемах со слабым течением применяется метод Караушева А.В., основанный на уравнении в цилиндрических координатах:

$$\frac{\partial S}{\partial t} = \left(D - \frac{Q_{st}}{\varphi H}\right) \times \frac{1}{r} \frac{\partial S}{\partial r} + D \frac{\partial^2 S}{\partial r^2},$$

где r - координата (радиус), выражающая расстояние от источника загрязнения, м; t - время, с; φ - угол сектора, в который поступают загрязненные воды с расходом Q_{st} ; H - глубина водоема на участке поступления сточных вод, м.

6.4.6. Показатели качества воды и загрязненности рек и водоемов

В настоящее время нет общепринятого комплексного показателя, пригодного для решения задач анализа качества воды (аналогично можно сказать об атмосферном воздухе, почве, продуктах питания и др.). В природоохранительной практике используются либо частные показатели для отдельных химических соединений, либо обобщенные (в некотором смысле) показатели, учитывающие совместное действие нескольких химических веществ на состояние отдельных компонент ОС. Примерами частных показателей, учитывающих отдельные химические соединения в воде, являются предельно допустимая концентрация (ПДК) для отдельных химических соединений в воде и атмосферном воздухе, летальная доза ЛД50 и др. Для оценки качества воды в реках и водоемах используют также и интегральные показатели, такие как биологическое потребление кислорода за 5 суток - БПК5, химическое потребление кислорода - ХПК и др. В Ленинградском гидрометеорологическом институте разработана система показателей оценки качества воды и загрязненности водных объектов (включая и интегральные), которые позволяют, *в некоторой степени*, учитывать изменчивость загрязненности водных масс во времени и пространстве, обусловленные изменчивостью гидрологических характеристик.

1. **Абсолютный показатель общей нагрузки.** Общая нагрузка потока консервативными веществами определяется из условий баланса и выражает истинное значение концентрации вещества в створах, расположенных между створом сброса сточных вод и створом полного перемешивания при условии, что в воде реки до сброса сточных вод соответствующая концентрация вещества была равна нулю:

$$S_p = \frac{q \times S_{st}}{Q_p + q}.$$

2. **Показатель превышения и непревышения загрязненности относительно нормы.** Показатель превышения загрязненности над нормой выражается обеспеченностью $P_{заг}\%$ стока загрязненной воды в конкретном створе рассматриваемой реки. Иногда вместо $P_{заг}\%$ пользуются показателем непре-

вышения загрязненности относительно нормы, которых характеризует обеспеченность «чистого» стока:

$$P_{\text{чист}} = (100 - P_{\text{заг}}) \% .$$

Для расчетов этих показателей используются графические методы, мало пригодные для компьютерной реализации.

3. Показатели относительной и предельно допустимой нагрузки потока загрязняющими веществами. Показатель относительной нагрузки потока загрязняющим веществом находится на основании сопоставления расчетного значения S_p с предельно допустимой концентрацией данного вещества. При этом возможно два случая:

Первый: $S_p \leq \text{ПДК}$ - вода чистая; второй: $S_p > \text{ПДК}$ - вода грязная. Подставив эти неравенства в уравнение баланса и преобразуя его, получим показатель относительной нагрузки потока загрязняющим веществом:

$$\varphi' = \frac{(S_{st} - \text{ПДК}) Q_{st}}{(\text{ПДК} - S_p) Q_p} .$$

Если $\varphi'_{st} > 1$, то вода грязная; если $\varphi'_{st} < 1$, то вода чистая; при $S_{st}=1$ - вода отвечает предельным условиям нагрузки водоема загрязняющим веществом.

4. Показатели пространственного распределения загрязнения в реках и водоемах. В результате сброса сточных вод в водоемах формируются зоны загрязнения, линейные ($\lambda_{\text{заг}}$), площадные ($\eta_{\text{заг}}$) и объемные ($\mu_{\text{заг}}$), размеры которых также могут служить оценкой степени загрязненности водного объекта.

5. Обобщенный показатель качества Q . Определяется по формуле

$$Q = \sum_N (k_{1i} \times k_{2i} \times \dots \times k_{ti}) \frac{S_i}{\text{ПДК}_i} ,$$

где S_i - концентрация i -го вещества в воде, ПДК_i – предельно допустимая концентрация i -го вещества, $k_{1i}, k_{2i}, k_{3i}, k_{4i}$ - коэффициенты, учитывающие степень канцерогенного, мутагенного и др. воздействий на человека каждого из обнаруженных веществ в пробе воды (“заглушив некоторые коэффициенты”, можно использовать формулу для оценки, например, канцерогенной нагрузки на регион).

В частном случае можно воспользоваться упрощенной формулой

$$Q = \sum_i \frac{S_i}{\text{ПДК}_i} ,$$

которая показывает *суммарное превышение уровня загрязненности воды по сравнению с нормативно чистой*.

В таблице 6.5 приведены рассчитанные таким образом показатели Q для рек Западной Сибири по данным водного кадастра 1986 года.

Таблица 6.5 – Качество воды в реках Западной Сибири

Пункт контроля	Бийск	Барнаул	Новосибирск	Колташево	Александровское	Междуреченск	Новокузнецк	Красивино	Томск	Козюлино	Устье р. Катунь	Устье р. Кондома
Q	25	11	12	23	18	3	22	19	25	7	25	35

6.4.7. Основные расчетные формулы для определения качества воды

- 1) **Коэффициент Шези** – характеризует гидрологические характеристики реки (уклон, глубина, скорость и др.) и определяется по формулам:

$$C = \frac{V}{\sqrt{H \cdot J}}, \text{ где } J \text{ – уклон водной поверхности (град.)}$$

или по методу Штриклера-Маннинга, при котором все частицы разбираются на 10 кучек по размеру и берется средний размер частицы из пятой кучки:

$$C = 336 \sqrt{\frac{H}{d}}, \text{ где } d \text{ - 50\%-ное значение диаметра частиц донных отложений,}$$

мм

- 2) **Коэффициент турбулентной диффузии** – основной параметр при расчете перемешивания в потоках:

$$D = \frac{g \cdot H \cdot V}{M \cdot C}, \text{ где } g \text{ – ускорение свободного падения, равное 9.81 м/с}^2;$$

C - коэффициент Шези; M – величина, зависящая от C : $M = 0.7 \cdot C + 6$.
При $C > 60$, $C = 48$.

- 4) **Поперечная составляющая V_z** . Эта формула учитывает поперечные течения, которые влияют на процесс перемешивания.

$$V_z = 0.13N \frac{H}{r} V, \text{ где } r \text{ – радиус кривизны русла, взятый на участке одного-двух закруглений потока; } N \text{ – характеристическое число турбулентного потока, определяемое как } N = \frac{M \cdot C}{g}.$$

6.4.8. Практические методы расчета качества воды

1. Расчет разбавления сточных вод методом Караушева /28/ (плоская задача). Этим методом можно рассчитать поле концентраций загрязняющего вещества, начиная от источника сброса до створа водопользования. Уравнение турбулентной диффузии для плоской задачи в конечных разностях имеет вид:

$$\frac{\Delta S}{\Delta X} = \frac{D}{V} \cdot \frac{\Delta^2 S}{\Delta Z^2}$$

При расчете речной поток разбивается сеткой с ячейками размером $(\Delta X \times \Delta Z)$. Каждой ячейке присваивается свой индекс: по оси X – индекс k ; по оси Z- индекс m . Расчетная зависимость, позволяющая вычислить распределение концентрации по длине и ширине потока, записывается уравнением:

$$S_{k+1,m} = \frac{1}{2} (S_{k,m+1} + S_{k,m-1})$$

Таким образом, концентрация в центре тяжести ячейки $(k+1,m)$ в сечении $(k+1)$ равна среднеарифметическому из концентраций двух ячеек, соприкасающихся с ячейкой (k,m) в предыдущем сечении k . На рисунке 6.3 приведено пояснение этого метода.

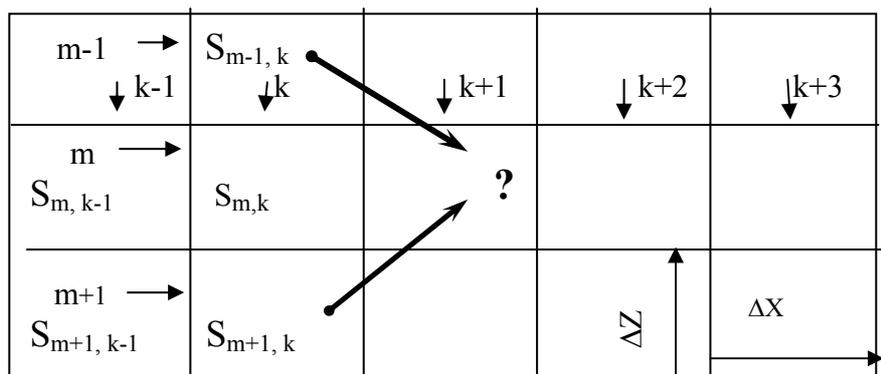


Рисунок 6.5 – Пояснение расчетов по схеме Караушева

При расчете разбавления вся область водного потока делится на прямоугольные параллелепипеды, объемы которых равны: $\Delta Z \times \Delta X \times \Delta H$. Размеры

ячеек определяются по формулам: $\Delta X = \frac{V \cdot \Delta Z^2}{2D}$, где V – ширина реки, но

$$\Delta Z = 1/10 \times B$$

ΔX не должно быть меньше, чем $B/2$.

Учет начальных условий осуществляется за счет задания места выпуска сточных вод, их расхода (Q_{cm}) и их концентрации (S_{cm}).

Последовательность выполнения операций:

- На плане реки (компьютерной карте) обозначают место сброса.

- Через точку сброса проводят поперечное сечение.
- Ниже по течению реку делят на расчетные ячейки.
- Рассчитывают площадь поперечного сечения загрязненной струи вычисляют по формуле: $\delta = \frac{Q_{cp}}{V_{cp}}$, затем определяется ширина загрязненной струи $b = \frac{\delta}{H}$.

- В зависимости от полученного значения b назначается ширина расчетной ячейки. Обычно принимают $\Delta Z \geq \frac{b}{2}$.

- Клетки, попадающие в струю притока сточных вод в начальном поперечнике заполняются цифрами, выражающими начальную концентрацию сточных вод (S_{cm}), остальные клетки – цифрами, выражающими естественную концентрацию исследуемого вещества в воде (S_p). В частном случае это могут быть нули.

Примечание:

1. В каждом расчетном сечении следует проверять сумму концентраций ЗВ ($\sum S_{cm} = const$).
- Проводят расчеты концентраций во всех последующих створах по методу Караушева.

2. Комбинированный метод расчета. В основе метода (как и у Караушева-Родзиллера) лежит уравнение турбулентной диффузии (для условий плоской задачи в конечно-разностной схеме). Однако комбинированный метод позволяет учитывать влияние некоторых дополнительных факторов, в частности, поперечную циркуляцию и неравномерность распределения глубин. Для этого вводятся два корректирующих коэффициента $k_{n.u.}$ (учитывает влияние поперечной циркуляции) и k_A (учитывает особенность естественного русла).

$$k_{n.u.} = f \left(\frac{V_{z.sr} + \varpi}{\varpi} \right),$$

$$\text{где } \varpi = \frac{V}{\sqrt{N}}, \quad N = \frac{M \times C}{g}.$$

$$V_{z.sr} = 0.13N \frac{H}{r} V,$$

где N - характеристическое число турбулентного потока; ϖ - среднее значение абсолютной величины поперечной составляющей пульсационной скорости; r – радиус кривизны русла (для участка ниже по течению).

k_A зависит от некоторого параметра Θ , выражающего изменчивость средних по профилям глубин на рассматриваемом участке потока.

$$\Theta = \frac{H_{\text{макс}} - H_{\text{ср}}}{H_{\text{ср}}}.$$

Оба фактора приводят к дополнительной турбулентизации потока и учитываются путем введения дополнительного коэффициента $K_{\text{общ}}$ к коэффициенту турбулентной диффузии

$$k_{\text{общ}} = k_{\text{н.ц.}} \times k_A;$$

$$D = D \times K_{\text{общ}} = \frac{gHV}{MC} K_{\text{общ}}.$$

При практических расчетах указанные выше факторы учитываются через введение в формулу для определения ΔX величины $D_{\text{общ}}$ вместо D .

$$\Delta X_{\text{комб}} = \frac{V \cdot \Delta Z^2}{2 \cdot D_{\text{общ}}} = \frac{\Delta Z^2 \cdot N}{2 \cdot H \cdot D_{\text{общ}}}.$$

Для больших рек, у которых $\Theta > 0.6$, необходимо принять $\Theta = 0.6$

3. Упрощенный метод моделирования распространения ЗВ в воде (Экспресс-метод ГГИ). Метод является аналитической аппроксимацией детального метода. Расчетная формула позволяет вычислить значения $S_{\text{макс}}$ в зависимости от расстояния L от места сброса.

$$S_{\text{макс}} = S_n + \frac{0.14 \cdot Q_{\text{ст}} \cdot \sqrt{\frac{N}{H}} \cdot B}{L(Q_p + Q_{\text{ст}})\varphi} \cdot S_{\text{ст}},$$

где S_n – средняя концентрация вещества в потоке ниже выпуска; N – характеристическое число турбулентного потока; φ – коэффициент извилистости реки $\varphi = \frac{l_{\text{фор}}}{l_{\text{пр}}}$; $l_{\text{фор}}$ – длина реки по фарватеру; $l_{\text{пр}}$ – длина реки по прямой.

Эта же формула может быть записана относительно величины L , если требуется найти расстояние, на котором достигается концентрация $S_{\text{макс}}$:

$$L = \frac{0.14 \times Q_{\text{ст}} \sqrt{\frac{N}{H}} \times B}{\left(\frac{S_{\text{макс}} - S_n}{S_{\text{ст}}}\right)(Q_p + Q_{\text{ст}}) \times \varphi} \text{ (м)};$$

Эти формулы позволяют вычислить максимальную концентрацию загрязняющего вещества на любом расстоянии от выпуска сточных вод или вычислять расстояние до створа с заданным значением максимальной концентрации.

4. Метод Фролова. Метод позволяет определить расстояние (L) до створа с заданной степенью перемешивания (P). Степень перемешивания P характеризует отклонение максимальной концентрации $S_{\text{макс}}$ от средней концентрации S_n :

$$P = \frac{S_n}{S_{\text{макс}}} \times 100\% .$$

Для вычисления расстояния до створа любой степени перемешивания (L_p) используется следующая формула:

$$L_p = \left[\frac{2.3}{\alpha} \times \lg \frac{Q_p}{\left(\frac{100}{P} - 1\right) \times Q_{cm}} \right]^3 ,$$

где α - коэффициент, учитывающий гидравлические условия в потоке:

$$\alpha = \varphi \times \xi \times \sqrt[3]{\frac{\psi D}{Q_{cm}}} ,$$

где φ - коэффициент извилистости реки; ξ - коэффициент, учитывающий место сброса сточных вод (у берега $\xi = 1$, на середине потока $\xi = 1.5$); ψ - коэффициент, зависящий от отношения скорости сточных вод к скорости речного потока.

$$\psi = \frac{V_{cm}}{V} .$$

5. Расчет разбавления сточных вод в озерах и водохранилищах. В водоемах разбавление зависит от гидрометеорологической обстановки и от типа сточных вод: залповый выброс или установившийся. Дифференциальное уравнение турбулентной диффузии в цилиндрических координатах запишется для неконсервативного вещества в виде формулы:

$$\frac{\partial S}{\partial t} = D \frac{\partial^2 S}{\partial r^2} + \frac{\beta}{r} \times \frac{\partial S}{\partial r} + k_n \times S ,$$

где $\beta = D - \frac{Q_{cm}}{\varphi H}$, Q_{cm} - расход сточных вод; D - коэффициент турбулентной диффузии; H - средняя глубина водоема; φ - угол сектора распространения сточных вод (при выпуске вдали от берега $\varphi=2\pi$; при выпуске у берега $\varphi=\pi$); k_n - для консервативного вещества равен единице; k_n - при распаде веществ меньше нуля.

При сбросе консервативных веществ в районе выброса начинает формироваться «облако», которое постепенно заполняет весь водоем. В предельном случае концентрация в водоеме установится (по уравнению баланса) равной концентрации сточных вод.

Если в водоем сбрасываются неконсервативные вещества, то область загрязнения постепенно стабилизируется, достигая постоянных размеров, тогда, когда масса распадающихся веществ станет равной массе веществ, поступающих со сточными водами. Уравнение диффузии для этого случая имеет вид:

$$D \frac{\partial^2 S}{\partial r^2} + \frac{\beta \partial S}{r \partial r} + k_n S = 0$$

На практике часто используют упрощенное уравнение диффузии

$$\frac{\partial S}{\partial r} \cong -\frac{k_n r}{\beta} S$$

Интегрирование этого уравнения при граничных условиях $S|_{r=0} = S_{cm}$ дает следующую расчетную формулу, позволяющую для любого значения r определить концентрацию вещества в непроточном водоеме.

$$S = S_{cm} \times e^{-\frac{k_n r^2}{2\beta}}$$

В результате антропогенной деятельности человека многие водоемы мира и России крайне загрязнены. По отдельным ингредиентам уровень загрязненности доходит до 30 и выше ПДК. Наиболее «грязные» реки России: Днестр, Печора, Обь, Енисей, Амур, Северная Двина, Волга и Урал.

6.5. Загрязнение литосферы (почвы) /5,6,16/

Литосфера – верхняя твердая оболочка Земли, мощность которой 50-200 км. Верхние слои 2—3 км (иногда до 8 км) называются **литобиосферой**. Суша занимает 29.2% всей земной поверхности и включает земли разной категории.

При неправильной эксплуатации почвы, она безвозвратно уничтожается. Причины деградации почвы: засоление, эрозии, горнопромышленные разработки, промышленные и бытовые выбросы. При влиянии людей процесс уничтожения почвы идет **в 1000 раз быстрее** природного. Сейчас уже потеряно 2 млрд. га плодородных земель (27%). Уменьшается площадь пахотных земель из-за застройки. Только в США ежегодно застраивается 350 тыс. га площади. Полностью урбанизированная земля (где дождевая вода не поступает в глубь) составляет 50 млн. га (это - площадь Франции). Во время пылевых бурь с каждого га пашни поднимается в воздух до 30 кг азота, 22 кг фосфора и 30 кг калия. Разрушению способствует вырубка леса. Загрязнение почвы связано с загрязнением атмосферы и поверхностных вод. Основные за-

грязняющие почву вещества: тяжелые металлы, радиоактивные вещества, удобрения и пестициды.

Основные источники загрязнения

Жилые дома и бытовые помещения. Основное ЗВ – бытовой мусор, строительный мусор, пищевые отходы, фекалии, отходы отопительных систем.

Промышленные предприятия. Твердые и жидкие отходы могут содержать практически любые вещества из технологических производственных цепей: отходы металлургической промышленности содержат соли цветных и тяжелых металлов; машиностроение – цианиды, соединения мышьяка, бериллий; производство пластмасс – фенолы, бензолы, скипидар; целлюлозно-бумажная промышленность – фенол, метанол.

Теплоэнергетика. Образуется масса шлаков при сжигании каменного угля; сажа, окислы серы.

Сельское хозяйство. Удобрения, ядохимикаты.

Транспорт. При работе двигателей внутреннего сгорания образуются оксиды азота, свинец, углеводороды.

Самоочищения почв практически не происходит. Токсические вещества накапливаются в почве; постепенно меняется химический состав почвы, нарушается единство геохимической среды и живых почвенных организмов.

Опасно накопление в верхних слоях почвы тяжелых металлов. К числу «тяжелых металлов» относят: никель, медь, цинк, галлий, германий, хром, марганец, железо, ртуть, таллий, сурьму, свинец, висмут, железо, олово и некоторые другие. Ежегодно в почву попадает 4 -5 тысяч тонн ртути, из каждой тонны добытого свинца 25 кг попадает в почву. Отмечено, что в промышленных районах в 25 раз больше свинца в почве, чем в сельскохозяйственных. Ежегодно на 1 кв. км поступает по 35 кг меди и 27 кг цинка.

Сильное загрязнение почвы тяжелыми металлами обнаружено вблизи автострад, особенно почва загрязнена свинцом, цинком и кадмием. Ширина придорожных аномалий свинца составляет около 100 м.

Вокруг крупных тепловых электростанций обнаруживают зоны загрязнения металлами диаметром в 10-20 км. Тяжелые металлы, попавшие в почву, накапливаются в основном в гумусовом слое и очень медленно из него удаляются. Период полуудаления (аналогия с периодом полураспада) для цинка 70 лет; кадмия – 110 лет; меди – от 310 до 1500 лет; для свинца - от 740 до 5900!!! лет. Из почвы металлы могут по трофическим цепям переходить в растения, затем могут попасть и в организм человека. Трофическая цепь в данном случае: «почва- растение- животное- человек» или «почва- растение-человек». Различные растения аккумулируют разные металлы: медь – семейство гвоздичных; кобальт – перцы; цинк – береза; никель – лишайники.

Много отходов образуется при добыче и обогащении полезных ископаемых. Горные предприятия России ежегодно производят 2.5 млрд. куб. м отходов. При добыче каменного угля пустую породу выбрасывают в терриконы, сейчас их в Росси 2109 (данные за 1999 год), из них 737 горящих. В них более 3 млрд. куб. м бросовой породы.

Производство и использование удобрений и пестицидов. На 1 тонну произведенного калийного удобрения образуется 4 тонны отходов, которые содержат хлористый натрий. Сейчас их скопилось около 250 млн. т.

Наиболее активной загрязняющей почву группой веществ являются **пестициды**. В зависимости от объекта воздействия они делятся на следующие подгруппы:

Гербициды – уничтожение сорной растительности.

Инсектициды – уничтожение вредных насекомых.

Зооциды – борьба с грызунами.

Фунгициды – борьба с грибковыми заболеваниями растений.

Бактерициды – борьба с бактериальными заболеваниями растений.

Дефолианты – для удаления листьев.

Дефлоранты – для удаления лишних цветков и завязей.

Десиканты – для высушивания листьев на корню.

Репеллянты – для отпугивания насекомых.

Аттракранты – для привлечения насекомых.

Пестициды применяются в сельском хозяйстве в различных формах: растворы, аэрозоли, пены, газы, пасты, порошки, капсулы. Самая обширная группа пестицидов (до 50%) – это гербициды: вещества для борьбы с сорняками. В почву они попадают, как правило, при распылении или разбрызгивании их с наземных механизмов или с самолетов. При этом пыль и аэрозоли разносятся с воздушными массами на большие расстояния и проявляются в почвах там, где даже никогда не использовались. При попадании в почву пестициды частично трансформируются и минерализуются.

Количество бытовых отходов растет год от года. В США, например, (данные 1995 года /2/) ежегодно выбрасывается 50 млрд. консервных банок; 30 млрд. стеклянных бутылок; 60 млрд. металлических емкостей.

6.6. Воздействие химических веществ на человека

Человека окружают вредные и опасные вещества: в атмосферном воздухе, в почве, в воде, в продуктах питания. При содержании их в компонентах окружающей среды в концентрациях, превышающих ПДК, они могут негативно воздействовать на человека.

Различают два вида воздействия вредных веществ на организм человека: специфическое и неспецифическое.

Специфическое: приводит к возникновению определенных заболеваний в результате избирательного воздействия веществ на органы и системы организма. Например, при передозировке фтора поражаются кальцинированные ткани организма, и появляется заболевание **флюороз**. Загрязнение сельскохозяйственных полей кадмием проявляется в возникновении заболевания «**итай-итай**»/2/. При передозировке ртути в организме (например, с морской рыбой) – заболевание «**минамата**»/2/.

Неспецифическое воздействие проявляется в том, что влияние некоторых химических элементов на организм человека способствует росту болезней, связанных с другими факторами (например, аллергии, дерматозы).

Большое негативное влияние на человека оказывает группа элементов, объединенных под названием «тяжелые металлы». **Общетоксическое** действие тяжелых металлов приводит к поражению органов кроветворения, нервной системы, внутренней секреции. Кроме общетоксического действия металлы обладают **канцерогенным** действием (возникновение злокачественных новообразований) и нарушают аппарат наследственности (**мутагенное действие**).

Ниже приведены характеристики наиболее распространенных в компонентах окружающей среды тяжелых металлов.

Кадмий – серебристо-белый металл. Применяется в производстве аккумуляторов, красок, является стабилизатором полимеров. Кадмий задерживается в организме очень долго, в основном, в легочной ткани. Сам кадмий практически не ядовит, ядовиты его соединения. Признаки отравления соединениями кадмия: боль в области лба, сладкий вкус во рту, тошнота, удушье. На 3-5 день возможна смерть от отека легких. ПДК в воздухе = 0.1 мг/м³; ПДК в воде=0.001 мг/л

Ртуть – жидкий металл, испаряется при комнатной температуре (!). Применяется в производстве пестицидов, взрывчатых веществ, в стоматологии. В организме накапливается в легких, мозге и костях. Проявление отравления: стоматит, энтероколит, мелкое дрожание пальцев рук, понижение умственной способности, расшатывание и выпадение зубов, изменения в крови. ПДК в почве 2.1 мг/кг ; ПДК в воздухе = 0.01 мг/м³; ПДК в воде=0.0005 мг/л.

Свинец – мягкий, серый металл 1У группы. Применение: производство аккумуляторов, паяние, кабельное производство, изготовление красок (сурик), полиграфия. В организме циркулирует в крови. Характерные признаки отравления свинцом: темно-серая свинцовая кайма на деснах, землисто-серый цвет лица, изменения в крови (малокровие гемоглобин ниже 60%), возможны свинцовые параличи. ПДК в почве 32 мг/кг; ПДК в воздухе = 0.01 мг/м³; ПДК в воде=0.03 мг/л.

Никель – серебристо-белый металл с коричневым оттенком. Применяют в сталеплавлении, при никелировании изделий, в порошковой металлургии. Обладает аллергенным и канцерогенным действиями. Проявления: носовые кровотечения, понижение обоняния, частые гаймориты, прободение носовой перегородки, серый налет на языке, возможна эмфизема легких. Возможен рак легких, желудка, носа. ПДК в почве 4 мг/кг; ПДК в воздухе = 0,5 мг/м³; ПДК в воде=0.3 мг/л

Хром – твердый белый металл. Применяют в красителях, полиграфии, кожевенной промышленности, гальванических цехах. Особенно опасен шестивалентный хром. Проявление: глубокие изъязвления на коже «птичьи глазки», бронхиальная астма, язвенная болезнь, возможен рак легких. ПДК в почве 6 мг/кг; ПДК в воздухе =0.01 мг/м³; ПДК в воде=0.05 мг/л

Кобальт – твердый, тугоплавкий серовато-белый металл. Применяют в керамической промышленности, в порошковой металлургии, для получения жидких топлив. Проявление: в основном легочные изменения. ПДК в почве 6 мг/кг.; ПДК в воздухе = 0.5 мг/м³; ПДК в воде=0.01 мг/л

Ниже приведены значения ПДК для остальных, менее опасных металлов:

Медь: ПДК в почве =3 мг/кг; ПДК в воздухе = 0.1 мг/м³;
ПДК в воде=1 мг/л

Цинк: ПДК в почве =23 мг/кг; ПДК в воздухе = 0.1 мг/м³;
ПДК в воде=1 мг/л

Марганец: ПДК в почве=300 мг/кг;

Железо: ПДК в воде 0.3 мг/л.

Кроме тяжелых металлов, на организм человека неблагоприятно действуют некоторые *неорганические и органические соединения*.

Человек стоит в конечном звене трофической цепи, следовательно, в его организме не могут не аккумулироваться и пестициды. По данным ЮНЕП (Учреждение ООН по программе окружающей среды, занимающееся разработкой основ и методов комплексного научного планирования и управления ресурсами биосферы, в которую входят РСФСР, США, Великобритания, Франция, Италия) за один год в мире **отравляется пестицидами более 1 млн. человек, причем 5-20 тыс. из них смертельно.**

Современная медицина связывает распространение многих инфекционных и хронических заболеваний с повышением радиационного фона на Земле или, с так называемыми, малыми дозами облучения. Это пневмония, параличи, диабет, болезни сердца и почек. Специфическим заболеванием – лейкемией или раком крови - болеют работники, связанные с добычей урановой руды, покраской предметов светящейся радиевой краской, работающие на ядерных реакторах. Вред организму при облучении может быть прямым (заболевание) или генетическим (рождение впоследствии детей-уродов). По

мнению Стернгласса (1982г) риск воздействия на здоровье малых доз радиации (даже естественного фона) недооценивается примерно в **100-1000 раз!!!**

В 1996 году впервые была в России проведена сравнительная оценка качества жизни в различных регионах, основное влияние на которое оказывает антропогенное изменение компонент окружающей среды. Результаты этого сравнения приведены в таблице 6.6.

Таблица 6.4 - Ранжирование регионов по качеству жизни

Экологический район	Степень урбанизации	Загрязнение атмосферы		Поражение лесов	Загрязнение рек	Загрязнение почв	Совокупное антропогенное воздействие
		На одного человека	На единицу площади				
Северный	18	12	2	2	8	12	13
Сев-Западный	13	9	10	7	9	13	15
Центральный	12	4	6	6	3	10	4
Волго-Вятский	10	14	15	18	4	11	17
Ц.-Черноземный	8	6	9	14	4	3	6
Поволжский	11	4	8	12	1	6	5
Сев.-Кавказский	9	5	12	14	2	6	9
Уральский	14	1	1	3	2	9	2
Зап.-Сибирский	16	13	7	5	10	14	16
В.-Сибирский	19	12	3	1	11	15	15
Дальневосточный	20	15	16	8	12	15	18
Дон-Приднестровский	1	1	5	4	1	4	1
Юго-Западный	5	2	11	15	6	7	8
Южный	3	6	17	17	5	5	12
Прибалтийский	6	6	18	9	6	8	12
Закавказский	4	3	15	10	3	2	3
Среднеазиатский	15	11	14	11	2	2	7
Казахский	17	10	4	18	7	4	14
Белорусский	7	8	13	13	5	5	11
Молдавский	2	7	20	16	3	1	10

Из таблицы видно, что самое «чистое место» на территории бывшего СССР - Дальневосточный регион, где меньше всего крупных городов, чище реки, лучше воздух, но уже сказывается антропогенная деятельность на состоянии лесных ресурсов. Самый «грязный» регион – Приднестровье – антропогенное влияние сказывается на всех компонентах окружающей среды. Западная Сибирь по оценкам ученых оказалась относительно благополучным

регионом: только оказано значительное влияние на состояние лесных ресурсов.

Контрольные вопросы к теме № 6:

1. Какие экологические кризисы человек создал себе сам?
2. Дайте определение загрязняющему веществу.
3. Является ли загрязнением рыбалка?
4. Какие виды физического загрязнения известны?
5. Что такое «загрязнение» с экологической точки зрения?
6. Назовите основные источники загрязнения атмосферного воздуха.
7. Что такое ОНД-86?
8. От каких параметров зависит концентрация вещества, выбрасываемого точечным источником в атмосферный воздух?
9. За счет каких параметров можно снизить концентрацию выбрасываемых из труб веществ в атмосферном воздухе?
10. Чем отличается ПДК от ПДВ?
11. Как устанавливается ПДК?
12. Что такое ПДК с экологической точки зрения?
13. Дайте определение ПДК с точки зрения гигиены.
14. Когда определяют ОБУВ?
15. Что такое «лимитирующий показатель вредности»?
16. Поясните запись: «ПДК нефти = 0.05 мг/л (орг.)».
17. Что такое «колли-титр»?
18. Что такое «колли-индекс»?
19. Какой колли-титр должна иметь питьевая вода и что это обозначает?
20. Кто более чувствителен к качеству питьевой воды: человек или лошадь?
21. Что означает аббревиатура «ПДС»?
22. Что такое эвтрофикация?
23. Дайте определение ХПК.
24. Что такое «БПК5»?
25. Чем отличается БПК5 от БПК20?
26. Какие задачи решаются при контроле и управлении качеством речной воды?
27. Напишите уравнение баланса для расчета качества воды.
28. Что такое «трансформация» веществ?
29. Поясните метод Родзиллера для определения качества воды в реке?
30. Какие показатели качества воды в реке используются на практике?
31. Какая река Западной Сибири в 1986 году была «грязнее»?
32. В чем заключается метод расчета качества воды Караушева?
33. Когда нужно использовать метод Фролова?

7. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА

7.1. Виды производственной деятельности

Производственная деятельность – одна из основных форм активности человека. Область знаний, исследующая опасности, действующие в условиях производства и разрабатывающая методы защиты от них, получила название **«охрана труда»**. Целью дисциплины «Охрана труда» является сохранение здоровья и обеспечение хорошего самочувствия работающих. Другими словами, охрана труда – это БЖД в условиях производства. Работники сферы производства подвергаются действию преимущественно техногенных опасностей.

В процессе труда работник взаимодействует с такими элементами труда, как предметы и орудия труда, коллектив сотрудников, организация труда и др. Всякое взаимодействие **реактивно**: работник, создавая предметы труда, сам испытывает обратное действие этих предметов на себе. Некоторые из этих действий являются **нежелательными факторами** (дискомфортные отношения в коллективе, шум, вибрация, излучения и др.). В официальной терминологии они названы **опасными и вредными производственными факторами**.

Важная социально-экономическая категория – **условия труда**. Любые условия труда подразделяют на **благоприятные** и **неблагоприятные**. Граница между этими группами условна и подвижна. При работе в неблагоприятных условиях труда могут возникнуть производственные травмы и профессиональные заболевания. В настоящее время еще многие работники вынуждены заниматься производственной деятельностью в неблагоприятных условиях. В таблице 7.1 показаны результаты статистических опросов работающего населения по России (1998 год).

Таблица 7.1 – Доля трудоспособного населения России, работающих в неблагоприятных условиях

Вредные факторы	Доля работающих в России, %
Загазованность	3
Неблагоприятный температурный режим	2.3
Повышенный шум	1.8
Недостаточное освещение	1.8
Повышенная вибрация	0.5

Изучением условий труда занимается наука – **охрана труда**. Все вопросы, которые рассматриваются при изучении охраны труда можно разделить

на общие и специальные. К **общим вопросам** относятся вопросы, которые касаются любых производств, например, состояние воздушной среды, освещение, пожарная безопасность, организационно-правовые основы и др. К **специальным** относятся вопросы, характерные для отдельных видов техники и технологии. Они рассматриваются в спецкурсах, например, «Безопасность космических полетов» или «Радиационная безопасность».

Курс «Охрана труда» традиционно делится на четыре части:

- организационно-правовые вопросы производственной деятельности;
- производственная санитария;
- техника безопасности;
- пожарная безопасность.

7.2. Организационно-правовые вопросы в охране труда

7.2.1. Структура правовых документов по охране труда

Правовые основы подчиняются многоуровневой иерархичности, при этом требования верхних уровней должны учитываться при рассмотрении последующих, более низких уровней. Самым верхним уровнем «главенства» при разработке правовых норм и законов является первый уровень.

Уровень 1.

«**Всеобщая декларация прав человека**», принятая в 1948 году ООН, в которой зафиксированы две важных статьи:

- 1) каждый человек имеет право *на жизнь* (статья 3);
- 2) каждый человек имеет право на труд, на свободный выбор работы, на справедливые и *благоприятные условия труда* (статья 21).

Уровень 2.

Конституция Российской Федерации - это юридическая база всех отраслей Российского законодательства, которая обладает наивысшей юридической силой. Охране труда человека в ней посвящен ряд статей. Право на безопасный труд закреплено в Конституции РФ.

Статья 7 п.2 Конституции РФ гласит: «В Российской Федерации охраняется труд и здоровье людей, устанавливается гарантированный минимальный размер оплаты труда, обеспечивается государственная поддержка семьи, материнства, отцовства и детства, инвалидов и пожилых граждан, развивается система социальных служб, устанавливаются государственные пенсии, пособия и иные гарантии социальной защиты».

В статье 37 сказано: «1. Труд свободен. Каждый имеет право свободно ... выбирать род деятельности, профессию. 2. Принудительный труд запре-

щен. 3. Каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены... 5. Каждый имеет право на отдых. ...

Статья 42. «Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу ...

Уровень 3.

Кодекс законов охраны труда (КЗоТ), Гражданский кодекс РФ и Основы Законодательства РФ об охране труда – в них отражены ряд положений по охране труда: определена допустимая продолжительность рабочего дня для различных категорий работающих, требуемые условия работы, условия работы женщин, подростков, режим труда и отдыха и др.

Статья 130 КЗоТ: «Администрация предприятий несет ответственность за обеспечение здоровых и безопасных условий труда».

Статья 145 определяет основные инструкции по охране труда, обязательные для выполнения рабочими и служащими.

Статья 149 устанавливает порядок выдачи спецодежды и других средств индивидуальной защиты.

Статья 159 определяет виды ответственности за нарушения законодательства о труде.

Уровень 4.

Нормативно-техническая документация – комплекс взаимосвязанных стандартов, направленных на обеспечение безопасности труда, установление общих норм и требований по видам опасных и вредных работ. Стандарты бывают всероссийскими и отраслевыми.

Законы и постановления Правительства РФ, Госкомстата РФ, Госстроя РФ, Минздрава РФ, и др.

Нормативная документация представляется правилами, нормами, инструкциями и стандартами. Нормы и правила по охране труда бывают единые (федеральные) и отраслевые.

Основными видами нормативно-технической документации является действующая система стандартов безопасности труда (ССБТ).

В рамках системы стандартов производится взаимная увязка, систематизация всей нормативно-технической документации безопасности труда.

Стандарты ССБТ бывают государственными (ГОСТы), отраслевыми (ОСТы) и стандартами предприятий (СТП). Отраслевые стандарты разрабатываются с учетом специфики отрасли и нередко содержат более жесткие требования, чем соответствующие государственные стандарты. Объектами стандартизации на производстве являются:

- организация работ по охране труда;
- контроль состояния условий труда;
- планирование работ по охране труда;

- порядок стимулирования работ по охране труда;
- организация обучения и инструктажа, работающих по охране труда и др.

Уровень 5.

Правила и нормы по охране труда (СНиП). На этом уровне конкретизируются требования производственной безопасности на различных видах производств. СниПы бывают общие и отраслевые.

Уровень 6.

Инструкции по технике безопасности. Инструкции разрабатываются, принимаются и выполняются на каждом конкретном рабочем месте. Основой разработки являются соответствующие СНиП.

7.2.2. Организация охраны труда (ОТ) на предприятии

Организация охраны труда работников на предприятиях возлагается на администрацию. Непосредственное руководство этой работой возлагается на главного инженера предприятия. Для проведения практической работы по ОТ нередко выделяется ставка инженера по технике безопасности и охране труда, организуются группы или даже отделы охраны труда. Отдел возглавляет начальник отдела или зам. главного инженера.

В компетенцию отдела или специалиста по ОТ на предприятии возлагаются следующие виды работ:

- разработка планов по улучшению условий труда,
- обеспечение спецодеждой, обувью, средствами защиты, питьевой водой и др.
- систематическая проверка выполнения планов по ОТ,
- создание комиссий по приемке в эксплуатацию новых цехов, участков,
- инструктаж и обучение рабочих безопасным приемам труда
- периодическая аттестация административно-технического персонала,
- технадзор за соблюдением требований ОТ и технологической дисциплины,
- специальный надзор за установками повышенной опасности,
- расследование и анализ случаев производственного травматизма,
- издание приказов по ОТ,
- ведение документации по ОТ и составление отчетности.

Обучение и инструктаж. Обучение безопасным приемам труда на конкретном рабочем месте возлагается на администрацию (в лице главного

инженера) и проводится в связи с пуском новых рабочих мест. Практически обучение проводит специалист по ОТ. **Инструктаж** включает ряд этапов: вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый, целевой.

Вводный инструктаж проводят обязательно со всеми вновь принимаемыми на работу сотрудниками по программе, созданной с учетом специфики производства. В ходе инструктажа принимаемых на работу знакомят с производством, с его вредными и опасными факторами, коллективными средствами защиты от них, общими для всего производства правилами безопасного поведения (например, в рабочих корпусах нельзя пользоваться открытым огнем, курить) и производства (например, нельзя входить в цех без защитного костюма).

Первичный инструктаж проводится со всеми вновь принятыми, переводимыми с другого производства, переводимого из подразделения в подразделение. Этот вид инструктажа организуется персонально с каждым работником по инструкции, разработанной для конкретного рабочего места.

Повторный проводят с целью проверки и повышения уровня знаний по технике безопасности не реже, чем 1 раз в 6 месяцев независимо от образования, стажа и квалификации работника.

Внеплановый – проводится при изменении условий работы, правил ТБ, модернизации оборудования, а также при нарушении работником правил ТБ.

Целевой - проводится перед выполнением работ, на которые каждый раз оформляется наряд-допуск.

О проведении любого инструктажа делается запись в журнале регистрации с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего.

Надзор и контроль за соблюдением правил ОТ осуществляют специально уполномоченные органы и инспекции, не зависящие в своей деятельности от администрации предприятия, а также профсоюзы и ведомства.

Высший надзор за исполнением законов по ОТ всеми министерствами и ведомствами возлагается на Генеральную прокуратуру РФ. Кроме того, контроль и надзор осуществляют и другие органы, которые делятся на государственные, государственные профсоюзные, ведомственные, профсоюзные общественные, административно-общественные.

Государственный контроль осуществляется Федеральным горным и промышленным надзором России и его органами на местах. К ним относятся Госэнергонадзор (осуществляет надзор за электробезопасностью); Государственная инспекция безопасности дорожного движения (ГИБДД) Министерства внутренних дел РФ (проверяет состояние автомобилей и соблюдение правил дорожного движения); санитарно-эпидемиологическая служба Министерства здравоохранения РФ (Госсаннадзор); инспекция морского и речного регистров РФ (контролирует правила судоходства на реках и озерах страны и безопасность плавучих средств); Государственная пожарная служба РФ.

Государственный профсоюзный контроль возложен на профсоюзы РФ. Органами этого контроля являются: вневедомственный контроль за ОТ и профсоюзный общественный контроль за ОТ.

7.3. Основные правовые нормы безопасной трудовой деятельности

1. Рабочее время. Нормальная продолжительность рабочего времени не должна превышать **40 часов в неделю**. Для несовершеннолетних (лиц, моложе 18 лет) установлена сокращенная рабочая неделя. Утвержден список производств и профессий, для которых установлена сокращенная 36-часовая неделя. Накануне праздников продолжительность рабочего дня сокращается на один час. На один час сокращено ночное рабочее время, которое устанавливается с 22 до 6 утра. К работе ночью не допускаются: беременные женщины, матери, имеющие детей до 6 лет, лица, моложе 18 лет. Инвалиды могут привлекаться к работе в ночную смену только с их согласия.

Сверхурочные работы законом не допускаются. Администрация может привлечь к сверхурочным работам лишь в *исключительных случаях*, предусмотренных законодательством. Сверхурочные работы не могут превышать в сумме четыре часа за два дня подряд, но не более 120 часов в течение одного года.

Все сверхурочные работы должны фиксироваться и учитываться в специальном журнале.

2. Прием на работу. Необоснованный отказ в приеме на работу запрещен. Отказ в приеме на работу женщины, имеющей ребенка до 3 лет, матери одиночки, имеющей ребенка до 14 лет или беременной женщины должен быть **оформлен письменно**.

Правомерные мотивировки отказа в приеме на работу:

- не достижение соглашения между сторонами в условиях труда;
- отсутствие вакантных мест;
- отсутствие необходимых документов у поступающего;
- несоответствие деловых качеств поступающего требованиям работы;
- более высокий уровень деловых качеств у других претендентов.

3. Увольнение работника. О предстоящем увольнении работник должен быть предупрежден под расписку, не менее чем за два месяца до увольнения. За два же месяца администрация предприятия должна сообщить об увольнении работника в местную службу занятости с указанием профессии, квалификации, стажа работы и размера заработной платы освобождаемого работника. Если увольнение проводится с мотивировкой «по сокращению штатов», то администрация должна предложить работнику другие вакантные

рабочие места на данном предприятии. При обращении работника после увольнения в службу занятости, последняя должна бесплатно оказать ему содействие в выборе новой работы.

Уволенный работник имеет право:

- на выплату выходного пособия в размере среднего месячного оклада;
- на сохранение средней зарплаты на время трудоустройства, но не свыше двух месяцев;
- на сохранение средней зарплаты в период трудоустройства (с помощью службы занятости) за третий месяц;
- на сохранение непрерывного трудового стажа, если перерыв в работе составил менее трех месяцев.

4. Ответственность должностных лиц за нарушение законодательства о труде. Должностные лица, виновные в нарушении требований ОТ, несут юридическую ответственность. Законом при этом установлены следующие виды ответственности: административная, дисциплинарная, материальная и уголовная.

Административная ответственность должностных лиц, виновных в нарушении законодательства о труде и требований ОТ выражается в наложении на них денежного штрафа. Право налагать штраф возлагается на технических инспекторов профсоюзов. Размер штрафа достигает 500 минимальных окладов.

Дисциплинарная ответственность – предполагается наложение дисциплинарных взысканий, предусмотренных правилами: замечание, выговор, строгий выговор, перевод на нижеоплачиваемую работу сроком до трех месяцев.

Материальная ответственность возникает при причинении убытков предприятию при нарушении правил ОТ.

Уголовная ответственность предусмотрена законом при нарушениях, которые могли повлечь или повлекли несчастные случаи с людьми или иные тяжкие последствия.

5. Охрана труда женщин и молодежи

А. Охрана труда женщин. Для женщин, участвующих в трудовом процессе, предусмотрен ряд льгот. Влияние неблагоприятных факторов сказывается на специфической функции женщин – на детородной, а также на ее потомстве. Кроме того, женский организм оказывается более чувствительным к профессиональным вредным и опасным факторам. Поэтому существует список производств, профессий и работ, где запрещен женский труд. Женщинам запрещается работать на вредных и тяжелых работах, связанных с химическим производством, с рядом токсических веществ, таких, как анилин, четыреххлористый углерод, жидкий хлор, ксилол, ртуть, свинцовый сурик,

фтор, сероуглерод. Запрещено женщинам работать на производствах цветной металлургии, в судостроении, на плавке и разливке металла, при работе с пневмоинструментами, на лесозаготовках. Нельзя работать женщинам бойцами скота, плотниками, машинистами локомотивов и больших автобусов (свыше 14 пассажирских мест), водолазами, кочегарами, матросами, газоспасателями, котлочистами.

Имеется ряд постановлений, ограничивающих женщинами максимальные веса переносимых и передвигаемых тяжестей: им разрешено переносить не более 20 кг, а вдвоем на носилках – 50 кг.

Особое внимание уделяется *беременным женщинам и матерям, имеющим грудных детей*. Им запрещено работать с любыми токсичными веществами во время беременности и кормления грудью ребенка, нельзя работать в горячих цехах, на работах, связанных с городским транспортом. После 20 недель беременности запрещено работать стоя.

Для кормления грудного ребенка установлены дополнительные перерывы, которые должны быть установлены не реже, чем через 3 часа и длительностью не менее 30 минут, которые *включаются в рабочее время*. Запрещено привлекать беременных и кормящих женщин к работе в ночное время, посылать в командировки, поручать им выполнение сверхурочных работ и работ в выходные дни.

Б. Охрана труда молодежи. Лица, моложе 18 лет, называются несовершеннолетними. При устройстве на работу несовершеннолетних, они должны пройти дополнительный предварительный медицинский осмотр. Не допускается прием на работу лиц моложе 16 лет. **В виде исключения**, при наличии согласия профсоюза, можно принять пятнадцатилетнего подростка, но при условии, что он уже закончил профессиональное обучение и получил рабочую профессию. Подросткам предоставляется право заключать договор самостоятельно, без участия родителей.

Существуют списки производств, где запрещен труд подростков. Запрещена их работа ночью, во вредных и опасных условиях.

Для молодежи, принятой на работу, установлены свои нормы переноса тяжестей: для 16 – 18 летних юношей – максимум 16.4 кг, для девушек – 10.25 кг, для подростков с 15 до 16 лет – в два раза меньший вес.

Продолжительность рабочей недели 16-18 летних подростков составляет 36 часов в неделю; 15-16-летних – 24 часа. Оплата труда подростков за неполный рабочий день производится как за полный.

Увольнение подростков производится только в исключительных случаях и с обязательным последующим трудоустройством.

6. Компенсация профессиональных вредностей. При выполнении отдельных работ, рабочие подвергаются воздействию вредных факторов. Для них предусмотрен ряд льгот: сокращенный рабочий день, дополнительный отпуск, повышенная оплата труда (оплата за вредность: от 5 до 50% от основ-

ного оклада), выдача лечебно-профилактического питания, нейтрализующих веществ (молоко, сок), выдача спецодежды, мыла, снижение пенсионного возраста.

7.4. Техника безопасности на производстве

7.4.1. Основные определения раздела. Основные вопросы, изучаемые в разделе «Техника безопасности», направлены на организацию безопасных рабочих мест. Объектом исследования раздела является система «**Человек - механизм – окружающая среда**» (ЧМС), элементы которой взаимодействуют друг с другом. Любое взаимодействие может быть штатным и нештатным.

Нештатное взаимодействие может выражаться в виде *чепе*.

Чепе – нежелательное, незапланированное и непреднамеренное событие в системе ЧМС, нарушающее обычный ход вещей и происходящее в относительно короткий промежуток времени.

Несчастный случай – чепе, заключающееся в повреждении организма человека

Отказ – чепе, заключающееся в нарушении работоспособности компонентов системы.

Инцидент – вид отказа, связанный с неправильными действиями или неправильным поведением человека

Производственная среда – это пространство, где совершается трудовая деятельность человека. Не всегда человек на производстве пребывает в комфортных условиях – нередко по каким-то показателям он находится даже **на границе экологической ниши**. Отклонения от оптимальных условий приводят, с одной стороны, к снижению производительности труда, с другой - к травмам, заболеваниям и даже к смертности людей.

Важным фактором является **изменение температуры** в производственных помещениях сверх оптимальной (оптимальной является температура + 18 град. С), что приводит к снижению работоспособности. Результаты исследования /2/ зависимости работоспособности от температуры в рабочих помещениях приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Зависимость работоспособности от окружающей температуры

Температура воздуха, град.С	16-18	25-27	30-32
Относительная работоспособность, %	100	50	20

Неудовлетворительная освещенность, особенно при напряженных зрительных работах, является причиной повышенного утомления, приводит к браку и более серьезным последствиям.

7.4.2. Понятие о комфортных условиях труда.

Виды трудовой деятельности /24/

Все формы труда делятся на **умственные и физические**.

Физический труд характеризуется повышенными нагрузками на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы. Он имеет как положительные, так и отрицательные стороны: с одной стороны, он развивает мышечную систему и стимулирует обменные процессы. Но он характеризуется неэффективностью, требованием высоких мышечных напряжений, требует для отдыха и восстановления сил не менее 50% рабочего времени.

Умственный труд – это, как правило, сбор и переработка информации. Труд требует напряжения сенсорного аппарата, памяти, внимания. Для этого вида работ характерна **гипокинезия** – снижение двигательной активности, приводящее к сердечно-сосудистой патологии, что влияет на психическую деятельность, ухудшение функций внимания, памяти, восприятия.

В современной трудовой деятельности чисто **физический труд** встречается редко: (грузчики, дворники, лесорубы). Это труд, который используется при недостаточности и недоразвитости механизации и автоматизации и при котором требуется значительные мышечные усилия.

При **механизации физического** труда изменяется характер мышечных нагрузок, и основную нагрузку уже несут мелкие мышцы конечностей. Однообразие простых действий и малый объем перерабатываемой информации приводит к монотонности труда. При этом снижается скорость реакции, возбудимость анализаторов, быстро наступает утомление.

В **полуавтоматическом производстве** человек исключается из процесса обработки предмета труда. Задача человека – обслуживание станка: подать сырье, запустить станок, извлечь продукцию. Характерно для этого вида работ: монотонность, повышенный темп, утрата творческого начала.

Конвейерная форма труда определяется дроблением процесса на мелкие операции, автоматической подачей деталей к каждому рабочему месту, строгой последовательностью действий. Чем меньше времени затрачивает человек на выполнение операции, тем монотонней работа, что приводит к быстрому нервному истощению.

В формах труда, связанных с **дистанционным управлением**, человек включается как необходимое звено, работник находится в постоянном состоянии повышенной готовности к действиям, действия его, как правило, малочисленны.

Интеллектуальный труд бывает нескольких видов:

- операторский;

- управленческий;
- творческий;
- труд медработников и труд преподавателей;
- труд студентов и учащихся;

Особенности этих видов труда:

Работа оператора (диспетчера) отличается большой ответственностью, высоким нервно-эмоциональным напряжением, переработкой больших объемов информации.

Труд руководителей – это повышенная личная ответственность, большие объемы информации при дефиците времени, периодичность возникновения конфликтных ситуаций.

Труд преподавателей и медработников отличается постоянным контактом с людьми, повышенной ответственностью, частым дефицитом времени и информации для принятия правильного решения.

Труд студентов характеризуется напряжением основных психических функций: памяти, внимания, восприятия, а также наличием стрессовых ситуаций.

Наиболее сложная форма труда – **творческая** (ученые, художники, артисты, композиторы, конструкторы). Наблюдается значительное нервно-эмоциональное напряжение, с которым связаны изменение ЭКГ, тахикардия, изменение кровяного давления, повышение температуры тела и др.

Суточные затраты энергии работниками умственного труда (инженеры, врачи) в среднем 10-11 МДж, для работников механизированного труда и сферы обслуживания (продавцы, медсестры) – 11-12, а для работников физического труда (лесоруб, грузчик) - 16-18 МДж.

Затраты энергии меняются от рабочей позы. При рабочей позе «сидя» затраты энергии на 10-15% превышают энергию основного обмена; при рабочей позе «стоя» - на 10-25%, а в неудобной вынужденной позе – на 40-50%. При интенсивной интеллектуальной работе – потребность мозга составляет 20% текущего основного обмена; при чтении вслух повышается на 48%, при выступлении с лекцией – на 98%, у операторов вычислительных машин – на 100%.

В соответствии с гигиенической классификацией труда (Р.2.2.013-94) все условия труда подразделяются на 4 класса:

- 1 – оптимальные;
- 2 – допустимые;
- 3 – вредные;
- 4 – опасные.

Оптимальные – обеспечивают максимальную производительность труда и минимальную напряженность организма человека.

Допустимые – характеризуются такими уровнями факторов среды, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих

мест. Изменения функционального состояния организма полностью восстанавливаются во время регламентированного отдыха.

Вредные - характеризуются уровнями вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающие неблагоприятное воздействие на работающего или его потомство. Вредные условия делят на четыре степени вредности:

- 3.1. – характеризуются такими отклонениями от гигиенических нормативов, которые вызывают обратимые функциональные изменения;
- 3.2. – производственные факторы могут вызвать стойкие нарушения здоровья, появление признаков профессиональной патологии;
- 3.3. – приводят, как правило, к развитию проф. патологии;
- 3.4. – могут вызвать выраженные формы проф. патологии.

Опасные - это такие уровни производственных факторов, воздействие которых во время рабочей смены создает угрозу для жизни.

7.4.3. Организация рабочего процесса

А. При организации рабочего процесса следует учитывать усредненные **антропометрические и психофизиологические особенности** человека /1/.

Антропометрические данные:

При работе стоя, нужно учитывать, что:

- рост мужчины, в среднем, на 11.1 см выше женщины,
- длина вытянутой в сторону руки длиннее на 6.2 см;
- длина вытянутой вперед руки – на 5.7 см;
- длина ноги на 6.6 см;
- высота глаз над уровнем пола на 10.1 см;

При работе сидя:

- длина тела мужчины больше на 9.8 см;
- высота глаз над сиденьем – на 4.4 см

Влияние на работоспособность оператора оказывает правильный выбор **типа и размещения органов управления**. В горизонтальной плоскости область обзора без поворота головы составляет 120 град.; с поворотом головы – 225 град.; оптимальный вертикальный угол обзора без поворота – 30 град., с поворотом – 130 град. Приборные панели надо располагать *в плоскости взора* оператора, органы управления – *в пределах досягаемости*. Наиболее важные органы управления надо расположить спереди и справа. Максимальная зона досягаемости правой руки – 70-110 см, следовательно, глубина рабочей панели не должна превышать 80 см. Высота панели не более 75 см. Наклон панели может быть 10-20 град, наклон спинки стула – 0-10 град.

Для лучшего различения органы управления должны быть разной формы, размеров и расцветки.

Часть органов управления можно приспособить для ножного управления, но это должны быть операции, случающиеся не чаще 1 раз в 20 мин и не требующие большой точности.

Б. Для повышения работоспособности нужно **чередовать периоды труда и отдыха**. Существуют две формы регламентированного отдыха: обеденный перерыв и кратковременные «пятиминутки». При выполнении работы, требующей значительных усилий, перерывы должны быть реже, но продолжительнее (по 10-12 мин.). При выполнении особо тяжелых работ (кузнецы, металлурги) нужно чередовать 15 мин. работы и столько же минут отдыха. При работе, требующей нервного напряжения, требуются более частые, но короткие перерывы (по 5 мин.). Кроме перерывов рекомендуется делать микропаузы (посмотреть в окно, на рыбок в аквариуме, послушать музыку).

Регламентирование рабочего времени в течение суток: в течение суток организм по-разному реагирует на нагрузку. Наивысшая работоспособность с 8 до 12 и с 14 до 17 часов. Наименьшая работоспособность днем с 12 до 14, а ночью с 3 до 4 час. Это нужно учитывать при планировании рабочего времени.

В течение недели наивысшая работоспособность приходится на 2,3 и 4 день работы. В последний (6-й день) она падает до минимума. Понедельник, является, так называемым, «днем вработывания».

В. Элементами рационального режима труда является *производственная гимнастика, психофизиологическая разгрузка и функциональная музыка*. В основе производственной гимнастики лежит феномен активного отдыха, открытый Сеченовым И.М. «*утомленные мышцы быстрее восстанавливают свою работоспособность не в состоянии покоя, а при работе других мышц*».

В основе благоприятного влияния музыки лежит положительный эмоциональный настрой и снижение утомления. Но функциональную музыку нельзя применять при значительной концентрации внимания: при умственной работе, при больших напряжениях и при работе в неблагоприятных условиях труда.

Для борьбы с нервным напряжением используют *кабинеты релаксации и психологической разгрузки*. Одним из элементов повышения работоспособности и снижения утомляемости является *аутогенная тренировка*, основанная на приемах самовнушения

Г. Эффект разгрузки достигается также путем *эстетического оформления интерьера*: использования удобной красивой мебели, насыщения воздуха отрицательно заряженными ионами, имитация естественно-природного окружения, воспроизведения звуков леса, морского прибоя.

7.4.4. Физиологическое действие на организм человека метеорологических условий производственного помещения /1/

Теплообмен человека с окружающей средой (ОС). Жизнедеятельность человека всегда сопровождается выделением теплоты в ОС. Ее количество зависит от степени физического напряжения и климатических условий: в покое человек выделяет до 85 Дж/с, при напряжении – до 500 Дж/с. Чтобы физиологические процессы протекали нормально, нужно, чтобы выделяемая теплота полностью отводилась в ОС. Нарушение теплового баланса приводит **к перегреву или переохлаждению**, а в результате этого к потере работоспособности и возможно к смерти.

Важный интегральный показатель теплового состояния организма – температура тела (в норме она должна быть равной 36.5 град. С). При выполнении тяжелой работы она может повыситься на 1-2 град. Наивысшая температура, которую выдерживают **внутренние органы** человека – + 43 град. С, минимальная – + 25 град.С.

Состояние человека считается нормальным, если тепловыделение полностью воспринимается ОС: тогда температура внутренних органов будет постоянной. Если баланс *нарушен и положителен*, то тепловое состояние характеризуется как **«жарко»**. Если «теплоизолировать» человека в состоянии покоя, то уже через один час температура его органов поднимется на 1.2. град. С. Теплоизоляция человека при выполнении им работы средней тяжести повысит в аналогичном случае температуру на 5 град. С.

Если ОС воспринимает больше тепла, чем человек производит, то происходит охлаждение организма. Человеку становится **«холодно»**.

Теплообмен человека и ОС происходит за счет трех составляющих:

- «омывания» тела человека воздухом (конвекция),
- за счет испарения влаги (потоотделение),
- при дыхании.

В нормальных условиях вокруг тела человека находится пограничный слой воздуха толщиной 4-8 мм, который и регулирует отдачу тепла. При увеличении атмосферного давления и при скорости движения воздуха более 2 м/с слой может уменьшиться до 1 мм. **Передача тепла за счет конвекции** тем больше, чем ниже температура окружающего воздуха, чем выше давление и чем выше скорость движения воздуха.

Количество теплоты, отдаваемое человеком *с потоотделением*, зависит от температуры воздуха и нагрузки человека. Средняя легочная вентиляция в состоянии покоя составляет 0.5 л/с, а при работе доходит до 4 л/с. Количество теплоты, выделяемой с выдыхаемым воздухом, зависит от вида работы, от температуры окружающего воздуха, от атмосферного давления и относительной влажности воздуха.

Такие параметры помещения, как температура, давление, скорость воздуха, относительная влажность – получили название **микроклимат** рабочего помещения.

Как влияет микроклимат на производительность труда и работоспособность рабочего? Организм пытается приспособиться к любым микроклиматическим вариациям. Например, у человека развита система физических механизмов, поддерживающих постоянство температуры тела, которая называется **терморегуляцией**. Выделяют терморегуляцию **химическую** (изменение интенсивности процессов обмена, повышение активности щитовидной железы и др.) и **физическую** (сосудистые реакции, потение). При пониженной температуре **действует, в основном**, химическая терморегуляция (вырабатывается тепло за счет гликогена печени), но при этом и на физическом уровне сокращаются сосуды (уменьшается отдача тепла в ОС). При повышенной температуре кожные сосуды расширяются, происходит увеличение потоотделения и учащение дыхания.

Как влияют на работоспособность отдельные элементы микроклимата?

Перегревание. При длительном воздействии на работника высокой температуры могут возникнуть острые заболевания: гипертермия, судорожная болезнь и хронический перегрев.

Гипертермия. Основные симптомы гипертермии: общая слабость, головная боль, головокружение, шум в ушах, температура поднимается до 38-39 град. С, пульс учащен, происходит нарушение координации движений, нарушение цветового восприятия, бледность или синюшность кожных покровов. Более острая форма гипертермии – **тепловой удар**. Симптомы его те же, но они более резко выражены. Температура может дойти до 42 град. С, возможны потеря сознания, расширение, а затем сужение зрачков, снижение артериального давления, учащение дыхания.

Судорожная болезнь – вторая форма перегревания. Проявляется сухостью во рту, болезненными подергиваниями мышц конечностей и туловища, резким обезвоживанием организма, глаза при этом западают, вокруг глаз появляются темные круги, нос заостряется, возникают явления сгущения крови,

Хронический перегрев. Возможно нарушение функции почек, желудочно-кишечной секреции, обнаруживается наличие белка в моче, гипотония.

Что предпринять, если перегревание случилось?

Желательно пострадавшего быстро вывести на свежий воздух, при легкой форме можно принять прохладный (≈ 26 град. С) душ продолжительностью 6-8 мин, в более выраженных случаях показана прохладная ванна (≈ 20 град. С) до 5 мин, затем рекомендуется отдых в лежачем положении. Если нет возможности принять ванну, то ее можно заменить влажным обертыванием. Желательно обильное питье. Внутри можно дать валериану или кордиамин, медработник может сделать подкожное введение изотонического

раствора хлористого натрия, при судорогах часто делают кровопускание до 350 мл крови.

Профилактика. Применение воздушного душирования. Рациональный пищевой рацион (до 125 г белка в день), правильный питьевой режим (лучше газированная подсоленная вода), прием витаминов, регулярные медицинские осмотры.

Переохлаждение. Работы в режиме **пониженной температуры** могут сопровождаться **гипотремией**. При этом наблюдается уменьшение частоты дыхания, увеличение объема вдоха, изменяется углеводный обмен, появляется мышечная дрожь, в результате чего вся энергия идет на производство теплоты, может возникнуть холодовая травма.

Переохлаждение может быть острое (местное и общее) и хроническое.

Острое местное переохлаждение может привести к отморожению.

Сильное **общее** переохлаждение приводит к падению артериального давления, урежению дыхания.

Хроническое переохлаждение приводит к профзаболеванию периферических нервов и сосудов. Если имеется только местное постоянное охлаждение, то возникает заболевание вегетативный полиневрит (отеки, потеря чувствительности, болезненность). При общем – холодовой нейроваскулит. Симптомы начала заболевания: сначала зябкость, повышенная потливость, нерезкие боли, появляется хромота, затем боли усиливаются, нарушается кровообращение.

Лечение таких заболеваний может проводиться только в медучреждениях: новокаиновые блокады, грязелечение, показано курортное лечение.

Влияние влажности. Из-за недостаточной влажности возникают значительное испарение со слизистых оболочек рабочих, что приводит к пересыханию, растрескиванию, затем к загрязнению болезнетворными микробами слизистых оболочек. Поэтому в рабочих помещениях влажность должна быть 30-70 % . Установлено, что **потоотделение практически не зависит от количества воды, поступающей в организм (от количества выпитой жидкости)**. Если человек 3 часа работает без питья, то образуется только на 8% меньше пота, а если человек пьет воды в 2 раза больше, чем требуется, то количество пота увеличится только на 6%.

Считается допустимым снижение массы тела только на 2% за счет потери воды. Дальше начинается **обезвоживание**. Обезвоживание на 6% ведет к нарушению умственной деятельности, к потере остроты зрения. 20%-ное обезвоживание организма – это смерть.

Вместе с потом организм теряет много **минеральных солей**: при 5 часовом тяжелом труде может потеряться до 10 л жидкости и с ней до 60 г поваренной соли. При этом кровь теряет способность удерживать воду, нарушается сердечно-сосудистая деятельность. Для восстановления водно-

солевого баланса при тяжелой работе нужно пить подсоленную (0.5%) воду до 5 литров в смену.

Таблица 7.3 – Зависимость количества влаги, выделяемой с поверхности кожи от характера работы

Количество влаги, выделяемое с поверхности кожи человека, г/мин					
Характеристика работы	Температура воздуха, град.С				
	16	18	28	35	45
Покой, 100 Вт	0.6	0.74	1.69	3.25	6.2
Легкая работа, 200 Вт	1.8	2.4	3.0	5.2	8.8
Тяжелая, 490 Вт	4.9	6.7	8.9	11.4	18.6
Очень тяжелая, 695 Вт	6.4	10.4	11.0	16.0	21.0

Гигиеническое нормирование параметров микроклимата производственных помещений: нормы микроклимата приводятся в ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». Там введено понятие теплого и холодного времен года: теплое время – если средняя температура внешнего воздуха выше **+10 град. С.**; холодное время года – если ниже **+ 10 град. С.** Все виды работ делят на три категории:

- легкие с затратой энергии до 134 Вт – категория 1а и
- легкие с затратой энергии до 174 Вт – категория 1б;
- средние с затратами энергии до 290 Вт (не связанные с переносом тяжестей и затратами до 232 Вт – 2а
- средние, но связанные с переносом тяжестей до 10 кг и с переходом на небольшие расстояния с затратами до 290 Вт – 2 б);
- тяжелые с затратами энергии более 290 Вт.

7.4.5. Негативные факторы производственной среды

Основными **источниками травмирующих и вредных факторов** на производстве являются машины, химически и биологически активные предметы труда, источники энергии, нерегламентированные действия рабочих, нарушение организации деятельности, отклонения от нормативных параметров микросреды. Все факторы подразделяются на:

- физические,
- химические,
- биологические,
- психофизиологические.

Физическое – это движущиеся машины и механизмы, повышенный уровень шума и вибрации, электромагнитные и ионизирующие излучения,

недостаточная освещенность рабочего места, повышенный уровень статического электричества, напряжение в электрических цепях.

Химическое – вещества, обладающие канцерогенным, мутагенным, тератогенным, эмбриогенным токсическим, раздражающим, сенсибилизирующим действиями.

Биологическое – наличие патогенных микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности, а также животные и растения.

Психофизические – физические перегрузки, нервно-психические (умственное перенапряжение, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

На уровень травматизма оказывают влияние микроклимат в коллективе и профессиональный опыт рабочих: нет трудовых навыков и достаточных знаний – уровень травматизма высок; навыки приобретаются – происходит спад травматизма.

7.5. Электробезопасность на производстве

7.5.1. Действие электрического тока на живой организм

Проходя через живой организм, электрический ток оказывает термическое, биологическое и электролитическое действия.

Термическое действие выражается в ожогах участков тела, нагреве кровеносных сосудов и нервов, которое является следствием преобразования электрической энергии в тепловую.

Электролитическое действие проявляется в разложении (электролитической диссоциации) крови и других органических жидкостей, входящих в состав живого организма.

Биологическое действие свойственно только живым организмам: непроизвольное судорожное сокращение мышц и нарушение дыхательной функции и процесса кровообращения.

Исход действия электрического тока на организм зависит от ряда факторов:

- от длительности протекания тока через тело человека;
- от рода и частоты тока;
- от состояния ОС в момент протекания тока;
- от состояния человека, подвергшегося воздействию электрического тока.

По данным многих исследователей установлено, что ток силой более 0.05 А в определенных условиях может смертельно травмировать человека в течение 0.1 с /2/.

Сопротивление тела человека зависит в основном от состояния его кожного покрова и может иметь сопротивление до 10^6 Ом. Сопротивление

внутренних органов значительно меньше и составляет около 500 Ом. При расчетах принимают сопротивление тела человека 1 кОм.

Главным поражающим фактором является величина тока, проходящего через организм и путь его прохождения.

Длительное протекание тока через организм способствует снижению сопротивления тела человека, увеличению протекающего тока и накоплению отрицательных последствий.

Род и частота тока определяют исход действия тока: наиболее опасен переменный ток с частотой 20-200 Гц (ток промышленной частоты). При частоте более 200 Гц опасность поражения значительно снижается. Ток с частотой выше 500 Гц практически не оказывает на человека поражающего действия.

Таблица 7.4 – Влияние переменного электрического тока на организм человека (Частота 50 Гц, путь «рука-нога» /1/

Сила тока, мА	Проявление действия
До 0.6	Не ощущается
0.6 - 1.5	Начинается безболезненное ощущение тока – 1.5 мА - <i>порог ощущения</i>
1.5 - 6	Ощущения безболезненны. Управление мышцами не утрачено.
6 - 15	Ощущения слабо болезненны. Управление мышцами затруднено. Возможны судороги мышц, при этом самостоятельное освобождение от контакта с токоведущей частью реально.
15-20	Самостоятельное освобождение чаще невозможно. 14 мА - <i>ток пороговый неотпускающий</i>
20-30	Ощущения болезненны. Действие тока распространяется на мышцы грудной клетки. Самостоятельное освобождение от контакта <i>невозможно</i> .
30-50	Сильные судорожные сокращения мышц. Дыхание затруднено. Возможна остановка сердца. Прекращение кровообращения.
50-100	Паралич дыхания. Возможны фибрилляции сердца. Возможна смерть. 100 мА – <i>порогово фибрилляционный ток</i>
100-500	Фибрилляция сердечной мышцы. Самовосстановление дыхания и сердцебиения невозможно. <i>Смерть</i> .
500-1000	Ожоги в местах контакта. Фибрилляция сердца. Возможна смерть.
Более 1000	Ожоги. Возможна фибрилляция сердечной мышцы.

При действии постоянных токов:

Порогово ощутимый: 5-7 Ма.

Порогово неотпускающий – 50-70 мА.

Порогово фибрилляционный – 300 мА.

Наибольшее число поражений электрическим током (до 85%) приходится на установки до 1000 В. Наиболее опасен для организма человека переменный ток с частотой 50 Гц. Угроза поражения электрическим током возрастает с увеличением продолжительности его воздействия на человека, это связано с падением сопротивления тела человека протеканию тока: через 30 с сопротивление падает, примерно, на 25%; через 90 с – на 75%. Сухая, грубая мозолистая кожа при отсутствии усталости и при нормальном состоянии здоровья человека повышают сопротивление человеческого организма току.

В результате действия электрического тока человек может получить электрический удар или электротравму.

Электрический удар – поражение внутренних органов человека, часто при этом поражается нервная система, желудочки сердца и мышцы грудной клетки.

Среди электрических травм выделяют электрические ожоги (токовые и дуговые), электрические знаки, металлизацию кожи, электроофтальмию и др.

Токовый ожог – ожог кожи в месте контакта тела с токоведущей частью электроустановки с напряжением не выше 1-2 кВ.

Дуговой ожог - ожог, вызванный электрической дугой, может вызвать обширные повреждения кожи, вплоть до обугливания или бесследного сгорания некоторых участков тела.

Электрические знаки – пятна серого или светло-желтого цвета на поверхности кожи, в которых может быть потеряна чувствительность.

Металлизация кожи – проникновение в верхние слои кожи мельчайших частиц металла, расплавившегося под действием электрической дуги.

Электроофтальмия – воспаление наружных оболочек глаз в результате потока ультрафиолетового излучения при электрической дуге.

При падении на землю случайно оборванного электрического провода поверхность земли может оказаться под напряжением. Образуется зона растекания токов в радиусе, примерно, 20 м от заземлителя. Между двумя точками в радиальном направлении на расстоянии шага (0.8 м) образуется *шаговое напряжение*, под которым могут оказаться ноги человека.

Шаговое напряжение зависит от силы тока, распределении потенциала по поверхности земли, длины шага человека. Шаговое напряжение считается безопасным, если оно не превышает 40 В. Движение человека по окружности, все точки которой расположены на равном расстоянии от места замыкания, безопасно, так как разность потенциалов на ногах человека равна нулю.

В случае попадания в зону шагового напряжения необходимо выходить из зоны растекания токов маленькими шагами (около 20-25 см) или прыжками на одной ноге.

7.5.2. Классификация электроустановок

Электроустановка – это совокупность машин и вспомогательного оборудования (включая помещения, в которых они установлены), предназначенные для производства, преобразования в другой вид или распространения электроэнергии.

Все электроустановки подразделяются **по используемому напряжению** на две группы:

- установки с номинальным напряжением до 1 кВ;
- установки с номиналом выше 1 кВ.

Все электроустановки являются опасными с точки зрения поражения человека электрическим током. Условия окружающей среды могут усилить или ослабить опасность поражения током. Поэтому при оценке опасности поражения током нужно учитывать тип помещения, где она находится.

По условиям среды все рабочие помещения делятся на следующие типы:

- сухие;
- влажные;
- жаркие;
- пыльные;
- помещения с химически активной средой.

Сухие помещения – помещения, влажность в которых не превышает 60%, а температура в них не выше 35 град. С. Если в помещении нет никаких химически активных компонент, то такие помещения называются **нормальными**.

Влажные помещения – те, в которых относительная влажность от 60 до 75%.

Сырые помещения – это помещения с влажностью выше 75%. В особо сырых – влажность близка к 100%, стены и пол в таких помещениях покрыты влагой.

Жаркие помещения – те, температура в которых большую часть рабочего времени держится выше 35 град. С.

Пыльные помещения – пыль в этих помещениях (по технологии производства) содержится в таком количестве, что оседает на проводах, проникает внутрь механизмов.

В отношении опасности поражения электрическим током помещения разделяют:

- 1) **помещения без повышенной опасности** - это сухие, непыльные, с нормальной температурой и с изолированными полами;
- 2) **помещения с повышенной опасностью** - помещения с наличием одного из условий:
 - сырость или токопроводящая пыль;
 - токопроводящий пол;

- температура в помещении выше 35 град;
 - возможность одновременного касания с имеющими соединением с землей металлоконструкциями и с металлическими корпусами оборудования;
- 3) **особо опасные помещения** – они характеризуются наличием особой сырости, химически активной среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности.

7.5.3. Защитные устройства

Все защитные устройства делятся на общие и индивидуальные.

К **общим защитным устройствам** относятся технические средства, обеспечивающие безаварийность оборудования и безопасность обслуживающего персонала.

Защитные устройства делятся на оградительные, предохранительные и предупредительные устройства. Все защитные устройства делятся на группы:

- ограждения,
- блокировки,
- тормозные устройства,
- световая и звуковая сигнализация,
- отличительная окраска,
- условные обозначения,
- приборы безопасности.

Ограждения. Ограждение – это устройство, локализирующее опасную зону или ограничивающее её размеры. Ограждение должно быть простым, удобным, безопасным, иметь соответствующую прочность. При снятом ограждении оборудование нельзя включать и работать на нем. Ограждения по конструкции бывают:

- ◆ Частичные и полные
- ◆ Непрозрачные, прозрачные и комбинированные
- ◆ Металлические и неметаллические
- ◆ Сплошные, сетчатые, решетчатые
- ◆ Стационарные и передвижные

Частичные ограждения применяют в тех случаях, когда рабочая зона не может быть закрыта полностью, хотя полные ограждения более надежны.

Стационарные ограждения применяют в случаях, если опасная зона постоянна или изменяется в нешироких пределах.

Подвижные ограждения применяют в случаях, если необходимо периодически проникать в опасную зону (для ремонта, настройки).

Сетчатые и решетчатые ограждения применяют, если необходим приток воздуха к установке или ее визуальный обзор.

Устройство ограждений регламентируется рядом законодательных актов.

Основные требования к ограждениям:

1. Все открытые вращающиеся части механизмов должны быть ограждены на высоту не менее 2 м от уровня пола или рабочей площади.
2. Сетчатые ограждения изготавливаются из проволоки толщиной не менее 1.5-2 мм с площадью отверстий не более 100 кв. см.
3. Ограждения должны иметь прочные крепления.
4. Горизонтальные движущиеся ремни шириной более 135 мм должны ограждаться независимо от их расположения. Ограждение должно быть расположено, возможно, ближе к ремню и шире ремня не менее чем на 5 см.
5. Внутренняя поверхность установки окрашивается в цвета техники безопасности (ярко-красный, желтый, оранжевый), для того, чтобы видеть, что ограждение снято.
6. Работа со снятым или испорченным ограждением запрещена.

Блокировка. Блокировка - это совокупность методов и средств, обеспечивающих фиксацию рабочих частей оборудования в определенном состоянии, которое создает условия для безопасной работы. Различают следующие виды блокировок:

- ◆ Механическая
- ◆ Электрическая
- ◆ Фотоэлектронная
- ◆ Радиоактивная
- ◆ Емкостная электронная

Простейшая блокировка основана на занятости обеих рук, при этом машина может быть запущена только при нажатии двух кнопок одновременно двумя руками.

Тормозные устройства. Тормозное устройство – это приспособление для быстрой остановки механизма в случае экстренной необходимости. Классификация тормозных устройств:

- ◆ Рабочие и аварийные
- ◆ Гравитационные, пневматические, гидравлические, механические
- ◆ Ручные и автоматические

Предохранительные устройства. Все предохранительные устройства делятся на два типа:

- ◆ Автоматические, восстанавливающие работоспособность механизма после того, как контролируемый параметр пришел в норму (тепловое реле, предохранительный клапан);

- ◆ Неавтоматические, требующие участия человека для восстановления работоспособности (срезаемые втулки).

Световая, звуковая и знаковая сигнализация. Сигнализация применяется в сочетании с другими видами защитных устройств, а также как самостоятельное средство, предупреждающее об отклонении параметра от нормы. В шумных условиях рекомендуется использовать световые сигналы, знаковую сигнализацию чаще используют на транспорте.

Отличительная окраска. Опасные объекты рекомендуется окрашивать в цвета, отличающиеся от цвета основного оборудования. Тележки, автокары – в красный с черным; насосно-компрессорное оборудование – в зелено-голубой; конвейеры – в темно-зеленый. Специальные цвета присвоены трубопроводам пара, холодной и горячей воды. Красный цвет – цвет, запрещающий движение, цвет противопожарного инвентаря и кнопки «стоп»

На практике сложился определенный код цветов безопасности:

Голубой, светло-зеленый – сигнал «безопасно»

Приборы безопасности. Эти приборы выполняют функции защиты, предупреждения об опасности, регистрируют некоторые параметры. К ним относятся манометры, термометры и др. приборы.

7.5.4. Защита от опасности поражения электрическим током

К общим средствам защиты человека от действия электрического тока относятся защитные ограждения; заземление и зануление корпусов электрооборудования, которые могут оказаться под напряжением; предупредительные плакаты; автоматические воздушные выключатели.

Одно из главных требований безопасности является хороший *уровень состояния изоляции*. Назначение изоляции состоит в том, чтобы предупредить возникновение коротких замыканий и исключить контакт с токоведущими частями. Сопротивление изоляции должно быть не менее величины напряжения сети, увеличенной в тысячу раз, но не менее 0,5 Мом. Испытания изоляции должны проводиться не реже одного раза в три года.

Защитное заземление. Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических токоведущих частей, которые могут оказаться под напряжением. *Цель заземления:* уменьшение величины напряжения прикосновения.

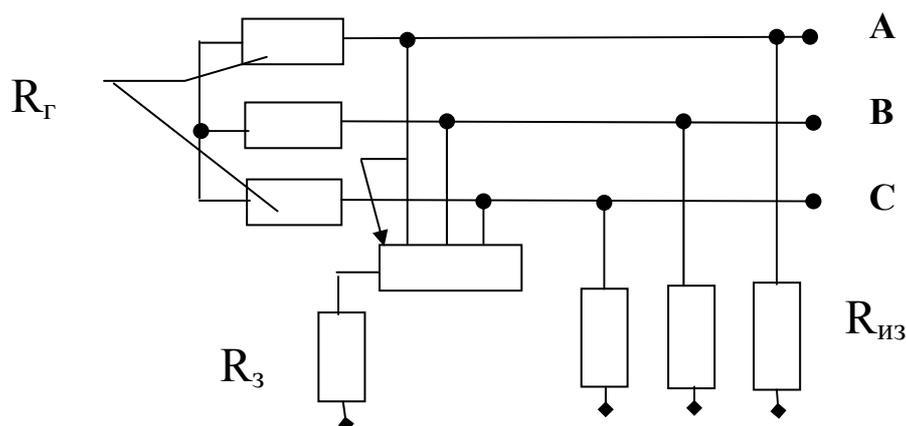


Рисунок 7.1 – Схема защитного заземления

$R_{з}$ - сопротивление заземления (должна быть равной 4 Ома для установок с напряжением до 1000 В и 0.5 Ома для установок с напряжением свыше 1000 В).

$R_{г}$ - сопротивление генератора.

$R_{из}$ - сопротивление изоляции.

Защитное заземление прибора следует выполнять:

1. При напряжении переменного тока 380 В и выше, постоянного тока – 440 В и выше;
2. При напряжении 42-380 В переменного и 110-440 В постоянного при работах в особо опасных помещениях, условиях повышенной опасности и на улице.

Обязательному защитному заземлению подлежат:

- 1) корпуса электрических машин;
- 2) вторичные обмотки трансформаторов, каркасы распределительных щитов, съемные детали, если на них установлено электрооборудование с напряжением свыше 42 В, оболочки силовых кабелей, металлические корпуса электроприемников;
- 3) электрооборудование, установленное на движущихся частях механизмов;

Не требуется заземлять:

- 1) корпуса электрооборудования, установленных на заземленных металлических конструкциях при условии надежного контакта с землей;
- 2) арматура изоляторов всех типов и осветительной аппаратуры при установке их на деревянных опорах;
- 3) корпуса приемников с двойной изоляцией;

4) электроустановки с напряжением менее 42 В переменного тока и 110 В постоянного тока;

По конструкции защитное заземление может быть *выносным* и *контурным*. Выносные располагают вне рабочей зоны. При этом заземленные корпуса находятся на земле с нулевым потенциалом, а человек, касаясь корпуса, оказывается под полным напряжением заземлителя.

Контурные располагают вокруг установки, поэтому оборудование находится в зоне растекания тока.

При изготовлении защитного заземления можно использовать естественные заземлители:

- проложенные в земле водопроводные трубы, за исключением труб с горючей жидкостью и взрывчатыми газами и жидкостями;
- металлические конструкции зданий, соединенные с землей;
- свинцовые оболочки кабелей, проложенных под землей;
- рельсовые пути электромагистралей.

При изготовлении искусственных заземлителей используют круглые или прямоугольные стальные прутки определенного сечения.

Защитное зануление. Защитное зануление – это преднамеренное электрическое соединение с нулевым проводником металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Нулевой защитный проводник – это проводник, соединяющий зануляемые части с глухозаземленной нейтральной точкой обмотки источника тока.

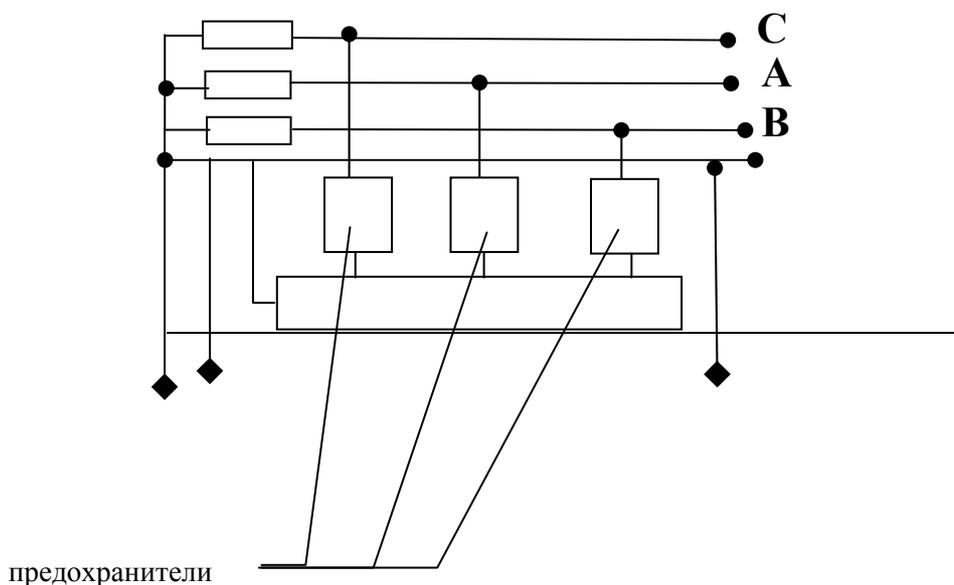


Рисунок 7.2 – Схема защитного зануления

Цель защитного зануления – устранение опасности поражения током людей при замыкании на корпус. *Принцип действия* защитного зануления: превращение замыкания на корпус в однофазное короткое замыкание, т.е. замыкание между фазовым и нулевым проводом с целью создания большого тока, способного обеспечить срабатывание защитных средств и отключить установку.

При искусственном выполнении защитного зануления учитывают, что полная проводимость проводников зануления должна составлять не менее 50% проводимости фазных проводников. Время срабатывания должно быть не более 10 с. *В электросети должны быть предусмотрены повторные заземления нулевого провода на случай обрыва основного.*

Индивидуальные защитные средства делятся на основные и дополнительные. К основным (в установках до 100 В) относятся штанги изолирующие, клещи изолирующие, электроизмерительные указатели. Диэлектрические перчатки, инструмент с изолированными ручками. Дополнительными средствами являются те приспособления. Которые сами не могут обеспечить защиту от поражения электрическим током, но дополняют основные средства. К ним относятся диэлектрические коврики, диэлектрические калоши, изолирующие подставки.

7.6. Учет и расследование несчастных случаев на производстве

Производственная травма представляет собой внезапное повреждение организма человека и потерю им трудоспособности, вызванное несчастным случаем на производстве. Несчастные случаи делятся на легкие (уколы, царапины, ссадины); тяжелые (сотрясение мозга, переломы костей) и с летальным исходом (человек умирает).

В зависимости от обстоятельств несчастные случаи бывают:

- связанные с производством;
- не связанные с производством, но связанные с работой;
- несчастные случаи в быту.

Несчастные случаи, произошедшие на территории предприятия и в местах, специально оговоренных положением о расследовании несчастных случаев, должны быть расследованы. Администрация и профсоюзный комитет должны провести расследование, результаты которого должны быть оформлены актом о несчастном случае на производстве. Вопрос о тяжести травмы решают врачи медицинского учреждения, в которое обратился пострадавший. Заключение медучреждение обязано выдать в течение трех суток. Расследованию и учету подлежат следующие случаи, произошедшие на производстве:

- травмы;

- отморожения;
- острые профзаболевания;
- поражения молнией;
- травмы, полученные в результате контакта с животными и насекомыми;
- повреждения, полученные в результате стихийных бедствий, если пострадавший выполнял трудовое задание, находился в пути на работу и с работы, на территории предприятия в рабочее время, во время проведения субботников, оказания шефской помощи.

Несчастный случай, повлекший потерю работоспособности не менее одного рабочего дня, оформляется актом по форме Н-1 в двух экземплярах.

Для расследования несчастного случая создается комиссия в составе: начальника цеха, где произошел несчастный случай, начальника отдела по охране труда, инспектора по охране труда от профсоюза. Комиссия должна провести расследования в течение трех суток, при этом выявить и опросить очевидцев, самого потерпевшего, определить мероприятия по устранению причин несчастного случая. Руководитель должен незамедлительно устранить все причины, которые повлекли за собой несчастный случай.

Один экземпляр акта выдается пострадавшему. Второй - хранится вместе с материалами расследования в течение 45 лет по основному месту работы пострадавшего.

В некоторых случаях наступает необходимость проведения специального расследования. Причинами проведения такого расследования являются: групповой несчастный случай, в котором пострадало 2 или более работников, или несчастный случай со смертельным исходом.

Дополнительно в таких случаях в состав комиссии включаются технический инспектор ЦК профсоюза, председатель профкома предприятия, представитель вышестоящего органа, а в необходимых случаях - представители Госгортехнадзора, энергоннадзора и др. Данная комиссия должна расследовать случай не позднее 10 дней.

Несчастный случай может быть признан не связанным с производством: если случай произошел с работником при изготовлении им предметов для личных целей, при хищении материалов, в результате опьянения.

За несчастные случаи, связанные с производством, администрация предприятия несет ответственность, а пострадавшему выплачивается пособие по временной нетрудоспособности в размере среднего заработка.

К профессиональным заболеваниям относятся:

- острые и хронические интоксикации;
- токсическое поражение органов дыхания (трахеиты, ларингиты, бронхиты, пневмоклероз);
- токсическая анемия;
- токсический гепатит;
- токсическая нефропатия;

- токсические поражения глаз;
- болезни кожи: аллергозы, онкология, токсическая лихорадка;
- пневмокониозы.

7.7. Производственная санитария

7.7.1. Санитарно-технические требования к производственным помещениям и рабочим местам

Общие санитарно-технические требования к производственным зданиям и рабочим местам, а также к микроклимату производственных помещений изложены в СНиП и санитарных нормах предприятий.

Предприятия следует располагать так, чтобы исключить неблагоприятное воздействие одного предприятия на другое и на жилую зону населенного пункта. В селитебной (жилой) зоне запрещается размещать предприятия, являющиеся источниками вредных и опасных веществ в ОС, а также источниками повышенного уровня шума, вибрации, ультразвука, электромагнитных волн и др.

Объем производственного помещения на одного работающего должен составлять не менее 15 куб. м; площадь не менее 4.5 кв. м; высота помещения должна быть не менее 3.2 м. Все предприятия должны иметь вспомогательные помещения: гардеробные, умывальные, туалеты, места для курения, комнаты отдыха, комнаты личной гигиены женщин, и пр.

7.7.2. Основные негативные факторы производственной среды

Этот раздел «Охраны труда» рассматривает вопросы влияния на здоровье трудящихся следующих негативных факторов, которые могут воздействовать на человека на производстве:

- 1) освещение: недостаточное, избыточное;
- 2) микроклимат: неблагоприятный;
- 3) температура: пониженная, повышенная, резко изменяющаяся;
- 4) давление: повышенное, пониженное, резко меняющееся;
- 5) влажность: повышенная;
- 6) вибрация: наличие;
- 7) шум;
- 8) различного вида излучения:
 - УФИ,
 - лазерное,
 - инфракрасное,
 - ионизирующее,

- 9) ЭМП радиочастот;
- 10) ЭМП промышленной частоты;
- 11) Наличие контактных вредных веществ;
- 12) Состав атмосферного воздуха: отклонения от нормативных требований и др. факторы производственной среды.

При рассмотрении каждого фактора необходимо уделить внимание следующим моментам:

- сущность негативного фактора;
- источники возникновения фактора;
- характеристики фактора: физические, экологические и др.;
- влияние фактора на организм человека;
- нормирование фактора;
- известные приборы и методы контроля проявления фактора;
- организация и методы защиты от фактора.

Ниже рассматривается только один из негативных факторов: воздействие на организм человека вредных веществ.

7.7.3. Вредные вещества

Вредным называется вещество, которое при контакте с организмом может вызывать травмы, заболевания или отклонения в здоровье как в процессе контакта с ним, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Химические вещества подразделяются на следующие группы:

- *промышленные яды*, используемые в производстве (анилин, дихлорэтан, бутан);
- *ядохимикаты*, вещества, используемые в сельском хозяйстве (гексахлоран, дихлофос);
- *лекарственные средства*;
- *бытовые химикаты*, используемые как пищевые добавки (уксусная кислота);
- биологические *растительные и животные яды*, которые содержатся в растениях и животных (бледная поганка, яд гадюки);
- *отравляющие вещества* (зарин, иприт).

Путь попадания в организм вредных веществ различный: при вдыхании, с пищей, через кожу. Существует общая токсикологическая классификация вредных веществ, которая приведена в таблице 7.5.

Таблица 7.5 – Токсикологическая классификация вредных веществ

Токсическое действие	Вещества
Нервно-паралитические (удушие, судороги, параличи)	Фосфорорганические инсектициды: хлорофос, карбофос, никотин, отравляющие вещества (ОВ)
Кожно-нарывное (некротическое, воспалительные изменения)	Дихлорэтан, уксусная к-та, гексахлорэтан, ртуть, сулема, ОВ
Общетоксическое (судороги, кома, отек мозга)	Алкоголь, синильная кислота, угарный газ, ОВ
Удушающее (токсический отек легких)	Оксиды азота, ОВ
Слезоточивое	Пары кислот, щелочей, ОВ
Психотическое (нарушение сознания, психической деятельности)	Наркотики, атропин

Различные яды действуют на разные системы организма, поэтому среди вредных и ядовитых веществ выделяют:

Сердечные – лекарственные препараты, соли металлов, растительные яды.

Нервные – угарный газ, алкоголь, фосфорорганические, наркотики, снотворные.

Печеночные – ядовитые грибы, фенолы, альдегиды.

Почечные – соединения тяжелых металлов, щавелевая кислота.

Кровяные – анилин, нитриты, мышьяк.

Легочные – озон, фосген, оксиды азота.

Об опасности ядов судят по следующим характеристикам /1/:

1) **Летальная доза** – **ЛД50** – доза вещества, вызывающая гибель 50% подопытных животных.

2) **Степень токсичности** – $C_m = 1/ЛД50$.

3) **Порог вредного действия** – $C_{мин}$ – минимальная концентрация, при воздействии которой в организме возникают изменения биологических показателей, выходящие за пределы приспособительных реакций.

4) **Опасность вещества** – вероятность возникновения неблагоприятных для организма эффектов в реальных условиях производства

5) **Коэффициент опасности внезапного острого ингаляционного отравления**

(КОВОИО):

$$КОВОИО = C_{20} / (ЛД50 * K),$$

C₂₀ – насыщенная концентрация вещества при температуре 20 град. С

K – коэффициент распределения газа между кровью и воздухом

Если ***КОВОИО*** меньше 1, то опасность острого отравления мала, если больше – то опасность есть. Например, ***КОВОИО*** для этанола = 0.001, хлороформа = 7, формальгликоля = 600.

6) Зона острого действия

$$Z = \text{ЛД50} / C_{\text{мин}}$$

Чем меньше зона, тем вероятнее отравление

7) Класс опасности вещества. Класс опасности определяется исходя из условий, приведенных в таблице 7.6.

Таблица 7.6 – К определению класса опасности вещества

Показатель	1 класс	2	3	4
ПДК, мг/куб. м	Менее 0.1	0.1-1	1.1-10	Более 10
ЛД50, мг.кг	Менее 15	15-150	151-5000	Более 5000
Зона острого действия	Менее 6	6-18	18.1-54	Более 54
КОВОИО	Более 300	300-30	29-3	Менее 3

Пути обезвреживания ядов организмом. Организм, при поступлении в него ядовитых веществ, пытается обезвредить их. Есть несколько путей обезвреживания.

- 1) Организм может попытаться изменить химическую структуру ядов. В организме возможно: окисление, гидроксילирование, восстановление, расщепление и др.
- 2) Организм может попытаться выделить ядовитые вещества через органы дыхания, органы пищеварения, почки, потовые, сальные железы. Тяжелые металлы выводятся, в основном, через желудочно-кишечный тракт, ароматические углеводороды – через легкие. Некоторые яды депонируются-накапливаются.

Человек должен помочь организму справиться с вредными веществами, попавшими в организм. Для этого существует ***антидотная терапия.***

Антидоты (противоядия) – вещества, применяемые для лечения отравлений, в основе механизма действия которых лежит обезвреживание яда или устранение вызываемого им токсического эффекта. Их действие заключается в следующем:

- 1) связывании яда путем химических реакций;
- 2) вытеснение яда из его соединений;
- 3) возмещение биологически активных веществ, разрушенных ядом;
- 4) противодействие токсическому действию яда.

Наиболее распространенный антидот – ***активированный уголь***, адсорбирующий на своей поверхности некоторые яды (никотин, таллий).

Обезвреживающее действие оказывают вещества, вступающие с ядом в реакцию нейтрализации: при отравлении кислотой вводят *жженую магнезию*, щелочами - *уксусную кислоту* (разведенную!).

При отравлении многими металлами (ртуть, сулема, мышьяк) применяют *белковую воду, яичный белок, молоко*, что позволяет переводить яды в нерастворимые альбуминаты.

В медицине используют специальный антидот против металлов (*Antidotum metallorum*), в состав которого входит сероводород, который образует с металлами нерастворимые сульфиды металлов.

Противоядие, действующее путем окисления, - это *перманганат калия* (марганцовка), лучшее средство при отравлении фенолом.

Принцип химического связывания лежит при лечении отравлений *глюкозой* – синильная кислота превращается в роданиты – соли).

Для лечения уже всосавшегося яда для связывания используют *унитол и тетацин-кальций* (ЭДТА), которые образуют с ионами металлов стойкие соединения, выводящиеся из организма с мочой. ЭДТА выводит свинец, радиоактивные изотопы многих металлов и радиоактивные элементы. *Унитол* – кадмий, никель, свинец, ртуть, мышьяк, хром и сурьму.

Для уменьшения всасывания тяжелых металлов в ЖКТ используют *пектин* – содержится в мякоти яблок, абрикос, персиков.

При отравлении окисью углерода – вводят *кислород*, действие которого сводится к вытеснению яда.

Роль антидотов могут играть некоторые *витамины и микроэлементы*.

На принципе функционального антагонизма основано действие *аналептиков* при отравлении наркотиками.

Контрольные вопросы к теме 7

1. Кто на предприятии отвечает за организацию охраны труда?
2. Какие виды работ поручено выполнять специалисту (отделу) по охране труда на предприятии?
3. Какие виды инструктажа используются на предприятии?
4. Когда проводят внеплановый инструктаж?
5. Какое время считается ночным?
6. Кто не допускается работать в ночное время?
7. Для каких категорий работников сокращен рабочий день?
8. Какие мотивы отказа в приеме на работу можно назвать?
9. Можно ли в течение одной недели сократить работника?
10. За какие нарушения законодательства по охране труда налагается уголовная ответственность?
11. Какими льготами и ограничениями сопровождается труд женщин?

12. Назовите нештатные взаимодействия элементов в системе «Человек-механизм-среда».
13. Чем отличается «инцидент» от «отказа»?
14. Назовите положительные и отрицательные стороны интеллектуального труда.
15. Перечислите виды трудовой деятельности.
16. Какие виды интеллектуального труда можно выделить?
17. Дайте характеристику труда студента.
18. Назовите отличия опасного производства от вредного.
19. Как лучше составить рабочий график на рабочий день, неделю (с учетом работоспособности человека)?
20. За счет каких составляющих существует теплообмен организма с окружающей средой?
21. Какие виды терморегуляции работают у человека?
22. Какие заболевания могут возникнуть у человека от перегрева?
23. Зачем в питьевую воду работникам некоторых производств добавляют соль?
24. Какие виды воздействия электрического тока на организм человека известны?
25. Какой ток (одного значения) опаснее: переменный или постоянный?
26. В чем проявляется биологическое действие электрического тока на организм?
27. Как влияет на исход род и частота тока?
28. Как влияет на исход путь протекания электрического тока через человека?
29. Что такое «порогово неотпускающий ток», чему он равен для тока с частотой 50 Гц?
30. Как подразделяются рабочие помещения по условиям среды?
31. Приведите пример сырого рабочего помещения, жаркого, сухого.
32. Какие группы защитных устройств существуют?
33. Когда рекомендуется использовать сетчатые (решетчатые) ограждения?
34. Какую функцию выполняет защитное заземление?
35. Какую функцию выполняет защитное зануление?
36. Когда не требуется применять защитное заземление?
37. Поясните принцип действия защитного заземления.
38. Поясните принцип действия защитного зануления.
39. Приведите пример вредного вещества, проявляющего нервное действие.
40. Перечислите характеристики опасности вредных веществ?
41. Какое вещество опаснее: первого или четвертого класса опасности?
42. Какой антидот всегда есть во всех видах аптек?
43. Какие антидоты можно купить в продовольственном магазине?

8. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ (ЧС)

8.1. Общие сведения и классификация ЧС /1,24/

Чрезвычайная ситуация – это состояние, при котором в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации на объекте, определенной территории или акватории, нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и ОС.

Под **источником ЧС** понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространенную инфекционную болезнь людей, животных или растений, а также применение современных средств поражения.

Все ЧС классифицируются по масштабу распространения, по тяжести последствий и по видам событий.

Правительство РФ Постановлением №1094 от 13.09.1996 г. утвердило следующие виды классификации ЧС:

По источнику возникновения:

- ЧС природного характера,
- ЧС техногенного характера.

По площади распространения:

- локальные;
- местные;
- территориальные;
- региональные;
- федеральные;
- трансграничные.

Локальная ЧС – это ситуация, в которой пострадало не более 10 человек, либо нарушены условия жизни не более 100 человек, либо материальный ущерб составляет менее 1 тыс. минимальных размеров оплаты труда, а зона ЧС не выходит за пределы территории производственного объекта или социального объекта.

Местная ЧС – ситуация, в которой пострадало от 2 до 50 человек, нарушены условия жизнедеятельности от 100 до 300 человек, нанесен материальный ущерб не более 5 тыс. мин. окладов, а зона влияния не выходит за пределы населенного пункта.

Территориальная ЧС – ситуация, при которой пострадало от 50 до 500 человек, или нарушены условия от 300 до 500 человек, либо ма-

териальный ущерб составляет от 5 тыс. до 0.5 млн. мин. размеров оплаты труда, а зона воздействия не выходит за пределы субъекта РФ.

Региональная и федеральная ЧС – ЧС, в результате которых пострадало от 50 до 500 и свыше человек, либо нарушены условия жизни от 500 до 1000 и свыше 1000 человек, материальный ущерб от 0.5 до 5 и свыше 5 млн. мин. размеров оплаты труда и зоны охватывают территорию двух субъектов или выходят за их пределы.

Трансграничная ЧС – ЧС, зона которой выходит за пределы РФ или ЧС, которая произошла за рубежом и затрагивает территорию РФ.

Любое ЧС проходит **пять типовых фаз развития** /2/:

Первая фаза – накопление отклонений в системе от нормального ее состояния или процесса;

Вторая фаза – инициирование чрезвычайного события (аварии, катастрофы, стихийного бедствия), где чрезвычайное событие может быть техногенного, антропогенного, природного происхождения. Для аварии на предприятии характерно, то что в этой фазе предприятие переходит в нестабильное состояние, появляется «*фактор неустойчивости*», т.е. авария еще не произошла, но предпосылки аварии уже налично. *В это время есть реальная возможность предотвратить ЧС, либо уменьшить ее размеры.*

Третья фаза - собственно процесс ЧС, во время которого происходит непосредственное негативное воздействие на людей и нанесение ущерба. Например, при аварии на производстве происходит высвобождение энергии или вещества, которые носят разрушительный характер. Масштабы этой стадии определяются, в основном, структурой предприятия, это во многом затрудняет прогнозирование последствий ЧС.

Четвертая фаза – выход аварии за пределы территории, где она возникла, начало действия остаточных факторов поражения.

Пятая фаза – ликвидация последствий аварии и природных катастроф, устранение опасных факторов, проведение спасательных работ в очаге аварии.

Существует **два основных направления** минимизации вероятности возникновения и последствий ЧС.

Первое направление связано с выработкой мероприятий по снижению вероятности возникновения опасного поражающего фактора. В рамках этого направления технические системы снабжают средствами пожаро-, взрыво-, электро-, молниезащиты.

Второе направление – это подготовка объекта и обслуживающий персонал, службы гражданской обороны и население к действиям в условиях ЧС. Основа этого направления – сформированные заранее планы действия в условиях ЧС. Для этого необходимо располагать экспериментальным материалом о физических и химических явлениях, психо-

логии людей во время ЧС, уметь прогнозировать размеры возникшего при ЧС очага поражения.

Для осуществления контроля за соблюдением мер безопасности при ЧС и снижения масштабов поражения Правительство РФ постановлением № 675 от 1 июля 1995 г. обязало все предприятия РФ, независимо от форм собственности, имеющие в своем составе объекты повышенной опасности, разработать «Декларации безопасности промышленного объекта РФ». В этом документе должен быть отражен характер возможной опасности, анализ возникновения опасности, масштабы возможного поражения, мероприятия по предотвращению ЧС и ликвидации последствий ЧС. Эта декларация разрабатывается как для действующих, так и для проектируемых предприятий.

8.2. Устойчивость промышленных объектов

Под *устойчивостью работы* промышленного объекта в условиях ЧС понимают способность его выпускать продукцию в объемах и номенклатуре, соответствующих планам, в условиях ЧС, а также приспособленность к восстановлению объекта, разрушенного в результате ЧС. Для объектов, не связанных с выпуском продукции, устойчивость – есть способность выполнять свои функции в условиях ЧС.

Исследование устойчивости выполняется **впервые** на стадии проектирования, затем повторяется на всех последующих стадиях: при экономической, экологической, технической экспертизах. Любая реконструкция предприятия или его части влечет новое исследование устойчивости.

Повышение устойчивости достигается за счет организационно-технических мероприятий.

На *первом этапе* исследования устойчивости анализируется уязвимость элементов объекта в условиях ЧС, оценивается опасность выхода из строя его элементов. При этом определяют:

- надежность установок;
- последствия аварий отдельных элементов;
- распространение ударной волны по территории предприятия при взрывах сосудов, коммуникаций, ядерных или других зарядов;
- распространение огня при различных пожарах;
- рассеивание веществ, высвобождающихся при ЧС;
- возможность вторичного образования токсичных, пожаро- и взрывоопасных смесей.

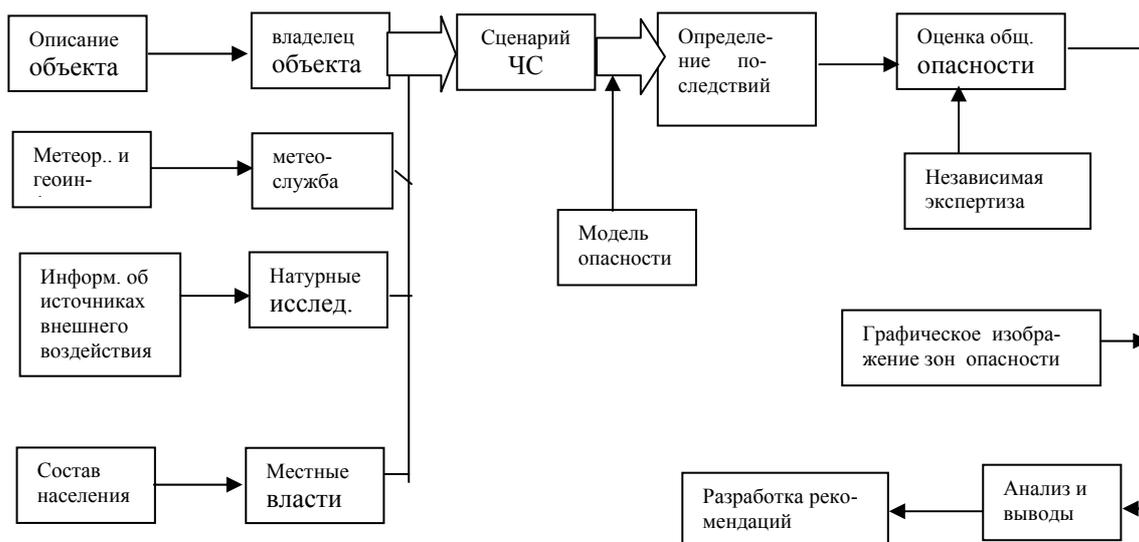


Рисунок 8.1 - Схема первого этапа исследования устойчивости предприятия

На втором этапе исследования устойчивости разрабатывают мероприятия по повышению устойчивости предприятия и подготовке к восстановлению их после возможного ЧС. Составляется план-график повышения устойчивости, в котором указывают:

- объем и стоимость планируемых работ,
- источники финансирования,
- необходимые материалы и их количество,
- машины и механизмы,
- рабочую силу,
- ответственных исполнителей,
- сроки восстановления.

На устойчивость промышленного объекта оказывают также влияние многие внешние факторы. Одним из таких факторов является **район расположения предприятия**. Он определяет уровень и вероятность опасности проявления факторов природного происхождения: оползней, ураганов, наводнений, а также изменения величины зоны поражения при ЧС техногенного характера.

Еще один фактор - **характер застройки территории**, наличие естественных укрытий, наличие смежных производств, транспортных магистралей. Например, наличие реки, позволит подвозить сырье при разрушении транспортных магистралей.

Влияет на общую устойчивость предприятия и **устойчивость основных и вспомогательных зданий**: их этажность, материал изготов-

ления, число в них работающих людей, наличие убежищ, наличие средств эвакуации.

Внутренняя планировка зданий важна при учете возможных пожаров, завалов, участков, где могут находиться вторичные источники поражения. При анализе учитываются и прогнозируются последствия следующих возможных процессов:

- утечка тяжелых и легких токсичных газов и дымов;
- рассеивание продуктов сгорания в помещении;
- пожары цистерн, колодцев, фонтанов;
- нагрев и испарения жидкости в емкостях;
- радиационный обмен при пожарах;
- взрыв паров легко воспламеняющейся жидкости (ЛВЖ);
- образование ударной волны в результате взрыва;
- распространение пламени внутри помещения.

Необходимо оценить надежность путей связи, состояние пультов управления, источников возможности пополнения дополнительной рабочей силой, анализируется взаимозаменяемость работников и возможность полной замены руководящего состава.

8.3. Прогнозирование параметров опасных зон при ЧС

8.3.1. Разгерметизация емкостей с ядовитыми и вредными веществами

При разгерметизации емкостей происходит выброс в окружающую среду их содержимого. Размеры зоны поражения при таких ЧС зависят от физико-химических свойств выбрасываемых веществ, от условий их хранения и состояния окружающей среды во время аварии.

Основной способ хранения газов и жидкостей – это хранение их в жидком (сжиженном) виде.

При разгерметизации емкости, где хранились жидкие вещества, возможны три пути протекания процесса:

- при больших энергиях перегрева жидкости, последняя может полностью переходить в парообразное состояние с образованием взрывообразных смесей;
- при низких энергетических параметрах жидкости происходит спокойный пролив ее на поверхность с последующим испарением;
- промежуточный режим: вначале вскипание с образованием мелкодисперсной фракции, затем режим свободного испарения.

Вещества, у которых критическая температура ниже температуры ОС, хранят в специальных теплоизолированных резервуарах в сжиженном состоянии: водород, кислород, азот и др. При разгерметизации резервуара к жидкости поступает тепловой поток воздуха, это приводит к быстрому **вскипанию** жидкости и переходу ее в газообразное состояние. Интенсивность парообразования такой жидкости пропорциональна скорости подвода теплоты.

Вещества, у которых критическая температура выше температуры ОС, а температура кипения ниже, тоже хранятся в жидком состоянии, причем для хранения их достаточно только сжать, не охлаждая, например, бутан, пропан, аммиак, хлор. При разгерметизации и потери давления часть жидкости мгновенно испаряется, а оставшаяся охлаждается до температуры кипения. Например, пропан может храниться при температуре +26.9 град. С и давлении 1 Мпа. При разгерметизации температура неиспарившейся части пропана будет 42.1 град.С. Начнется слабое кипение и постепенное испарение.

Вещества, у которых критическая температура и температура кипения выше температуры ОС, находятся при атмосферном давлении в жидком состоянии. При поступлении этих жидкостей в ОС, интенсивность испарения будет зависеть от разности давлений и температуры в резервуаре и ОС. Например, температура кипения бутана при атмосферном давлении около 0° С. Зимой бутан будет находиться в жидком состоянии, а летом – в газообразном.

Для определения размеров зон поражения при испарении жидкости при разгерметизации резервуара выполняют следующие действия:

- вначале определяют, какое количество жидкости поступит в окружающую среду в результате аварии;
- затем рассчитывают процесс растекания жидкости с учетом рельефа местности, климатических условий, планировки площадки. Результатом являются нанесенные на ситуационный план аварии контуры разлитой жидкости
- следующим этапом прогнозируют динамику рассеивания испаренной жидкости по методике ОНД-86 и ОНД-90, считая источником испарения – площадной источник.

8.3.2. Методика прогнозирования размеров зон поражения при аварии /29/. Методика, изложенная ниже, позволяет осуществлять прогнозирование масштабов зон заражения при авариях на предприятиях, и рассчитана на случаи выброса в атмосферу веществ в газообразном, парообразном или аэрозольном состоянии.

Термины и определения, используемые в данной методике

- **Зона заражения** - территория, в атмосфере которой загрязняющие вещества (ЗВ) определяются в концентрациях, опасных для жизни и здоровья людей.
- **Прогнозирование зоны заражения** - определение глубины и площади зоны заражения при возможной аварии.
- **Авария** - нарушение технологических процессов на производстве, в результате которых происходит выброс ЗВ в атмосферу, либо разлив ЗВ на поверхность в количествах, представляющих угрозу здоровью и жизни людей и животных.
- **Первичное облако** - облако ЗВ, образующееся в результате мгновенного (1-3 мин) перехода в атмосферу содержимого емкости при ее разрушении.
- **Вторичное облако ЗВ** - облако ЗВ, образующееся в результате испарения разлившегося вещества с подстилающей поверхности.
- **Пороговая токсодоза** - доза ЗВ, вызывающая начальные симптомы поражения.
- **Эквивалентное количество ЗВ** - такое количество хлора, масштаб заражения которым при инверсии эквивалентен масштабу заражения при данной степени вертикальной устойчивости воздуха количеством данного вещества, перешедшего в первичное (вторичное) облако.
- **Площадь зоны фактического заражения** - площадь территории зараженной ЗВ в опасных для жизни людей пределах.
- **Площадь зоны возможного заражения** - площадь территории, в пределах которой под воздействием изменения направления ветра может перемещаться облако ЗВ.

Масштабы зон заражения загрязняющими веществами в зависимости от их физических свойств и агрегатного состояния рассчитываются по образовавшимся первичному и (или) вторичному облакам. Для сжатых газов расчет ведется только по первичному облаку, для жидких веществ, имеющих температуру кипения выше температуры внешней среды, - только по вторичному облаку, для сжиженных газов - по первичному и вторичному облакам.

Необходимые исходные данные для выполнения расчетов:

- 1) количество ЗВ, выброшенного в атмосферу, и характер разлива по подстилающей поверхности ("свободно", "в поддон", "в обваловку") - Q ;
- 2) высота поддона или обваловки - h ;

3) метеорологические условия при аварии (температура, скорость и направление ветра, степень вертикальной устойчивости воздуха).

Если проводится заблаговременное прогнозирование возможных аварийных ситуаций, то принимаются следующие исходные данные:

- емкость разрушена полностью;
- разлив опасного вещества свободный;
- толщина слоя жидкости при разливе равна $h=0,05$ м по всей площади разлива;
- ветер дует в сторону населенного пункта или экологически опасного объекта, его скорость равна 1 м/с;
- состояние атмосферы – инверсия.

Если емкость с ЗВ обнесена земляным валом высотой H , либо имеет поддон высотой H , то $h=H-0,2$ (м).

Прогнозирование глубины зоны заражения

Расчет глубины зоны заражения на территории при аварийном выбросе или разливе ЗВ проводится в зависимости от количественных характеристик выбрасываемых веществ, от условий выброса (разлива) и от метеорологических факторов во время аварии. Количественные характеристики масштабов зоны заражения определяются через эквивалентные значения.

Определение характеристик эквивалентного первичного облака. Эквивалентное количество вещества в первичном облаке (в тоннах) определяется по формуле:

$$Q_{э1} = K1 * K3 * K5 * K7 * Q,$$

где: $K1$ - коэффициент, зависящий от условий хранения выброшенного вещества, определяется по таблице 8.1, причем для сжатых газов $K1=1$;

$K3$ - коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе выброшенного ЗВ;

$K5$ - коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха, который определяется на основе таблицы 8.2 следующим образом:

для инверсии (ин) $K5=1$;

для изотермии (из) $K5=0,23$;

для конверсии (кон) $K5=0,08$.

$K7$ - коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха во время аварии (см. таблицу 8.1). Для сжатых газов $K7=1$

Q - количество выброшенного (пролитого) в процессе аварии ЗВ (т.).

Таблица 8.1 – Основные коэффициенты для определения глубины зоны заражения

Наименование ЗВ	Плотность		K1	K2	K3	K7				
	газ	Жид.				-40	-20	0	20	40
Акролеин	0.003	0.84	0	0.013	0.75	0.1	0.2	0.4	1	2.2
Аммиак	0.0006	0.681	0.18	0.025	0.04	0 0.9	0.3 1	0.6 1	1 1	1.4 1
Окись азота	0.0003	1.49	0	0.04	0.4	0 0.1	0 0.3	0 0.7	1 1	1 1
Формальдегид	0.0009	0.815	0.1	0.034	1	0 0.1	0 0.1	0.8 1	1 1	1.5 1
Фенол	0.0007	0.778	0.1	0.046	1	0 0.2	0 0.2	0.3 1	1 1	2 1
Хлор	0.0032	1.556	1.18	0.052	1	0 0.9	0.3 1	0.6 1	1 1	1.4 1
Ацетон	0.0006	1.176	1.12	0.034	1.1	0.2 0.7	0.5 0.9	0.9 1	1 1	2.3 1.3
Окислы углерода	0.0009	1.122	1.57	0.044	1.1	0 1.4	0.4 1.6	1 1	1.2 1.6	1.6 1.7

Примечание. Верхнее значение коэффициента K7 приведено для первичного облака, нижнее - для вторичного.

Таблица 8.2 - Определение степени вертикальной устойчивости атмосферы

Скорость ветра	ночь		утро		день		вечер	
	ясно	облачно	ясно	облачно	Ясно	облачно	ясно	облачно
Меньше 2	<i>ин</i>	<i>из</i>	<i>из</i>	<i>из</i>	<i>кон</i>	<i>из</i>	<i>ин</i>	<i>из</i>
2-3.9	<i>ин</i>	<i>из</i>	<i>из</i>	<i>из</i>	<i>из</i>	<i>из</i>	<i>из</i>	<i>ин</i>
Больше 4	<i>из</i>	<i>из</i>	<i>из</i>	<i>из</i>	<i>из</i>	<i>из</i>	<i>из</i>	<i>из</i>

Определение характеристик эквивалентного вторичного облака. Эквивалентное количество вещества, из которого формируется вторичное облако, определяется по формуле

$$Q_{\text{э2}} = (1-K1)*K2*K3*K4*K5*K6*K7*Q/(h \times a),$$

где: a – плотность вещества; $K2$ – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств вещества, который определяется по табл.8.1 или из формулы:

$$K2 = 8.1 \times 10^{-6} \times P \times \sqrt{M},$$

где P – давление насыщенного пара при заданной температуре (мм рт. ст.), M – молекулярная масса вещества (по таблице Менделеева), $K4$ – коэффициент, учитывающий скорость ветра (см. таблицу 8.3).

Таблица 8.3 – Значения коэффициента $K4$ в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$K4$	1.0	1.33	1.67	2.0	2.34	2.67	3.0	3.34	3.67	4.0

$K6$ - коэффициент, зависящий от времени N , прошедшего с начала аварии. Если авария прогнозируется, то величина N принимается равной 4 часам. Значения коэффициента $K6$ определяются после расчета продолжительности испарения вещества T .

Определение продолжительности поражающего действия ЗВ (T) определяется временем его испарения с площади разлива

$$T = \frac{h \cdot a}{K2 \cdot K4 \cdot K7},$$

где a - плотность ЗВ, т/м³ (см. табл.8.1); h - толщина слоя ЗВ(м);

$K6$ принимается равным:

$$K6 = N^{0.8}, \text{ при } N < T$$

$$K6 = T^{0.8}, \text{ при } N \geq T$$

При $T < 1$, $K6$ определяется как для $T=1$

Расчет глубины зоны заражения при аварии на производстве.

Расчет глубины зоны заражения первичным (вторичным) облаком ЗВ при аварии определяется по таблице 8.4. В таблице приведены максимальные значения глубины зоны заражения $\Gamma 1$ (или $\Gamma 2$) в зависимости от эквивалентного количества вещества в первичном или вторичном облаках и скорости ветра. При этом значения Γ даны для дискретного набора значений Q . Для определения промежуточных значений необходимо воспользоваться формулами линейной интерполяции.

Полная глубина зоны заражения Γ (км) определяется по формуле:

$$\Gamma = \Gamma^* + 0.5\Gamma^{**},$$

При скорости, равной 0 м/с – скорость переноса переднего фронта облака равна 0; при скорости большей, чем 0, но меньшей 1, рассчитывать, как для 1 м/с.

Расчет времени подхода зараженного облака к заданному объекту. Время подхода облака к заданному объекту зависит от скорости переноса облака воздушным потоком и определяется по формуле:

$$T_n = X / V,$$

где X – расстояние от источника заражения до заданного объекта (км); V – скорость переноса переднего фронта облака (км/час), определяемая с помощью таблицы 8.5.

Форма и площадь зоны заражения при аварии

Площадь зоны возможного заражения облаком ЗВ определяется по формуле:

$$S = 8.72 \cdot 10^3 \cdot \Gamma^2 \varphi,$$

где S – площадь зоны возможного заражения (кв. км); Γ – глубина зоны заражения (км); φ – угловые размеры возможной зоны заражения (в градусах), км. Угловые размеры зоны зависят от скорости ветра во время аварии (Таблица 8.6):

Таблица 8.6 – Угловые размеры зоны заражения

Скорость ветра, м/с	<0.5	0.6-1	1.1-2	2 и больше
φ , градусы	360	180	90	45

Площадь зоны фактического заражения в квадратных километрах рассчитывается по формуле:

$$S_\phi = K_v \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0.2},$$

где K_v – коэффициент, зависящий от вертикальной устойчивости воздуха и равен:

при инверсии $K_v = 0.081$;

при изотермии – $K_v = 0.133$

при конвекции $K_v = 0.235$.

N – время, прошедшее с начала аварии.

Зона возможного заражения ЗВ на картах ограничена окружностью, полуокружностью или сектором, имеющими угловые размеры φ и радиус, равный глубине зоны заражения Γ . Центр окружности, полуокружности и сектора совпадает с местоположением источника заражения.

На картах зона возможного заражения будет иметь следующий вид:

- 1) при скорости ветра по прогнозу меньше 0.5 м/с – зоной заражения будет окружность с радиусом Γ ;
- 2) при скорости ветра по прогнозу от 0.6 до 1 м/с – зона имеет вид полуокружности с радиусом Γ , биссектриса полуокружности совпадает с осью следа облака и ориентирована по направлению ветра;
- 3) при скорости ветра по прогнозу более 1 м/с, зона заражения имеет вид сектора с угловыми размерами:

Радиус сектора равен Γ ; биссектриса сектора совпадает с осью следа облака и ориентирована по направлению ветра;

- Если скорость ветра от 1.1 до 2 м/с, то φ равен 90 градусов;
- Если скорость ветра превышает 2 м/с, то φ равен 45 градусов.

При проливах СДЯВ внешние границы заражения определяют, рассчитывая величину *ингаляционной токсодозы*. В качестве этой величины используют среднюю смертельную дозу *ЛД50*; среднюю поражающую дозу, вызывающую легкие поражения у 50% пострадавших *Е50*; среднюю выводящую из строя – *І50* и среднюю пороговую дозу *Р50*.

Токсодоза $D=f(ЛД50, Е50, І50, Р50)$ для каждого фиксированного времени экспозиции постоянна для каждого сильнодействующего ядовитого вещества (СДЯВ). Для различных расстояний токсодоза рассчитывается по формуле

$$D = \frac{0.94 \cdot \psi \cdot Q}{\lambda^{3/2} \cdot U \cdot X^2} e^{-\frac{1.8 \cdot Y^2}{\lambda \cdot X^2}},$$

где D – токсодоза СДЯВ; X и Y – расстояние по осям координат; Q – количество вещества, перешедшее в первичное или вторичное облака при испарении; U – скорость ветра; λ – константа, зависящая от вертикальной устойчивости атмосферы; ψ – параметр, определяемый соотношением U и X (пропорционален $X^{1/2}$). При заданном D это соотношение можно рассматривать как уравнение для получения совокупности точек, образующих изолинию равных значений токсодозы.

8.3.3. Оценка размеров зон поражения при взрывах /2/

Взрыв – круг явлений, связанных с выделением за короткий промежуток времени большого количества энергии в ограниченном пространстве.

Чаще всего взрывы связаны с химическими и ядерными реакциями. Встречаются следующие типы взрывов:

- свободный воздушный;
- наземный (приземный);
- взрыв внутри помещения (внутренний);
- взрывы газообразных облаков в атмосфере.

Рассмотрим расчеты параметров взрыва на примере свободного.

Свободный взрыв происходит на значительной высоте от земли, при этом не образуется усиление ударной волны за счет отражения. Избыточное давление на фронте взрыва (ΔP) и длительность фазы сжатия (τ) зависят от энергии взрыва или заряда ВВ (C), высоты взрыва над поверхностью земли (H) и расстояния от эпицентра взрыва (R). Параметры взрыва рассчитываются из уравнения подобия, в сравнении с взрывом эталонного тротилового заряда с известными параметрами.

$$R_2 = R_1 \sqrt[3]{\frac{C_2}{C_1}}$$

$$\tau_2 = \tau_1 \sqrt[3]{\frac{C_2}{C_1}}$$

где C_1 и C_2 – массы исследуемого и эталонного зарядов; R_1 и R_2 – расстояния до рассматриваемых точек.

Из этих уравнений можно определить приведенные величины:

$$\bar{R} = R_1 \sqrt[3]{C^*}$$

$$\bar{H} = H_1 \sqrt[3]{C^*}$$

где \bar{R} - приведенное расстояние; C^* - тротиловый эквивалент; \bar{H} - приведенная высота для воздушных взрывов.

Основной параметр, характеризующий силу взрыва - перепад давления ΔP , измеряемый в МПа. Он определяется из уравнения

$$\Delta P = 0.084 \frac{1}{\bar{R}} + 0.27 \frac{1}{\bar{R}^2} + 0.7 \frac{1}{\bar{R}^3}$$

По избыточному давлению определяют ориентировочную степень разрушения объектов.

Если взрыв происходит на поверхности земли, то ударная волна от взрыва усиливается за счет отражения от поверхности. Параметры

взрыва рассчитывают по формулам для свободного взрыва, но величину энергии удваивают.

В таблице 8.7 приведены вероятные степени разрушения объектов при взрывах. В таблице введены следующие обозначения: «А – объект полностью разрушен, восстановлению не подлежит; Б – сильно разрушен; В – средне разрушен; Г – слабо разрушен; Д – поврежден».

Таблица 8.7 – Вероятные последствия взрывов разной мощности

Сооружение	Избыточное давление, кПа					
	1000-200	200-100	100-50	50-30	30-20	20-10
Многоэтажные дома				а	б,в	г,д
Деревянные дома					а	а,б
Электростанции			а,б	в	г	г,д
Линии электропередач		а	б	в	г	д
Металлические мосты	а,б	б,в	г	д		
Метрополитен	а,б	в	д			
Автомобили		а	б	в,г	г,д	

8.3.4. Оценка пожароопасных зон

Пожар – неконтролируемый процесс горения, сопровождающийся уничтожением материальных ценностей и создающий опасность для жизни людей.

Пожар может иметь разные формы, но все они сводятся к химической реакции между горючим веществом и кислородом, возникающей при наличии инициатора горения. При горении выделяют *два режима*: режим, в котором горючее вещество образует однородную смесь с кислородом или воздухом до начала горения (**кинетическое пламя**) и режим, когда горючее и окислитель первоначально разделены, а в области горения происходит их перемешивание (**диффузионное пламя**). Диффузионный режим встречается чаще. Характеристикой горения является массовая скорость выгорания ($г/(м^2 \times с)$).

Пожароопасность веществ характеризуется температурами воспламенения, вспышки, самовозгорания, скоростью распространения пламени, массовыми скоростью горения ($г/с$) и выгорания.

Типы горения:

Воспламенение – это возгорание (возникновение горения), сопровождающееся появлением пламени. Температура воспламенения – минимальная температура, при которой происходит загорание данного вещества.

Вспышка – быстрое сгорание без образования сжатых газов.

Самовозгорание – резкое увеличение скорости экзотермической реакции без источника зажигания.

Согласно СНиП 105-95 все объекты по взрывопожароопасности делятся на пять категорий (Таблица 8.8).

Таблица 8.8 – Категории помещений

Категория помещений	Характеристика веществ, находящихся в помещении
А – взрывопожарные	Горючие газы, ЛВЖ с температурой вспышки менее 28 град.С; вещества и газы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой.
Б – взрывопожароопасные	Горючие пыли и волокна, ЛВС с температурой вспышки более 28 ° С,
В1 – В4 пожароопасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие вещества,
Г -	Горючие вещества в раскаленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением теплоты, искр и пламени; вещества, которые используются в виде топлива
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Здание относится к категории А, если в нем суммарная площадь помещений категории А превышает 5% или 200 кв. м;

Здание относят к категории Б, если оно не относится к категории А, и суммарная площадь категорий А и Б не превышает 5% или 200 кв. м

Здание относят к категории В, если оно не относится к категориям А и Б и суммарная площадь категории А, Б и В не превышает 5% (или только В – 10%).

Здание относится к категории Г, если оно не А,Б или В, но общая площадь А,Б,В и Г не превышает 5%.

По масштабам и интенсивности пожары делятся на следующие категории:

- **отдельный пожар**, возникает в отдельном здании или в небольшой группе зданий;
- **сплошной пожар** – характеризуется одновременным горением не менее 50% зданий на отдельном участке застройки;

- **огневой шторм** – особая форма сплошного пожара, образующаяся в условиях восходящих потоков продуктов сгорания и быстром поступлении в очаг значительного количества свежего воздуха;
- **массовый пожар** – образуется при наличии на местности совокупности отдельных и сплошных пожаров.

Распространение пожаров и превращение их в сплошной пожар зависит от плотности постройки. В таблице 8.9 приведены ориентировочные данные об изменении вероятности распространения пожара в зависимости от расстояния между зданиями.

Таблица 8.9 –Вероятности распространения пожара между зданиями

Расстояние между зданиями, м	0	5	10	20	40	50	70	100
Вероятность распространения пожара, %	100	87	66	27	23	9	2	0

Средства выявления и тушения пожаров

1) **Пожарная сигнализация** – средство выявления пожара. Ее задача быстро и точно сообщить об очаге возгорания. Наиболее надежной является электрическая пожарная сигнализация, наиболее совершенные виды которой автоматически вводят в действие при необходимости средства пожаротушения. Основными элементами электрической системы сигнализации являются:

- пожарные извещатели (датчики), устанавливаемые в контролируемых помещениях;
- приемно-контрольная станция;
- источник питания;
- средства сигнализации (световые или звуковые);
- автоматические установки пожаротушения и дымоудаления.

Важнейшим элементом являются извещатели или датчики, которые преобразуют физические параметры, характеризующие пожар, в электрические сигналы. Датчики пожара, в зависимости от фактора, вызывающего его срабатывание, бывают тепловые (реагируют на изменение температуры), дымовые (реагируют на появление дыма по принципу затенения светового луча), световые (основаны на фиксации составных частей спектра пламени). Дымовые датчики реагируют на дым, в качестве чувствительного элемента имеют фотоэлемент или фотореле. Световые пожарные извещатели основаны на фиксации составных частей спектра пламени: чувствительные элементы в них реагируют либо на ультрафиолетовую, либо на инфракрасную область спектра.

2) **Пожаротушение.** Комплекс мероприятий, направленных на устранение причин возникновения пожара и создание условий, при которых горение становится невозможным, называется **пожаротушением**. Пожаротушение достигается за счет следующих мероприятий:

- сильное охлаждение очага горения с помощью веществ (воды), обладающих большой теплоемкостью;
- изоляция очага горения от атмосферного воздуха или снижение концентрации кислорода в зоне горения;
- применение специальных химических средств, препятствующих горению;
- механический срыв пламени сильной струей воды или газа;
- создание условий огнепреграждения.

В качестве средств тушения чаще всего используют воду, различные виды пены (состав пены: 80% углекислого газа, 19.7% воды и 0.3% пенообразующего вещества), инертные газовые разбавители: углекислый газ, аргон, азот, дымовые газы; огнетушащие порошки.

Наиболее доступным и поэтому наиболее широко распространенным средством тушения пожара является *вода*.

Для тушения легковоспламеняющихся жидкостей используются *химические и воздушно-механические пены*. Химическая пена создается при химическом взаимодействии щелочи (бикарбоната натрия) с кислотой в присутствии пенообразователя. Воздушно-механическая пена состоит из смеси воздуха (90%), воды (9.6-9.8%) и пенообразователя. Такая пена безопасна для человека, не электропроводна и экономична.

Инертные газы (двуокись углерода и азот) позволяют снизить концентрацию кислорода в месте горения и за счет этого погасить пламя. Эти средства используют в закрытых помещениях и на открытой местности при небольших площадях возгорания.

К порошковым огнегасительным средствам относятся хлориды щелочных металлов, песок, сода, сухая земля и др. Огнегасительное свойство этих веществ заключается в изоляции зоны горения от зоны с горючим веществом.

Иногда для гашения используют *водные растворы солей*: соды, поваренной соли, глауберовой соли, хлористого аммония и др. Они на поверхности горящих веществ образуют изолирующие пленки, выделяя при этом огнегасительные инертные газы.

Для гашения горящих нефтепродуктов и других горючих веществ используют *галогидрированные углеводороды*, например, бромистый этил.

Примеры огнетушителей

А) Воздушно-пенный (ОВП-10). В качестве заряда содержит шестипроцентный раствор пенообразователя ОП-1. Раствор из корпуса выталкивается диоксидом углерода, затем он перемешивается с воздухом и получается воздушно-механическая пена. Такого типа огнетушители используются для тушения жидких, твердых веществ и материалов.

Б) Химические пенные (ОХП-10, ОП-М, ОП-ЭММ). Область их применения практически безгранична (исключение – установки под напряжением). Они просты в эксплуатации, надежны. Заряд огнетушителя двухкомпонентный: щелочной и кислотный. Щелочная часть - водный раствор двууглекислой соды. Кислотная часть - серная кислота и сульфат оксидного азота. Вспенивателем служит карбоксиметилцеллюлоза.

Дальность действия – 6 м; производительность – 43 – 50 л.

В) Углекислотные огнетушители (ОУ-2, ОУ-5, УП-1М). Предназначены для тушения небольших очагов горения, исключая горение веществ, которые горят без доступа кислорода. Дальность действия 1.5-3 м. Продолжительность работы небольшая: 2-4 с. Их преимущество в том, что с помощью такого огнетушителя можно гасить любые горящие вещества: масло, керосин, бензин, нефть.

Г) Порошковые огнетушители:

ОПС-10. Применяют для тушения небольших пожаров в нефтехимической, химической, газовой промышленности, при тушении очагов загорания щелочных металлов (натрий, калий), а также древесины, пластмассы.

СЖБ-50 и СЖБ-150. Эти огнетушители используют для тушения пожаров на площади до 30 кв. м, включая и установки, находящиеся под напряжением, и материалы, горящие без доступа кислорода (кинопленка, порох). Огнетушители этого типа используют, в частности, для комплектации автомобилей аэродромной службы.

8.4. Ликвидация последствий ЧС

Ликвидация ЧС осуществляется силами предприятий, органами исполнительной власти, на территории которой сложилась ЧС, Вооруженными силами РФ, войсками ГО РФ, аварийно-спасательными отрядами.

Спасательные работы включают:

- разведку очага поражения, размеры, масштаб;
- локализацию и тушение пожаров, спасение людей из горящих зданий;
- розыск и вскрытие завалов и извлечение пострадавших;

- оказание пострадавшим медицинской помощи, эвакуация из зон поражения;
- санитарная обработка людей, транспорта, зданий;
- неотложные аварийно-спасательные работы.

Особое внимание уделяется **поиску и спасению пострадавших**.

Поиск начинается с уцелевших подвальных помещений, уличных подземных переходов, в нижних этажах зданий, затем исследуется весь без исключения участок спасательных работ. Для поиска пострадавших в завалах нежелательно применять тяжелую технику, лазы нужно делать сверху, постоянно укрепляя ход в завал.

Определение материального ущерба и числа жертв. Нанесенный материальный ущерб складывается из прямого и косвенного. Для оценки прямого нужно знать стоимость основных фондов до и после ЧС. Их разность – есть прямой ущерб. Чтобы определить степень разрушения пользуются формулой

$$D = \frac{S_p}{S_o} = \frac{N_p}{N_o},$$

где D – степень поражения; S_p и S_o – подвергшаяся разрушению и общая площадь; N_p и N_o – число пораженных (станков, цехов) и общее число объектов.

Для определения числа жертв пользуются формулой

$$P_n = S_p \cdot L_c \cdot \frac{1}{S_o},$$

P_n – число жертв; L_c – численность работающих в данной смене.

Контрольные вопросы по теме 8

1. Дайте определение ЧС.
2. Что может стать источником ЧС?
3. Приведите приме локальной ЧС.
4. К какому классу ЧС относится авария в Чернобыле?
5. Вспышка заболеваний дизентерией в области: какого класса это ЧС?
6. Назовите основные фазы развития ЧС.
7. Что понимают под устойчивостью предприятий в условиях ЧС?
8. Что влияет на устойчивость предприятия в условиях ЧС?
9. Какие пути протекания процесса возможны при разгерметизации емкости с ядовитым веществом?
10. Что такое «первичное облако»?
11. Как зависит форма зоны поражения от скорости и направления ветра?
12. Дайте определение взрыву.

13. На какие типы подразделяют взрывы?
14. Какие режимы горения известны?
15. Чем отличается вспышка от воспламенения?
16. Что такое «огневой шторм»?
17. Назовите основные средства прожаротушения.

9. ПРИРОДНЫЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ (СТИХИЙНЫЕ БЕДСТВИЯ) /1,21/

Любые стихийные бедствия в природе существуют в связи с неприспособленностью к ним человека. *Под стихийным бедствием понимают природные явления, приводящие к дестабилизации естественных функций природных систем и к человеческим жертвам.* На территории нашей страны в виду большого разнообразия физико-географических условий представлен практически **весь спектр** известных видов стихийных бедствий.

Подсчитано, что на Земле 40% всех стихийных аномалий составляют наводнения, 20% - циклоны, 15% - землетрясения, 15% - засухи. По числу **человеческих жертв** на первом месте стоят циклоны. Наибольший **материальный ущерб** приносят наводнения.

Спектр действия **стихийных бедствий** достаточно широк: это и смещения почво-грунтов; и переполнение русел рек; движения поверхности земли; затопление территорий. Человек старается приспособиться к природным опасностям. Результаты приспособления зависят не только от типа стихийного бедствия, но и от социальных условий жизни человека и общества в целом: чем богаче страна, тем с большей легкостью она противостоит стихии.

9.1. Стихийные бедствия в литосфере

Землетрясения /21,22,24/

Землетрясение – это внезапное освобождение потенциальной энергии земных недр, которое приобретает форму ударных волн и упругих колебаний, распространяющихся по земле во всех направлениях.

Причина землетрясений заключается в смещении горных пород по разломам. Землетрясения возникают, как правило, при быстром перемещении в недрах земли гигантских массивов пород. Глубина залегания очага землетрясения колеблется от 5-8 км до 300-800 км. Области, где они наиболее вероятны, охватывают Земной шар как бы двумя поясами (См. рисунок на стр.108 в /12/) с востока на запад и еще существует, так называемое, Тихоокеанское кольцо. Недавно (5 млн. лет назад) появился еще один пояс, который идет через Забайкалье, Индию. В нашей стране сейсмически активными территориями являются Крым, Кавказ, Памир, Тянь-Шань, Камчатка, Курилы. Эти пояса не случайны: они возникли там, где горы еще молоды, где продолжается горообразование. Иногда землетрясения возникают и в сейсмически устойчивых районах: например, в 1091 году сильное землетрясение было в Киеве, в 1230 г. – во Владимире, в 1445 г. – в Москве.

Сила землетрясения измеряется величиной *магнитуды* – амплитуды горизонтального смещения почвы. Магнитуда оценивается по различным шкалам. Наибольшее распространение получила шкала Рихтера: в ней сила землетрясения оценивается от 1 до 9 баллов. Иногда измеряют не силу, а интенсивность, но тоже в баллах: от 1 до 12. Землетрясения с интенсивностью до 4.5 баллов считаются слабыми землетрясениями; более 7 – это уже стихийное бедствие.

Землетрясение в 1 балл фиксируется только приборами.

Землетрясение в 3 балла: раскачиваются люстры, дребезжит посуда.

Землетрясение в 5 баллов: осыпается штукатурка в помещениях.

Землетрясение в 9 баллов: ломаются каменные здания, на земле образуются трещины.

Землетрясение в 10 баллов: рушатся здания, рвутся трубопроводы.

Землетрясение в 11 и 12 баллов – это уже катастрофа: изменяется география: рушатся горы, появляются гигантские впадины, на море – острова.

Освободившаяся энергия при сильном землетрясении достигает 10^{25} эрг, что эквивалентно взрыву **12 тысяч хиросимских бомб**. Сила толчков изменяется при увеличении расстояния от эпицентра и, как правило, ослабевает. Ее величина зависит от характера грунта: в скальных породах толчки проявляются слабее, в слабосвязанных, например, песчаных – сильнее.

Ежегодно на Земном шаре отмечается около миллиона землетрясений с малыми магнитудами (менее 4.5 баллов до 300 в день) и около 20 сильных. Как правило, землетрясения – это серия толчков с разными промежутками времени между ними. Продолжительность толчка несколько секунд. Часто можно выделить главный толчок с длительностью около 30-60 сек (до 3-4 мин) и серию слабых, которые могут продолжаться дни, недели, месяцы и даже годы.

Поражающие факторы землетрясения

Основные факторы – это смещение, колебание и вибрация почв, а также сопутствующие им коробление, уплотнение, проседание грунтов, трещины, а также пожары, разломы горных пород и др. Основное тектоническое движение при землетрясении – вертикальные поднятия и опускания поверхности земли. В горных районах землетрясения сопровождаются лавинами, селями и обвалами. Землетрясения в морях вызывают цунами. Любые землетрясения сопровождаются резкими звуками, напоминающими раскаты грома или взрывы большой мощности, что приводит к нарушению психики, заторможенности людей в условиях необходимости принятия оперативных решений, к преувеличенному страху, к желанию постоянно искать безопасное место и др.

Примеры катастрофических землетрясений

1. Лиссабон, 1755 год. Описание очевидца. *«Беда случилась внезапно. Утром, еще не одетый, я услышал треск. Я побежал посмотреть, в чем дело. Каких только ужасов я не насмотрелся. Большие, чем на локоть земля то поднималась вверх, то опускалась. Дома рушились со страшным грохотом. Возвышающийся над нами монастырь раскачивался из стороны в сторону, грозя каждую минуту раздавить нас. Страшной казалась и земля, которая могла поглотить нас живыми. Людям не было видно друг друга: солнце было в каком-то мраке. Казалось, что настал день страшного суда. Это трясение длилось более 8 минут. Затем все успокоилось.*

Мы бросились на площадь, лежащую невдалеке. Пробираясь пришлось среди разрушенных домов и трупов, не раз рискуя погибнуть. На площади собралось не менее 4000 человек: одни полуодеты, другие совсем нагие. Многие были ранены, лица у всех были покрыты смертельной бледностью. Находившиеся среди нас священники давали общее отпущение грехов. Вдруг снова все началось и продолжалось 8 минут. После этого целый час тишина не нарушалась. Целую ночь мы провели в этом поле под открытым небом. Сам его величество король принужден был жить среди поля, и это приободряло нас.

Чудные громадные церкви, подобных которым нет и в самом Риме, были разрушены. Из всех сооружений осталась только половина. Вечером, в 11 часов в разных местах показался огонь. Что спаслось от землетрясения – то уничтожил пожар.

Со вторым толчком связана еще одна трагедия. Многие жители искали спасения от землетрясения на набережной реки, которая привлекала их своей прочностью. Приземистая и массивная набережная казалась очень надежной. Но с новыми ударами фундамент начал оседать и все сооружение вместе с обезумевшими от ужаса людьми бесследно исчезло в водной стихии. Спаслись никому не удалось».

Число жертв Лиссабонского землетрясения составляет около 50 тыс. человек.

2. Средиземноморье. 1870 г. Южная Греция. Землетрясение длиной в три года, отличающееся страшной силой, поразило страну. Началось землетрясение 29 июля 1870 года. Стояла жара, и люди спали в основном на улице. Это их частично спасло от гибели. Около 2 часов ночи произошел страшный удар, затем колебания ощущались еще 20 минут. Грохот стоял непрерывный. Полностью было разрушено 9 городов и несколько селений. 25 октября на небе разыгралось северное сияние. Затем разразился еще один страшный удар, который разрушил все, оставшееся после июльского землетрясения. За сутки раздавалось до 2000 ударов. Всего за три года насчитали около 0.75 миллиона толчков, среди них 300 были катастрофически сильными.

3. Самым сильным землетрясением нашего века было **Гималайское (около индийско-китайской границы) в 1950 году**. Энергия этого землетрясения соответствовала энергии взрыва 100 тысяч атомных бомб. Сила его была 11-12 баллов. Общий вес переместившихся пород составил 2 млрд. тонн. В 100 км от эпицентра люди страдали от морской болезни. Автомашины были отброшены на 800 м, полотно ж/д опустилось на 5 м. За несколько секунд полоса земли шириной 30 км и длиной 500 км опустилась на 2 м. Землетрясения такой силы отмечались раньше только под дном океана.

Последствия землетрясений связаны с огромным материальным и моральным ущербом, с гибелью людей и постоянным страхом населения, проживающего в сейсмоопасных районах. Жертвами землетрясений стали 12,7% людей, погибших **во всех природных катастрофах**.

Какова эффективность спасательных операций при землетрясении, можно ли предсказать опасность и спастись от ее?

Своеобразие землетрясения заключается в его неожиданности. Особенность землетрясения в том, что оно разрушает, в основном, сооружения, построенные рукой человека. Землетрясения существовали всегда. Случались они и в древности, но вряд ли причиняли столько бед людям, живущим в тростниковых хижинах. Здания из кирпича наиболее подвержены разрушению. Эффективность спасения зависит от своевременности и точности прогноза, от силы землетрясения и от грамотности действия населения и аварийно-восстановительных бригад в условиях ЧС.

Борьба с землетрясениями ведется в двух направлениях:

- разработка способов прогноза землетрясения;
- создание конструкций зданий, которые не разрушатся от землетрясения.

На стыке решения этих задач возникла наука сейсмология. В России существует служба сбора информации о сейсмичности территории, измеряются регулярно продольные и поперечные волны электрических и магнитных полей, строятся модели прогноза, в том числе и долговременного, *но пока достаточно адекватных моделей реальным процессам нет*.

Японские ученые давно обратили внимание на связь землетрясения с поведением некоторых животных. Например, перед землетрясением некоторые обитатели морских глубин поднимаются на поверхность. В 1923 г. перед землетрясением, разрушившим столицу Японии, рыбак увидел у пляжа Токио «усатую треску», обитающую обычно на большой глубине. Через два дня **стихия** сгубила 150 тыс. человек. В Югославии заметили, что животные в зоопарке за несколько часов перед землетрясением сильно беспокоятся: сначала начинают завывать гиены, затем тигры, слоны, львы. В Неаполе муравьи перед землетрясением покинули муравейники. Чувствуют землетрясения собаки, кошки, крысы.

Рассказ очевидца: *«Мы с женой работали в Ашхабаде. Однажды вернулись с работы поздно и спать еще не ложились. Я копался в бумагах, жена читала. Дочка в коляске спала. Вдруг, чего не бывало ни разу, собака рванулась с места и, схватив девочку за рубашку, кинулась в дверь. Неужели сбесилась? Я за ружье и за ней. Выскочили с женой, и тут же сзади все рухнуло. Весь город обрушился на глазах».*

Возможно, животные воспринимают инфразвуки, которые сопровождают практически все природные катаклизмы. В Японии для предсказания землетрясений уже содержат в аквариумах маленьких рыбок, которые сильно беспокоятся за несколько часов до беды. Но раз что-то чувствуют животные, это же могут почувствовать и приборы.

Недавно в России получен диплом на открытие: в месяцы, предшествующие землетрясениям в подземных водах увеличивается количество инертных газов: аргона, гелия, радона, а также соединений урана. Это обстоятельство может быть положено в основание предсказывающего прибора.

Замечено, что имеется связь между извержениями гейзеров и землетрясениями – периодичность выбросов гейзеров перед землетрясением значительно изменялась.

Оползни /21,24/

Оползни – скользящее смещение вниз по уклону под действием сил тяжести масс грунта, формирующих склоны холмов, гор, речных и озерных террас.

По механизму оползни бывают следующих типов: оползни сдвига, выдавливания, гидродинамического выноса внезапного разжижения.

По глубине залегания поверхности скольжения оползни бывают: поверхностные (около 1 м); мелкие (до 5 м); глубокие (до 20 м) и очень глубокие (свыше 20 м).

По мощности вовлекаемых в процесс массы горных пород: малые (до 10 тыс. куб. м); крупные (101 – 1000 тыс. куб. м); очень крупные (свыше 1000 тыс. куб. м).

По скорости движения: быстрые или обвалы (секунды, минуты); средней скорости (часы) и медленные (годы).

Как правило, оползни формируются на участках, сложенных чередующимися водоупорными и водоносными породами грунта. На этих участках сила тяжести, накапливающаяся на склонах горных пород, в условиях смачивания поверхности скольжения преодолевает силы сцепления. В нашей стране много очагов оползней в Средней Азии (более 12 тыс.).

Основной поражающий фактор – это внезапное смещение больших масс почво-грунтов, которые могут привести к разрушению зданий, коммуникаций, запруживанию русел рек и др.

Сила оползня определяется массой и объемом смещаемых почвогрунтов, характером и скоростью их передвижения. Площадь крупных оползней может составить до 60 га, объем смещающихся пород – несколько миллионов кубических метров. Одной из важнейших характеристик оползня является расстояние, которое он проходит до полной остановки.

Примеры оползней. О «движущихся горах» рассказывается в легендах многих народов. В русской летописи XVI века написано: *сползла гора, на которой монастырь стоит, и вышла в Волгу саженой на 50, а инде и больше. И стали на Волге бугры великие.* (Это описано место, где расположен город Горький). Через четыре столетия на том же месте природное явление повторилось. В 1974 г. сотни тысяч тонн грунта засыпало магистраль Москва-Казань. Через несколько часов оползень повторился.

В прошлом веке село Федоровка на берегу Волги стало сползать в реку, грунт под селом вздувался, как тесто на дрожжах. Жители еле успели выскочить из домов. Оказалось, что под селом был водоупорный слой глины, а перед катастрофой прошли сильные дожди. Почва пропиталась водой и, как с ледяной горки, скатилась вниз.

Причиной оползня могут быть неграмотные действия людей – строительство в оползневой зоне многоэтажных домов.

«**Оползнем века**» называют оползень, медленно сползающий в отрогах Тянь-Шаня. Сначала жители г. Ангрена стали замечать перекося калиток во дворах, окон и дверей домов. Специалисты Госстроя дали заключение: формируется мощный оползень, общим объемом около 1 миллиарда куб. м., который движется по слою глины. На пути оползня оказались река и шахтерский поселок с 10 000 населением. Было проработано несколько вариантов борьбы с оползнем, но решение было однозначным: перенести поселок на новое место. Одновременно создали обходной канал для реки.

Прогнозировать возникновение оползня достаточно сложно: требуется накапливать информацию о большом количестве параметров: о напряжениях в грунте на различной глубине, изменениях массы и плотности грунта и т.п. Сложность прогноза последствий действия оползня усложняется тем, что может произойти ускорение движения сползающей массы до критического уровня. В этой фазе уже трудно воздействовать на развитие оползня. Результаты спасательных операций при этом бедствии зависят от времени, которое имеется в распоряжении людей для реализации принятых решений.

Вулканические извержения /21,22/. Слово «вулкан» по латыни – огонь. Так называли одного из древнеримских богов огня и кузнечного дела. Считали, что у него под землей кузница и когда он работает, из горы идут дым и огонь. Позднее вулканами стали называть все «огнедышащие» горы.

Вулканизм – совокупность явлений, связанных с движением расплавленной массы (лавы), тепла, горячих газов, паров воды и др. продуктов, поднимающихся из недр земли по трещинам и каналам в ее коре.

Вулканы нередко сопутствуют землетрясениям – эти явления имеют общую природу. Наиболее крупным вулканопасным местом на планете является **Тихоокеанское огненное кольцо**, где находятся 526 вулканов, из них 328 извергались в историческое время. В нашей стране в это кольцо входят Курильские острова (40 вулканов) и Камчатка (28). Второй крупный пояс находится в Средиземноморье, в который входят Везувий (Италия), Этна (Сицилия), Эльбрус и Казбек (Кавказ), Арарат (Закавказье). Третий пояс - в Атлантическом океане (69 вулканов, из них 39 – извергалось в историческое время). Четвертый пояс - в Восточной Африке (Килиманджаро). За пределами поясов вулканы не встречаются.

Вулканы жестоки: например, только вулканы Индонезии унесли жизни (в скобках): Папандаян (2000), Галунг-Гунч (4000), Келуд (5000), Марайи (10000), Кракатау (36000), Тамбора (92000).

Горы, подобные вулканам, есть и у нас на Урале и на Алтае. 50 древних вулканов обнаружено в Узбекистане. Самому старому из них – 50 млн. лет.

Что такое вулкан? Что он извергает и почему? Пока ученые знают не все – слишком много гипотез, которые нужно доказать. Наиболее правдоподобная версия такова: в недрах Земли царит исключительно высокая температура и давление. Температура доходит до 4 -5 тыс. град. С, а давление – 3.7×10^{10} н/ кв. м. Предполагают, что при таком давлении, несмотря на высокую температуру, вещество ядра земли – твердое, и только его оболочка находится в жидком состоянии.

Мантия земли – это слой земли, расположенный ближе к поверхности. Она характеризуется меньшими давлениями и температурой. Здесь образуется **магма** (греч. - густая грязь) - расплав вещества, из которого состоит мантия. Внешняя оболочка все время находится в движении, то поднимается, то опускается. Иногда происходят разломы – трещины, в которые затекает магма. В них она застывает в виде жил или вырывается наружу. Извержение вулкана и связано с поднимающимися с больших глубин расплавленными массами лавы.

Возникновение любых расплавов связано с переходом твердых пород в жидкое состояние, а это влечет увеличение объема породы на 5-10 %. Увеличивается гидростатическое давление, а это, в свою очередь, вновь способствует еще большему подъему лавы вверх. Если в породе есть трещины, то происходит относительно спокойное извержение, но если нет - то может быть взрыв. Большое значение на силу вулканического извержения имеет также наличие газов в магме. При приближении к земной поверхности, лава с

газами как бы вскипает, начавшееся увеличение давления опять-таки ведет к взрыву. Начальное давление взрыва может достигнуть 3000 атм.

Когда магма достигает поверхности, газы первыми вырываются наружу, поэтому при извержении виден вначале всегда пар или дым. Затем вырывается вулканическая пыль и порода, причем на высоту до нескольких километров. А уж затем из кратера выливается магма, которую называют лавой.

Очаги вулканов находятся на глубине 50 – 100 км, но возможно они питаются газами с более глубоких слоев.

Вулканы бывают *действующие* и *потухшие*. Действующие – это те вулканы, извержения которых наблюдали в историческое время. Но историческая эпоха коротка по сравнению с геологической жизнью. Часто вулканы, считающиеся потухшими, начинали действовать снова. В вулканологии известно правило:

При своем пробуждении вулкан должен проявить мощь, пропорциональную длительности предшествующей стадии покоя.

Поэтому именно «потухшие» вулканы становились источником страшных катастроф. Кроме того, возле «как бы потухших» вулканов часто растут населенные пункты, это, в случае извержения, приводит к большому количеству человеческих жертв. Примеры таких извержений: Везувий (погибла Помпея), Лемингтон (унесено 5000 жизней в Новой Гвинее), взрыв Безымянного на Камчатке.

Поражающими факторами при извержении вулкана являются следующие:

- лавовые фонтаны,
- потоки горячей лавы и вулканической грязи,
- выбрасываемый пепел и песок.

При мощных извержениях лава, двигаясь по склонам вулкана, покрывает большие площади, а пепел и песок разносятся ветром на большие расстояния. Волна взрыва может инициировать оползни, лавины. Горячая лава вызывает пожары. Ударные воздушные волны, возникшие при взрыве, например, вулкана (1883) Кракатау, трижды обошли Земной шар.

Все вулканы делятся на **взрывные** (эксплозивные) и **спокойные** (эффузивные). Первые наиболее опасны. Шкал по силе извержения не существует, но иногда вулканы делят на классы (А, В и С). Одни вулканы извергаются только один раз за весь период извержения, другие могут выбрасывать продукты извержения неоднократно в течение дней, месяцев и даже лет. Наиболее сильные извержения связаны с «ожившими» вулканами.

Подсчитано, что за последние 9 тысяч лет на земле произошло около 5 тысяч извержений. Были среди них такие, которые даже изменили ход истории в отдельных районах Земли. Например, мощное извержение в 1470 г до н.э. уничтожило целую цивилизацию.

Примеры извержений вулканов

Гибель Помпей. Сохранилось любопытное письмо римского ученого Плиния младшего о извержении Везувия (79 г н.э.). Первым предвестником извержения было землетрясение. Оно разрушило часть Помпей. Но город начал отстраиваться. *«24 августа над Везувием показалось облако, напоминавшее по форме дерево, а именно сосну. Спустя некоторое время на землю стал падать дождь из пепла и пемзы. Из Везувия стали вырываться языки пламени, затем поднялся столб огня. Подземные толчки становились все сильнее, а когда извержение достигло своей наибольшей силы, они прекратились. Из кратера стали выбрасываться пепел и камни, пепельное облако закрыло солнце, и наступила тьма. Количество падавшего пепла было так велико, что в нескольких километрах нужно было постоянно отряхивать пепел, иначе человека придавило бы его тяжестью. Со всех сторон неслись страшные, никогда не слышанные звуки. Воздух был охвачен пламенем. Извержение продолжалось 10 дней».*

Взрыв Кракатау. Это гигантская катастрофа нашего века. До извержения это был архипелаг островов, самым крупным из которых был Кракатау (9x5 км). Остров состоял из трех кратеров: Раката (800 м), Данан (450 м) и Пербуатан (150 м). Острова были пустынные, иногда на них лишь заезжали рыбаки. Если бы на Кракатау были жители – все бы они погибли. Даже на обжитом острове Сибеси, который расположен на удалении более 20 км, все население погибло. 27 августа из трех кратеров стали выбрасываться столбы пепла 27-33 км высотой. Слой пепла вокруг достиг 1 м высоты. Обломки пород были подняты на высоту 7-8 км и рассеялись на площади 1 млн. кв. км. Тьма заволочла все. Произошло два мощных взрыва. Начался пепельный дождь, буря и волнение на море. Так продолжалось несколько дней. Затем все успокоилось. Но все изменилось до неузнаваемости. Богатой тропической растительности на островах не было. Но и островов не было. На месте Кракатау разлилось море, только самый большой кратер, наполовину расколотый, торчал из воды. Морская волна, вызванная вулканом, была настолько мощной, что обошла всю планету. Через 10 часов после взрыва Кракатау, воздушная волна достигла Берлина. Если считать, что она шла по кратчайшему пути, то ее скорость составила 1000 км в час. Через 16 часов вновь зарегистрирована волна – она пришла с другой стороны, обогнув планету.

С извержением Кракатау связано еще одно странное явление: солнце приняло зеленую окраску. Сначала это наблюдалось около вулкана, затем и в Африке, Бразилии и др. странах. Объясняется это скоплением мельчайших частичек вулканического пепла в атмосфере. Продукты извержения состояли в основном из пемзы. Их объем составил 18 куб. км. На 6 км в радиусе вулкана изверженные породы нагромодили пласты пепла 20-40 м толщиной.

Самое сильное извержение XX века. На полуострове Камчатка в центре Ключевской группы расположилась небольшая сопка (3085 м). Из-за сво-

ей невыразительности она даже не имела названия, просто Безымянная. Она считалась потухшим вулканом. 22 октября 1955 года над ней были замечены клубы белого дыма. Затем стал падать пепел. За несколько дней высота столба пепла достигла 8 км высоты. В туче были видны молнии. Затем все затихло. 30 марта 1956 г. произошел гигантский взрыв. Туча пепла поднялась вверх на 45 км. Начался пеплопад. Вместе с пеплом падали и песчинки диаметром до 3 мм. Наступила такая тьма, что не видно было предмет, поднесенный к глазам. Площадь, покрытая пеплом, имела в длину 400 км, в ширину – 150 км, общий объем – 0.5 млрд. куб. м.

Окончательный результат извержения ученые увидели после изучения окрестностей. На расстоянии 10 км все было погребено под полуметровом слоем пепла. В радиусе 30 км была содрана вся кора с деревьев.

Можно ли защититься от извержения вулкана /21/? Во многом здесь могут помочь опять-таки животные. Вулкан Мон-Пеле 8 мая 1902 г. разрушил город и погубил всех жителей (30 тыс. человек). Но среди трупов людей был всего один труп кошки. Значит, они предчувствовали опасность и спаслись! Еще в середине апреля многие животные покинули эту местность. Перелетные птицы, вместо того, чтобы сделать в этом месте, как обычно, привал, не опускаясь, устремились на юг Америки. Исчезли змеи, которых было много на склонах гор. Разгадка может быть такой: животные уловили незначительное повышение температуры грунта, легкие сотрясения, выделения газов.

Одно из наиболее перспективных направлений в прогнозировании извержений - изучение состава выделяющихся из кратера газов. Установлено, что при затухании вулкана сначала выделяются галлоидная серия газов: HCl, HF, NH₄, затем сернистая стадия: H₂S, SO₂; затем углекислая стадия (CO₂, CO O₂) и, наконец, нагретый пар.

Если активность вулкана возрастает, то состав изменяется в обратном порядке.

Предлагается развивать также активную защиту от вулканических явлений – бомбардировать артиллерией или авиацией лавовые потоки, проведение туннелей для тока лавы и др. технические мероприятия.

Сели /24/

Сель – кратковременные бурные паводки на горных реках, несущие большое количество мелкозема, гальки, крупных камней, некоторые до одного метра в поперечнике, которые придают характер грязевых или грязекаменных потоков.

Сели наиболее часто встречаются в областях современного горообразования, к которым относятся средне- и низкогорные районы, не имеющие лед-

никового питания. Селеопасными районами являются в России Северный Кавказ, Закавказье, Средняя Азия, Восточный Казахстан, Крым, Прибайкалье.

Причиной селей являются землетрясения, обильные снегопады, ливни, вырубки леса на склонах.

В 1921 году чудовищный селя свалился с гор на спящую Алма-Ату и прошел город из конца в конец фронтом в 200 м. Не считая воды, песка, грязи, обломков деревьев, камней обрушилось на город столько, что хватило бы для загрузки нескольких сот товарных вагонов. Объем селя ученые определили в 1200 тыс. куб. м. Опасность повторения такой катастрофы существовала постоянно. А город рос. Последствия могли стать все ужаснее. Решили создать плотину методом искусственного взрыва. В 1966 г. такую плотину создали в урочище Медео. А в 1975 году приборы сообщили о возникновении селя. Около 100 тыс. куб. м воды низверглось с гор вниз, а через несколько минут в сели было уже 1 млн. куб. м. камней. Страшно подумать, что бы было: в озеро у плотины ежесекундно добавлялось по 1 куб. м воды. Это было первое стихийное бедствие в Средней Азии, которое было не только предсказано, но и нейтрализовано.

Поражающими факторами селя является быстрое перемещение (до 15 км/час) огромных масс вещества и грязеводных потоков, как правило, по руслам рек, сметающие все на своем пути.

По мощности сели делят на три группы: мощные (вынос более 100 тыс. куб. м), средней мощности (10-100 тыс. куб. м) и слабые (до 10 тыс. куб. м).

Наибольшей силой и опасностью обладают крупные сели, которые характеризуются повышенной внезапностью и прямолинейностью движения.

Мощные селевые потоки повторяются раз в 30-50 лет и выносят до 4 млн. куб. м обломочного материала. Менее мощные сели повторяются ежегодно, иногда по несколько раз в год. Они наступают внезапно, нарастают быстро, продолжаются 1-3 часа, иногда до 8 часов.

Для прогноза селеобразования используют качественные оценки: вероятность возникновения землетрясений, вулканов, крутизна склонов, характер русла реки и др. и количественные показатели: синоптические, климатические данные. Возникновение селя прогнозируется, как правило, в определенный для данной местности период: для Закавказья – это июль-сентябрь; для Средней Азии – апрель-июль.

Эффективность профилактических мероприятий зависит от правильного выполнения организационных, технических и специальных мероприятий.

Организационные – автоматическое оповещение населения; запрещение рубки леса и выпаса скота на опасных участках; ограничение разработок горных пород;

Технические – проведение искусственного снеготаяния в местах зарождения селей; селезадерживающие сооружения; спуск талой воды;

Специальные – селезащитные дамбы; специальные котлованы; искусственное разжижение селевого потока водой.

Величина ущерба: ущерб существует постольку, поскольку человек стремится использовать селеопасные территории. Селевые потоки наносят ущерб, в основном, автомобильным и ж/д трассам, мостам, ирригационными сооружениями. Величину ущерба определяют затраты и на профилактические мероприятия и строительство сооружений.

9.2. Стихийные бедствия в гидросфере

Наводнения. Из библии: *«И сказал Господь: истреблю с лица земли человеков, которых Я сотворил, от человека до скотов, и гадов и птиц небесных истреблю: ибо Я раскаялся, что создал их». И был дождь на земле сорок дней и сорок ночей. И вода усилилась чрезвычайно, так что покрылись высокие горы, что есть под всем небом. На пятнадцать локтей поднялась вода, и лишились жизни всяка плоть, движущаяся по земле: и птицы, и скоты, и звери, и все гады и люди. Остались только Ной и те, кто находился в ковчеге, всякой плоти по паре и Ной с семейством. И усиливалась вода на земле сто пятьдесят дней. Но вспомнил бог о ковчеге и навел ветер на землю и вода начала спадать. Ковчег остановился в горах Араратских».*

Наводнения – это затопления водой местности в пределах речной долины и населенных пунктов, расположенных выше ежегодно затопляемой поймы, вследствие обильного притока воды в результате снеготаяния, дождей или загромождения русла льдом (весной) и шугой (осенью).

Условно выделяют четыре типа наводнений:

- однопиковое – характерно для равнинных рек из-за таяния снега;
- многопиковое – характерно для горных рек из-за таяния горных снегов и ледников;
- многопиковое – на реках, протекающих по местностям с обильными дождями;
- многопиковое – из-за весенних паводков от таяния снега и осенних – от обильных дождей.

Наводнения – наиболее распространенные стихийные бедствия и составляют 40% всех стихийных бедствий на планете. Среди российских больших рек наводнения бывают на Амуре, Днестре, Припяти, реках Северного Кавказа и на реках Сибири. Наибольшие площади затопления наблюдаются на реках, текущих к северным морям: Обь, Енисей, Лена и др. Они составляют 75% всех затопляемых площадей России.

К негативным факторам наводнения относятся:

- затопление территорий слоем воды разной толщины;
- длительность стояния паводковых вод;

- скорость нарастания уровня воды;
- размыв и смыл грунта в зонах затопления;
- загрязнение местности;
- вспышки болезней вследствие загрязнения питьевой воды.

В районах умеренного климата наводнения происходят в среднем 1 раз в два года, в других местностях частота может убывать до 1 раз в 1000 лет.

Низкие наводнения наблюдаются на равнинных реках примерно один раз в 10 лет; они практически не нарушают естественного хода событий. **Высокие** наводнения, нарушающие уклад жизни населения, смывающие урожай и затопляющие поля, бывают один раз в 25 лет. **Выдающиеся** наводнения, охватывающие целые речные бассейны, парализующие хозяйственную деятельность, наблюдаются раз в 100 лет. **Катастрофические** наводнения охватывают несколько речных систем, приводят к гибели людей, большим разрушениям. Их ожидают раз в 200 лет.

Продолжительность затопления для малых рек – около 7 дней; для средних – до 15; для крупных – 80-90 дней. Продолжительность затопления зависит от характеристик стока: уклон реки, шероховатость русла, наличие препятствий и др.

Был ли всемирный потоп? У всех народов имеются предания о всемирном потопе. Может он действительно существовал и был всемирным? Одно из объяснений Всемирного потопа является следующим: причина этого мифа - изменение уровня Мирового океана. Наша планета пережила несколько эпох оледенения. В ледяном щите скапливается столько влаги, что при таянии ее хватило бы, чтобы поднять уровень океана на 100 м. Еще 20 тыс. лет назад льды покрывали значительную часть Северной Европы и Америки. Потом лед растаял, и уровень мирового океана поднялся, в конечном счете, на 100 м. Но потепление не имело катастрофических последствий: повышение уровня шло постепенно на 10-12 мм в год, а последние 6 тыс. лет на 1-2 мм в год. Поэтому такое объяснение ученые не принимают. Любое таяние материковых льдов – явление эвристическое и долговременное. Оно длится веками. Вряд ли оно может послужить толчком к одновременному подъему воды на Планете.

Легенды о потопах, скорее всего, связаны с какими-то локальными явлениями. Местные катаклизмы бывали (и не раз), причины их вполне естественные: землетрясения, цунами, ураганы. Самая частая причина больших затоплений – цунами; возможно крупное наводнение прибрежных мест из-за падения в море крупных метеоритов (что крайне редко); подводные землетрясения вызывают кратковременные нагонные волны (потоп многодневный); причиной наводнения могут быть сильные ветры, которые нагоняют волну в устья крупных рек

Цунами /21,22/

Цунами – гравитационные волны большой силы, возникающие на поверхности океанов и морей.

Цунами образуются во время подводных землетрясений, извержений подводных вулканов, при подводных взрывах ядерных бомб. Цунами возникают в том случае, если подземный толчок вызвал крупные изменения в морском дне с одновременным подъемом большого столба воды (подобно ряби от брошенного камня). Во время цунами переносятся миллиарды тонн воды на 10-15 тыс. км.

За 2.5 тысячи лет отмечены цунами **только** в Тихом, Атлантическом океанах и Средиземном море. Всего зарегистрировано 355 цунами. Основной район возникновения цунами – это район Тихого океана (80% случаев). На долю Японии приходится 197 цунами. На Курилы и Камчатку пришлось за это время только 14 цунами, из них только 4 можно считать сильными.

Поражающие факторы цунами:

- высота волны,
- скорость распространения волны,
- сила распространяющихся волн при обрушивании их на побережье.

Волны образуются, как правило, в толще океана и подходят к берегу с периодом от 5 до 90 минут со скоростью реактивного самолета. Скорость распространения зависит от глубины океана и при глубине 4 км достигает 200 м/сек. В глубоких местах она может достичь 1000 км в час. Длина волны цунами значительная и люди на корабле, попавшие в море в область цунами, как правило, не замечают ничего необычного. Но иное дело, когда волна подходит к мелководью. Они замедляют свой бег и увеличиваются в высоту. Основание волны тормозится и появляется водяная стена. Известны случаи, когда волн было более семи, но, как правило, самая сильная волна – вторая (а не девятый вал).

Силу цунами определяют по величине магнитуды (от 0 до 3). Энергия цунами составляет около 1-18% от вызвавшего его землетрясения, т.е. 10^{23} эрг. Если прибрежная часть моря глубокая, то возможны катастрофические волны, если мелкая – то цунами теряет силу на подходе к берегу. В зависимости от рельефа высота волн может достигать 60 м (были случаи и 70 м и больше) и распространяться вглубь материка до 3 км. Уходя обратно в море, образуются сильные течения, которые могут унести в море людей, строения и др.

Расчетное время подхода цунами к различным точкам может быть рассчитано по координатам землетрясения. Для Камчатки это время установлено около 40 мин.

Примеры цунами

Сильное цунами обрушилось в 1952 году на *Курильские острова*. Очаг землетрясения был в пределах Курильского желоба (что очень близко). Население в городе Северо-Курильске 5 ноября проснулось от землетрясения: падала посуда, рушились печи. Люди выбежали на улицу. Вскоре все затихло. Люди начали возвращаться в дома, но опытные старожилы – бросились к горам. Через 45 мин послышался гул со стороны моря. От моря неслась 10-метровая стена воды. Наибольшую высоту она имела в районе центральной части города. Через 15 минут пришла вторая, еще более страшная волна. Пройдя весь город, она дошла до гор и начала скатываться обратно в море со страшным всасывающим звуком. Позади волны остались лишь фундаменты домов.

Май 1960 года. Всколыхнулось *побережье Чили*. Земля затряслась словно в жестоком припадке. Дыбилась и оседала почва. Местами сдвинулись горы. Затем все затихло. Но это было не самое страшное. Через несколько минут люди увидели, что море отходит от берега. Надвигалась более страшная беда. Люди ждали цунами. При Чилийском землетрясении на побережье накатилось несколько волн. Первая – «нежная» – около 5 м высотой, высокая вода простояла 5 минут, затем стала отступать. Вторая пришла через 20 минут: как гигантская рука, сминающая лист бумаги, она снесла все дома в городе. Море стояло высоко 15 минут, затем отступило, а третья волна пришла через час. Она была еще выше. Через 6 часов волны цунами пересекли Тихий океан и достигли Японии островов Хонсю и Хоккайдо. Там было наводнением уничтожено 5 тыс. домов. В Чили погибло около 2 тыс. человек.

Последствие Лиссабонского землетрясения - цунами с волнами 30 м высотой погубили 60 тысяч человек.

Прогноз и профилактические мероприятия. Для судов в океане цунами безопасны. Цунами наносят вред постройкам, растительности и всему живому на побережье океанов. Для прогноза цунами используют геофизические методы, которыми предсказывают землетрясения и извержения вулканов, и, как их следствие, вероятность возникновения цунами. Используют также некоторые предшествующие природные признаки: сильный отлив океана, происходящий внеурочное время. Причем, чем дальше океан отступает от берега, тем большей силы достигнет цунами.

Профилактика цунами:

- строительство береговых укреплений;
- использование волнорезов, дамб, волноотбойных стенок.

При объявлении о возможном цунами жители должны срочно подняться на высоту не менее 15 м. Должны быть отключены линии электропередач, газо- электро и топливоснабжение, должна быть выведена из опасных зон техника. Все суда, стоящие на приколе, нужно вывести в открытое море. Но пока надежных мер защиты от цунами не существует.

9.3. Стихийные бедствия в атмосфере

Ураганы /2,21,22,24/

Ураган – это тропический или внетропический **циклон**, у которого давление в центре чрезвычайно понижается, а ветры достигают очень большой скорости и разрушительной силы.

Циклон – (по-другому депрессия) это система погоды, в которой атмосферное давление убывает до некоторой минимальной величины в центре, а ветры дуют по спирали в направлении этого центра. На суше ураган называют бурей, на море – тайфуном. **Ураганы** бывают **слабые** (со скоростью ветра до 160 км в час), **сильные** (до 220 км в час) и **экстремальные** (свыше 221 км в час).

Циклоны образуются, как правило, над теплыми тропическими океанами (в обе стороны от экватора по 10 град Северной и Южной широты). Радиус ветров ураганной силы достигает 300 км, при этом образуется пояс в 300 тыс. кв. км, в котором действуют разрушительные силы урагана при его продвижении вперед. В России **ураганы** распространены на Дальнем востоке, в Калининградской области и в северо-западных областях страны. Как правило, ураган зарождается в том случае, если воздух в каком-то месте сильно прогревается, становится легче обычного и поэтому поднимается вверх. На его место из окружающей среды устремляется более холодный воздух. Восходящие потоки приводят к конденсации значительных масс водяного пара, при этом вновь выделяется энергия, температура еще поднимается и т.д. А в центре урагана формируется относительно спокойная область, ее называют «**глаз тайфуна**». В центре тайфуна небо чаще всего ясное, в то время как вокруг ревет и свищет ураганный ветер. Сюда, в область низкого давления, со всех сторон несутся волны. Многие исследователи пытались проникнуть в глаз тайфуна. И для большинства из смельчаков экспедиция закончилась трагически. В 1959 г. впервые француз Пьер-Андре Молэн достиг глаза тайфуна «Вера». С тех пор он стал «охотником за тайфунами» - исследователем законов возникновения, развития и гибели тайфунов.

Предсказать точное движение урагана невозможно. Чаще он движется по кривой, напоминающей параболу, со скоростью 15-20 км в час. Но нередко ураган может остановиться на одном месте, или начать перемещаться с очень большой скоростью. В области «глаза тайфуна», в зоне пониженного давления, уровень моря повышается, что приводит к возникновению огромных, как цунами, волн. «Глаз тайфуна» имеет, как правило, форму круга диаметром около 8-15 км. Но бывают значительно более крупные тайфуны. Тайфун Кармен 1960 г. имел «Глаз» диаметром 1500 км, высотой «стенки» 15 км и скорость ветра в стенках до 320 км/час.

Часто ураганы сопровождаются сильными ливнями. При урагане на Ямайке за четверо суток выпало 2.43 м воды (для сравнения: среднее количество осадков в Москве составляет 0.6 м в год). На Пуэрто-Рико обрушился ураган, который вылил 2600 млн. тонн воды.

Поражающие факторы:

- сильные ветры,
- штормовые нагоны,
- морские волны,
- ливни.

Скорость ветра урагана, несущего большие массы воды, грязи и песка может достигать 400 км/час. Они разрушают здания, приводят к гибели людей, переносят по воздуху тяжелые предметы. Ураганы сопровождаются сильными затяжными дождями, выпадает до 2700 мм осадков, поэтому любая территория может оказаться затопленной. К наводнению приводят штормовые нагоны, которые могут на несколько метров поднять уровень океана у берегов. Нагоны могут держаться от 6 часов до нескольких дней и затапливать участки шириной до 30 км

Силу урагана определяют совместное действие ветра и воды. Наибольшую силу имеют тропические ураганы, у которых наблюдается резко сокращенный диаметр и наибольшие скорости ветра. Внетропические ураганы (распространены в Европе), характеризуются большим диаметром глаза, меньшей скоростью ветров и большей повторяемостью. Разрушительная сила у них значительно меньше. Но количество осадков весьма значительно и наводнение занимает обширные территории (до сотен кв. км).

Сила урагана определяется перепадом давления вокруг глаза и в центре глаза: часто оно уменьшается с 996 до 948 мбар. Установлено, что перепад давления на 50 мм рт. ст. снижает силу давления, оказываемое атмосферой на одну квадратную милю (2.6 кв. км), на 2 млн. тонн.

Ураганы – явление сезонное, как правило, они возникают с июля по сентябрь. Ежегодно на Земном шаре происходит около 70 тропических циклонов со штормовыми верами. Частота внетропических ураганов доходит до нескольких сотен в год. Над океаном зарождается много сотен циклонов, но развивается в ураган только один из десяти (10%). Одна из причин этого – недостаточный прогрев воздуха над океаном: требуемая температура поверхности воды должна составлять не менее 27 град. С.

Описание встречи с ураганом Колумба в 1492 году. *«Никогда не видел моря столь вздыбленным, столь ужасным, настолько покрытым пеной. Поверхность моря казалась кипящей, словно вода в котле на большом огне. Ужас вселяла в нас эта буря, вода казалась багрово-красной, кровавой. Небо и море пылали, словно вокруг был ад, огненные искры раскалывали все небо. Люди были настолько изнурены, что предпочитали смерть. Корабли теряли шлюпки, якоря, управление...».*

1970 год считается годом *самого разрушительного стихийного бедствия*: на Восточный Пакистан налетел ураган огромной силы. Ветер и огромные волны погубили около одного миллиона человек. Были сорваны мосты, разрушены ж/д, шоссе и дороги, целые поселки вместе с жителями. Пострадало в общей сложности 10 млн. человек.

Ураганы имеют и **биологическое значение** – они переносят на большие расстояния семена растений и даже довольно больших животных. Например, в 1865 г. на Гваделупу ураган принес пеликанов. Смерч может переносить людей и даже небольшие дома.

Наименьшая по размерам и наибольшая по скорости вращения форма вихревого вращения воздуха называется **смерч (в Америке – торнадо)**. Смерчи могут сформироваться и над сушей и над поверхностью воды.

Смерч – это быстро вращающаяся воздушная воронка, свисающая из кучевого облака, и наблюдается как «труба» или «воронкообразное облако».

Там, где воронка касается земли, начинается нечто ужасное.

Самый мощный из известных американских торнадо - Ирвингский. Он, проходя по территории США, скрутил в аккуратный сверток железнодорожный мост длиной 75 м и весом 115 тонн и утопил его в реке.

Рассказ очевидца: *«в тот страшный день 3 апреля 1974 года телеграфисты отстучали сообщение: сообщаем о прохождении торнадо недалеко от Ирвингтона (США). Он движется в северо-западном направлении со скоростью 50 миль в час. Однако это был небольшой смерч. Самый страшный смерч, описав дугу, ринулся на город с другой стороны. Приближалась черная воронкообразная туча, послышался грохот, напоминающий шум поезда. Торнадо разметал половину жилых домов, давя как виноград автомобили. Пройдя по территории завода, торнадо скрутил в узлы заводские трубы.*

А затем был вечер - холодный и дождливый. По кучам развалин бродили бездомные люди. Выли собаки. В оцепении сидели старики, разом потерявшие все, ради чего трудились всю жизнь. Они не хотели ни есть, ни спать. Они не хотели начинать все с начала».

Смерчи бывают и у нас, правда, не такие страшные. Летом 1948 года смерч под Тулой перенес на 200 метров деталь весом в 500 кг. В Ростове в 1927 г. смерч сбросил с ж/д груженые вагоны.

«Наши смерчи» поражают своими странностями: налетая на поселок, смерч разрушает дом, но переносит на новое место буфет, не разбив ни одной чашки. Подняв высоко обезумевших от страха людей, он может бережно опустить их где-нибудь на землю. При прохождении смерча взрываются самые невероятные предметы: консервные банки, автомобильные камеры. Пролетев однажды над птичником, он оставил после себя живых, но полностью ощипанных кур.

В 1904 году смерч пронесся над Москвой. Коровы при этом летали по воздуху. На Немецком рынке в центр смерча попал городской, он вознесся в небо и затем, избитый градом и совсем раздетый, был опущен на землю. Московский смерч прошел полосой 40 км длиной и шириной 400 м. Уже в двух шагах от границы смерча все стояло нетронутым.

Сейчас **смерчи** опознают со спутников погоды, по последовательности снимков прослеживают их развитие.

Профилактические меры борьбы со смерчами заключаются в постройке в смерчопасных районах подземных убежищ, укрытий в подвалах жилых домов, закрепление техники при оповещении о подходе смерча.

9.4. Максимальная сила природой катастрофы

Естественно возникают вопросы:

Какой максимальной силы катастрофа может произойти на планете?

Какое из природных явлений способно вызвать наибольшие разрушения?

Наиболее объективный способ сравнения природных катастроф - это оценка и сравнение их результатов действия по *размерам площади разрушения или по энергии процесса в эпицентре*.

Землетрясения. Силу землетрясения, как правило, измеряют в баллах. Но сила землетрясения, измеренная на поверхности Земли, – это далеко не то же самое, что сила землетрясения в эпицентре. Сейсмологи для оценки используют понятие «магнитуда» – *логарифм отношения амплитуды колебаний самописца сейсмографа к амплитуде эталонного землетрясения*. Если магнитуда двух землетрясений отличается на единицу, значит амплитуда колебаний различается в 10 раз.

Со времен разработки приборов, максимальная сила толчков была зафиксирована в 1906 г. на побережье Северного Эквадора в безлюдном месте. Она равнялась 8.9 баллов по шкале Рихтера. Ашхабадское землетрясение составило 7 баллов, т.е. оно было в 100 раз слабее. Чилийское – 8.5 баллов, Гоби-Алтайское – 8.6 баллов.

А может ли произойти более сильный толчок?

Геофизики утверждают, что **сильнее 9 баллов землетрясение произойти не может!** Ведь каждый толчок – это смещение горных пород по разлому. Сила землетрясения определяется размером очага. У самых сильных известных землетрясений очаг равен, примерно, 1000x100 км. Этой величиной оценивают максимальные из всех известных на планете разломов. Следовательно, Чилийское и Гоби-Алтайское землетрясения уже были близки к максимально возможным.

Таблица 9.1 – Сравнительная характеристика трех типичных землетрясений

Параметр землетрясения	Слабейшее	Типичное	Сильнейшее
Протяженность очага, км	0.003	30	1000
Длительность процесса в очаге, с	10^{-3}	10	10^2
Сейсмическая энергия, Дж	10^2	10^8	10^{18}
Число событий в год на планете, шт.	10^7	30	1
Длительность колебаний земли, с	10^{-1}	10^3	10^9
Амплитуда смещения, см	10^{-6}	1	10^3
Период колебаний, с	10^{-2}	10	50

Опыт изучения землетрясений, накопленный в мире, свидетельствует, что там, где произошло катастрофическое землетрясение, следующая катастрофа произойдет не скоро. Ученые объясняют это так: «Чем сильнее землетрясение, тем с большей площади был снят заряд накопившейся энергии, тем дольше будет накапливаться следующее».

Вулканические извержения. Опыт свидетельствует, что извержение – явление локальное, связанное с пробуждением только одного вулкана. Основные виды энергии действующего вулкана заключены в следующих элементах:

- 1) потенциальная энергия лавы;
- 2) кинетическая энергия выбрасываемых продуктов;
- 3) тепловая энергия, включая тепло в лаве и в газах;
- 4) сейсмическая энергия воздушных масс;
- 5) сейсмическая энергия почвы.

Количество энергии, необходимое для распыления 1 куб. км породы в пепел, равно 1.85×10^{15} Дж. Объем термальной энергии, заключенной в 1 куб. км лавы, равен 3.5×10^{18} Дж. Следовательно, термальная энергия в 1000 раз больше энергии пеплообразования. В таблице 9.2 приведены сравнительные характеристики трех вулканов.

Таблица 9.2 – Сравнительные характеристики вулканической деятельности

Вулкан, год извержения	Объем выброшенной породы, куб. км	Площадь пеплопада, кв. км	Энергия взрыва, ДЖ	Атомный эквивалент	Магнитуда
Безымянный, 1956	2-3	100	10^{15}	4	9.0
Кракатау, 1883	18	1000	10^{19}	20 000	9.5
Санторин, 1400 до н.э.	70	1000	10^{20}	200 000	10

По мнению ученых энергия 10^{20} Дж составляет предел для вулканов на нашей планете. Эта величина лимитирована прочностью горных пород - большее напряжение земная кора не выдержит.

Землетрясения и вулканы по выделившейся энергии могут быть сравнимы с энергией упавших на землю метеоритов и комет. Например, удар Тунгусского метеорита оценивают в 10^{16} Дж. А энергия взрыва, образовавшего самый большой кратер – Попигайский (США) - 10^{23} Дж, что в 1000 раз мощнее самого мощного извержения вулкана. Нужно ли бояться разрушительной силы падающего небесного тела? Оценим вероятность такого события.

Максимальные землетрясения с энергией около 10^{18} Дж происходят раз в год; максимальное извержение с энергией в 100 раз большей (10^{20} Дж) происходит один раз в 1000 лет, а метеориты, которые могут вызвать максимальную по разрушительной силе катастрофу, могут произойти 1 раз в **50 000 лет**.

В таблице 9.3 приведены сравнительные данные по числу человеческих жертв, вызванных различными природными катастрофическими явлениями за последние 50 лет.

Таблица 9.3 – Число жертв в природных катастрофах

Катастрофа	Число жертв за 50 лет
Циклон (тайфун, шторм)	760 000
Землетрясение	190 000
Наводнение	180 000
Грозы	20 000
Цунами	15 000
Извержения	7 500
Внезапная жара	5 000
Туман	3 500
Внезапный холод	3 500
Лавины	3 500
Оползни	3 000
Дожди	1 000

Контрольные вопросы к теме 9:

1. Что такое «стихийное бедствие»?
2. Какое стихийное бедствие самое распространенное на планете?
3. Какое бедствие приносит наибольший ущерб?
4. Какова природа землетрясения?
5. Чем измеряется сила землетрясения?
6. Что такое «шкала Рихтера»?
7. Назовите основные поражающие факторы землетрясения?
8. Можно ли предсказать начало землетрясения?
9. Что такое «оползень» и чем он опасен?
10. Дайте классификацию оползней?
11. Основные поражающие факторы оползней?
12. Может ли Воскресенская гора в Томске быть вулканом?
13. Что такое вулкан?
14. Где образуется магма?
15. Назовите поражающие факторы при извержении вулкана?
16. Что такое эксплозивный и эффузивный вулканы?
17. Дайте определение селю.
18. Перечислите поражающие факторы селя?
19. Был ли Всемирный потоп?
20. Дайте определение наводнению.
21. Может ли быть наводнение в Томске?
22. Какого типа наводнение может быть на Томи?
23. Перечислите негативные факторы наводнения.
24. Опасно ли цунами в море кораблям?
25. Опасно ли цунами отдыхающим на пляже?
26. Какова природа цунами?
27. Может ли цунами случиться в Томске?
28. Где чаще всего зарегистрированы цунами?
29. Перечислите основные поражающие факторы цунами.
30. Как прогнозировать цунами?
31. Где может зародиться циклон?
32. Что такое «глаз тайфуна»?
33. Где опаснее находиться кораблю: в глазу тайфуна или за его пределами?
34. Перечислите поражающие факторы тайфуна.
35. Чем определяется сила урагана?
36. Какое биологическое значение имеет смерч?
37. Может ли произойти землетрясение большей силы, чем уже известные?
38. Почему не может быть извержение вулкана бесконечно большой силы?
39. Чем ограничена сила землетрясения?

40. Почему, если в местности произошло сильное землетрясение, то следующего такого же можно долго не бояться?
41. Перечислите основные виды энергии действующего вулкана.
42. Какая из видов энергии вулкана наибольшая?
43. Нужно ли бояться падения метеорита?
44. От какого природного бедствия погибло за последние 50 лет больше всего народу?

10. СПИСОК ТЕМ РЕФЕРАТОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Концепция качества окружающей среды.
2. Проблемы Томской области.
3. Среда обитания человека: окружающая, производственная, бытовая.
4. Световая среда в жилых помещениях.
5. Опасные вещества в быту и промышленности.
6. Основы оформления рабочего места.
7. Шумы: источники, влияние на здоровье человека, меры борьбы.
8. Вибрация в условиях жилищ и ее влияние на организм человека.
9. ЭМП – неблагоприятный фактор среды.
10. Правовое обеспечение безопасности жизнедеятельности на производстве.
11. Эргономика и техническая эстетика.
12. Гигиена труда.
13. Меры безопасности при работе с вычислительной техникой.
14. Требования к освещению рабочих помещений и рабочих мест.
15. Лазерное излучение, меры безопасности работы с ним.
16. Статическое электричество.
17. Ультрафиолетовое излучение.
18. Организация пожарной охраны на предприятиях.
19. Воздействие человека на климат планеты.
20. Парниковый эффект: отрицательные и положительные стороны.
21. Проблемы сохранности флоры и фауны на планете.
22. Болезни цивилизации.
23. Тяжелые металлы в компонентах ОС.
24. Радиоактивная опасность и радиофобия.
25. Аллергия и иммунопатология – болезни конца XX века.
26. Глобальные экологические проблемы века.
27. Озоновая дыра, кислотные дожди, парниковый эффект – причины, суть и способы борьбы с ними.
28. Радиоактивное загрязнение Томской области.
29. Качество воды в Томской области.
30. Экологический кризис и социальный прогресс.

11. ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов /С.В. Белов и др. 2-е изд. –М.: Высш. Шк. , 1999. – 448 с.
2. Безопасность жизнедеятельности /Учебное пособие Часть 1, 2. М.: Изд. Центр «Маркетинг» , 1998-1999 – 303 с.
3. Белов С.В. и др. Безопасность жизнедеятельности. Часть 1, М.: Высшая школа, 1992 – 447 с.
4. Охрана окружающей среды /Учебник под редакцией Белова С.В. - М.: Высшая школа,1993. – 319 с.
5. П. Никитин и др. Окружающая среда и человек - М.: Высшая школа,1986. – 212 с.
6. Г.В. Стадницкий, Г.В. Родионов Экология /Учебное пособие – М.: Высшая школа, 1988. – 272 с.
7. В.А. Вронский Прикладная экология /Учебное пособие. – Ростов н/Д.: Изд-во «Феникс», 1996. – 509 с.
8. Охрана труда в Российской Федерации /Справочник. – М.: Охрана труда и социальное страхование, 1996 – 400 с.
9. Алексеев С.В., Усенко В.Р. Гигиена труда – М.: Медицина,1988 – 576 с.
10. Алексеев Н.А. Стихийные явления в природе М.: Мысль, 1988 – 223 с.

Дополнительная :

11. Закон РСФСР о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения (принят 19 апреля 1991 г).
12. Н.Ф. Реймерс Природопользование /Словарь-справочник-М.: Мысль, 1990. – 319 с.
13. Стихийные бедствия: изучение и методы борьбы. М.: Прогресс, 1978- 212 с.
14. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным и вычислительным машинам и организация работы. Сан-ПиН 2.2.2.542-96.
15. Михно Е.Н. Ликвидация последствий аварий и стихийных бедствий – М.: Атомиздат, 1979- 194 с.
16. О. Рамад. Основы прикладной экологии - М.: Мир,1985.- 543 с.
17. Природоохранные нормы и правила проектирования /Справочник – М.: Стройиздат, 1990 – 526 с.
18. Справочник по профессиональной патологии /Под ред. Грацианской Л.Н. – Л.: Медицина, 1981 – 373 с.

19. Вредные вещества в промышленности (новые данные с 1974 по 1984 г.г.) /Справочник под ред. Э.Н.Левиной – Л.: «Химия», 1985-206 с.
20. Охрана труда в вычислительных центрах /Под ред. Сабирова М.Г. – М.: Машиностроение, 1990 –67 с.
21. И.А. Резанов Великие катастрофы в истории Земли – М.: Наука, 1984 – 176 с.
22. В.А. Мезенцев Энциклопедия чудес. Обычное в необычном. - М.:, Знание – 1988 – 288 с.
23. WWW@green.tsu.ru
24. О.И. Русак, В.К. Зайцева. Беседы о безопасности жизнедеятельности /Уч. Пособие – ЛТА. СПб., 1994 –96 с.
25. О.И Русак Безопасность жизнедеятельности /Краткий конспект лекций для студентов всех специальностей – С.-П. ЛТА. СППО-2 - 1992– 114 с.
26. В.Ф. Протасов, А.В. Молчанов Словарь экологических терминов и понятий – М.: ФиС –1997 –159 с.
27. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Общесоюзный нормативный документ ОНД-86 - Л.: Изд-во Гидрометеиздат - 1987 – 94 с.
28. Родзиллер И.Д. Прогноз качества воды водоемов - приемников сточных вод. - М.: Стройиздат,1984.-267 с.
29. Оптимизация, прогноз и охрана природной среды / Под ред. В.М. Чупахина. М.: ГО СССР, 1986 – 417 с.
30. Советский энциклопедический словарь. – М.: Сов. Энциклопедия, 1987.- 1600 с.

12. КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОПИСАНИЯ И ЗАДАНИЯ

12.1. Методическое описание и индивидуальные задания на контрольную работу № 1 (Тема № 6 «Антропогенное загрязнение атмосферы»)

Номер варианта выбирается по следующей формуле:

$$V = (N * k) \text{div} 100,$$

где V – искомый номер варианта (при $V=0$ выбирается максимальный вариант);

N – общее количество вариантов по контрольной работе;

k – значение двух последних цифр пароля (число в диапазоне 0..99);

div – целочисленное деление (см. курс лекций по предмету "Информатика").

Определение границ зон экотоксикологической опасности и на территории города

Под зоной экотоксикологической опасности (ЗЭО) понимают территорию, на которой комплексный (обобщенный) показатель качества окружающей среды (ОС) превышает некоторое предельное (пороговое) значение. Граница ЗЭО - это изолиния, удовлетворяющая условию:

$$R = R_{np},$$

где R_{np} - предельно допустимое качество ОС на территории, проживание на которой не принесет ущерба для здоровья населения. Комплексный показатель качества ОС, в общем случае, должен учитывать качество всех компонент среды: воздуха, почвы, подземной и поверхностной воды и др. компонент территории. В данной работе предлагается рассматривать только качество атмосферного воздуха. В роли комплексного показателя качества атмосферного воздуха наиболее часто используют **индекс загрязнения атмосферы (ИЗА)**:

$$ИЗА = \sum_i \left(\mu_i \times \frac{C_i}{ПДК_i} \right),$$

где i - количество вредных веществ, обнаруженных в атмосферном воздухе территории; C_i - концентрация i -того вещества, ($\text{мг}/\text{м}^3$); $ПДК_i$ - предельно допустимая концентрация i -того вещества; μ_i - коэффициент экологической опасности i -того вещества.

Коэффициент опасности (вредности) веществ, обнаруженных в воздухе, определяется в зависимости от класса опасности вещества, который, в свою очередь, оценивается через величину предельно допустимой концентрации. Существуют четыре класса веществ, правила определения которых приведены в таблице 12.1.

Таблица 12.1 – Характеристики химических веществ

Класс вещества	Характеристика вещества	Правило определения	Значение μ_i
1	особо опасные	ПДК<0.1	1.37
2	опасные	0.1< ПДК< 1	1.1
3	умеренно опасные	1< ПДК<10	1.0
4	неопасные	ПДК>10	0.9

Исследования гигиенистов показывают, что если участок территории характеризуется качеством атмосферного воздуха в пределах **0 ÷ 1 ИЗА**, то такая территория является экологически безопасной (зоной экологического благополучия). На ней могут быть размещены любые (в том числе и экологически уязвимые объекты: детские учреждения, больницы, санатории и др.). Такой территории присваивается первый класс загрязненности воздуха.

Если качество воздуха лежит в пределах **1 ÷ 5 ИЗА**, то у людей, длительно (постоянно) пребывающих в таких условиях, могут наблюдаться изменения в здоровье функционального характера, проходящие бесследно при временном выходе из такой зоны. Поэтому на такой территории возможно размещение производственных объектов и, в виде исключения, жилого фонда. Класс загрязненности равен двум.

При качестве воздуха **5 ÷ 10 ИЗА** - территория считается сильно загрязненной. При проживании на такой территории возможны изменения здоровья патологического характера, приводящие к хроническим заболеваниям. На такой территории допустимо строительство лишь производственных объектов, на которых работники, как правило, снабжены дополнительными средствами защиты, имеют льготный режим работы. Такая территория принадлежит третьему классу загрязненности.

При **ИЗА>10** - территория является зоной экологической опасности (четвертый класс). На такой территории срочно должны быть приняты меры по улучшению экологической обстановки.

Общее задание на контрольную работу № 1:

Для заданного предприятия города:

1. Провести моделирование распространения выбрасываемого вещества в атмосфере:

- Определить максимально возможную концентрацию C_m загрязняющего вещества, которая может быть достигнута в атмосферном воз-

духе города при самых неблагоприятных метеорологических условиях.

- Определить наиболее опасную скорость ветра, при которой может быть достигнута максимальная концентрация.
- Построить графики зависимости концентраций загрязняющих веществ от расстояния до источника выбросов (до труб предприятий). На графиках провести линии ПДК - предельно допустимой концентрации из «приведены в Приложении».
- По графикам сделать вывод о влиянии предприятия на окружающую среду, т.е. сравнить полученные значения концентрации с величиной ПДК.
- Определить расстояния (по две точки для каждого графика), на которых концентрация равна ПДК, т.е. определить зону (в виде кольца вокруг трубы) повышенного влияния предприятия на окружающую среду. Определить расстояние, на котором влияние предприятия практически отсутствует (дальнюю точку, на которой концентрация равна $0.1 \times \text{ПДК}$).
- Для заданного предприятия города определить границы участков территории, принадлежащие разным классам загрязнения воздуха. Особо выделить зону экотоксикологической опасности.
- Определить классы загрязнения воздуха в каждом геокванте территории города.
- Особо выделить зону экотоксикологической опасности и определить, какие экологически уязвимые объекты попали в эту зону.

Примечание. Карта города *N* изображена на рис.12.1. Масштаб карты определяется следующим образом: расстояние от точки А до точки В (по прямой) равно 7 км.

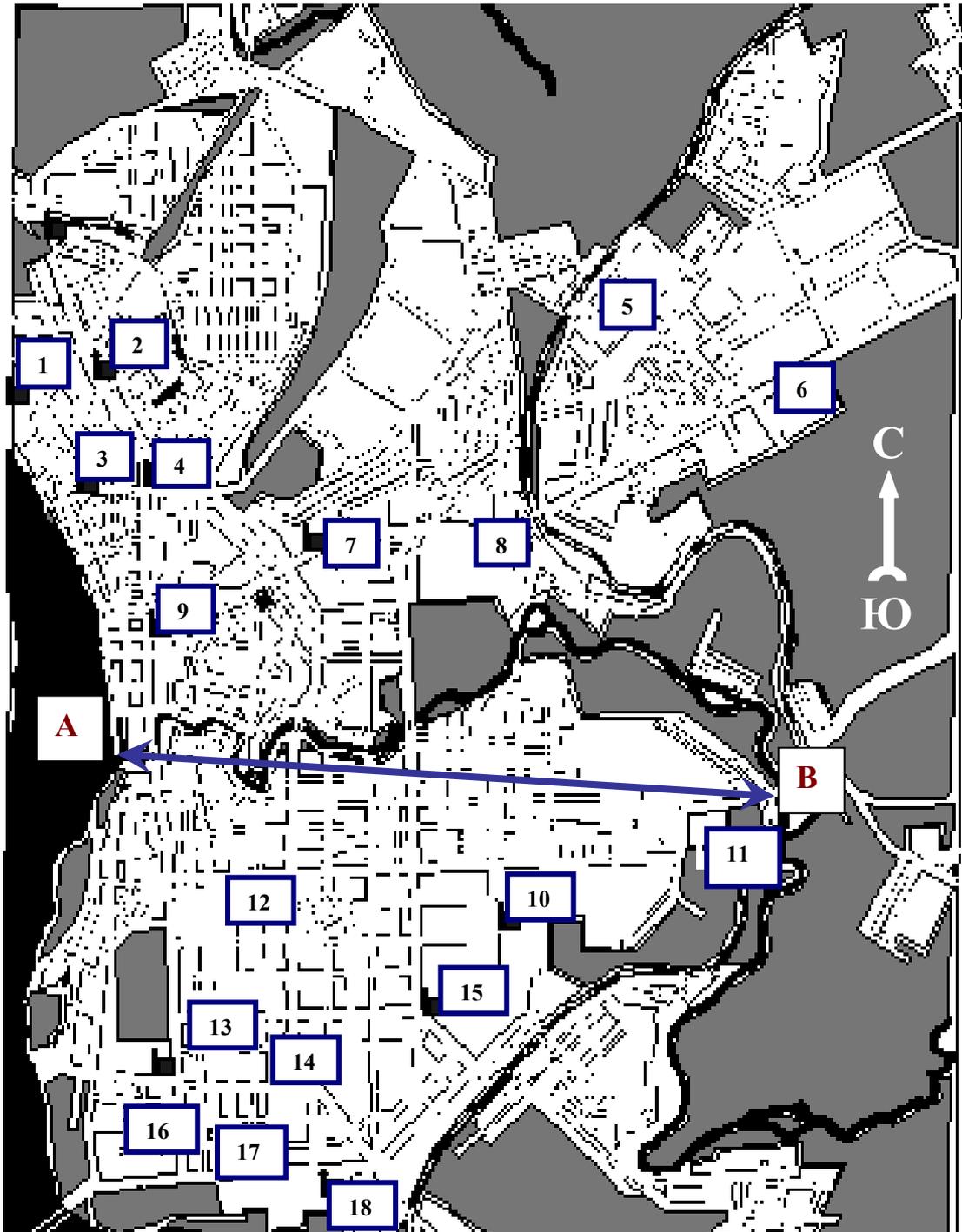


Рисунок 12.1 – Карта-схема города N: расстояние А-В=7 км

Индивидуальные задания:

Вариант 1.

Предприятие № 1. Имеет два источника выбросов:

- 1) труба высотой 25 м и диаметром 1 м
температура ГВС - 130 град. С
выбрасывает в атмосферу:

зола	3.6 г/сек
формальдегид	1.8 г/сек
СО ₂	3.9 г/сек
- 2) труба на расстоянии 400 м от первого источника на север
высота 8 м; диаметр 0.5 м
температура ГВС - 100 град. С
выбрасывает в атмосферу:

фенол	0.7 г/сек
хром	0.02 г/сек

Вариант 2.

Предприятие № 2. Имеет один источник выбросов:

высота трубы 11 м, диаметр трубы 0.6 м;

температура ГВС - 95 град С

выбрасывает в атмосферу:

сажа	1.1 г/сек
свинец	0.8 г/сек
окись азота	1.7 г/сек
акролеин	3.2 г/сек

Вариант 3.

Предприятие № 3 имеет два источника выбросов:

- 1) высота трубы 33 м; диаметр 1.2 м

температура ГВС - 100 град С

выбрасывает в атмосферу:

сажа	4.8 г/сек
фенол	3.3 г/сек
диоксид серы	1.0 г/сек

- 2) расположено в 100 м южнее первого:

высота трубы 31 м; диаметр - 0.6 м

температура ГВС - 130 град. С

выбрасывает в атмосферу:

акролеин	2.2 г/сек
фенол	1.8 г/сек
формальдегид	6.3 г/сек

Вариант 4.

Предприятие № 4. Имеет два источника выбросов:

- 1) первый источник:
 высота трубы 44 м; диаметр 1.1 м
 температура дыма 20 град.С
 выбрасывает в атмосферу:
 акролеин 12.0 г/сек
 фенол 7.7 г/сек
- 2) труба расположена в 3 400 м восточнее первого источника
 высота трубы 45 м, диаметр трубы - 6.6 м
 температура ГВС - 98 град. С
 выбрасывает в атмосферу:
 фенол 3.4 г/сек
 СО₂ 13.3 г/сек
 пыль металлическую 2.2 г/сек

Вариант 5.

Предприятие № 5 имеет два источника выбросов:

- 1) труба высотой 12 м и диаметром 1.7 м
 температура ГВС: 65 град С
 выбрасывает в атмосферу:
 фенол 0.5 г/сек
 ртуть 0.2 г/сек
 ацетон 1.5 г/сек
- 2) труба расположена в 120 м южнее первой
 высота 12 м и диаметр 0.8 м
 температура ГВС 100 град С
 выбрасывает в атмосферу:
 фенол 0.2 г/сек
 сажа 1.1 г/сек
 формальдегид 9.1 г/сек

Вариант 6.

Предприятие № 6 имеет один источник выбросов:

- труба высотой 33 м и диаметром 1.1 м,
 температура ГВС - 140 град.С
 выбрасывает в атмосферу:
 пыль цементная 5.7 г/сек
 сажа 12.7 г/сек
 СО 11.1 г/сек

Вариант 7.

Предприятие № 7. Предприятие имеет два источника выбросов в атмосферу:

- 1) труба высотой 26 м и диаметром 2.1 м

температура ГВС - 135 град. С

выбрасывает в атмосферу:

сажа 9.8 г/сек

аммиак 3.4 г/сек

фенол 0.9 г/сек

двуокись азота 1.6 г/сек

2) труба, расположенная в 200 м западнее первой:

высота 31 м, диаметр 1.7 м

температура ГВС - 43 град. С

выбрасывает в атмосферу

сажа 13.0 г/сек

ацетон 7.7 г/сек

Вариант 8.

Предприятие № 8, расположен в восточной части города на территории с перепадом высот более 50 м. Имеет 2 источника выбросов:

1) труба высотой 45 м и диаметром 2.2 м

температура ГВС - 22 град. С

выбрасывает в атмосферу:

фенол 5.5 г/сек

акролеин 12.2 г/сек

сажа 13.2 г/сек

пыль металлическая 0.7 г/сек

2) труба, расположенная в 100 м южнее первой:

высота 8 м, диаметр 0.5 м

температура ГВС - 130 град. С

выбрасывает в атмосферу:

сажа 3.4 г/сек

пыль металлическая 7.7 г/сек

Вариант 9.

Предприятие № 9 имеет 1 источник выбросов:

высота 37 м и диаметр 2.5 м

температура ГВС - 87 град. С

выбрасывает в атмосферу:

соляная кислота 3.6 г/сек

фенол 0.7 г/сек

медь 0.4 г/сек

анилин 1.8 г/сек

формальдегид 3.3 г/сек

Вариант 10.

Предприятие № 10 имеет один источник выбросов:

труба высотой 23 м диаметром 0.8 м

температура ГВС - 20 град. С

выбрасывает в атмосферу:

сажа	5.7 г/сек
фенол	0.67 г/сек
формальдегид	3.4 г/сек

Вариант 11.

Предприятие № 11 имеет два источника выбросов:

- 1) труба высотой 12 м и диаметром 0.6 м
температура ГВС 23 град. С

выбрасывает в атмосферу:

сажа	3.8 г/сек
акролеин	6.6 г/сек

- 2) труба, расположенная в 250 м южнее первой:

высота 42 м диаметр 2.2 м
температура ГВС 110 град. С

выбрасывает:

анилин	13.3 г/сек
акролеин	3.8 г/сек
фенол	0.2 г/сек

Вариант 12.

Предприятие № 12 на берегу реки и имеет два источника выбросов:

- 1) труба высотой 18 м и диаметром 1.1 м
температура ГВС 100 град. С

выбрасывает в атмосферу:

фенол	0.76 г/сек
акролеин	1.45 г/сек
двуокись углерода	0.72

- 2) труба, расположенная в 500 м южнее первой:

высота 40 м диаметр 2.2 м
температура ГВС 50 град. С

выбрасывает:

формальдегид	18.3 г/сек
фенол	0.2 г/сек

Вариант 13.

Предприятие № 13 имеет два источника выбросов:

- 1) труба высотой 17 м и диаметром 0.6 м
температура ГВС 110 град. С

выбрасывает в атмосферу:

хром 0.21 г/сек

акролеин 14.6 г/сек

2) труба, расположенная в 2500 м северо-восточнее первой:

высота 42 м диаметр 0.9 м

температура ГВС 110 град. С

выбрасывает:

CO₂ 35.23 г/сек

NO₂ 0.14 г/сек

фенол 2.82 г/сек

Вариант 14.

Предприятие № 14 имеет один источник выбросов:

1) труба высотой 50 м и диаметром 4.6 м

температура ГВС 120 град. С

выбрасывает в атмосферу:

фенол 1.26 г/сек

акролеин 24.6 г/сек

Вариант 15.

Предприятие № 15 имеет два источника выбросов:

1) труба высотой 12 м и диаметром 0.6 м

температура ГВС 123 град. С

выбрасывает в атмосферу:

CO 1.007 г/сек

акролеин 2.52 г/сек

фенол 0.76 г/сек

2) труба, расположенная в 100 м севернее первой:

высота 40 м диаметр 2.2 м

температура ГВС 100 град. С

выбрасывает:

сажа 13.3 г/сек

акролеин 5.8 г/сек

фенол 0.6 г/сек

Вариант 16.

Предприятие № 16 имеет три источника выбросов:

1) труба высотой 12 м и диаметром 0.6 м

температура ГВС 80 град. С

выбрасывает в атмосферу:

сажа 5.8 г/сек

акролеин 7.6 г/сек

2) труба, расположенная в 250 м южнее первой:

высота 18 м диаметр 1.0 м

температура ГВС 110 град. С

выбрасывает:

акролеин 4.8 г/сек

фенол 0.2 г/сек

3) труба, высотой 22 м и диаметром 1.1 м

температура ГВС 45 град. С

выбрасывает в атмосферу:

фенол 1.1 г/сек

свинец 0.002 г/сек

Вариант 17.

Предприятие № 17 . Имеет один источник выбросов высотой 44 м и диаметром 2.7 м

температура ГВС - 87 град. С

Выбрасывает:

фенол 2.2 г/сек

акролеин 9.3 г/сек

хром 0.02 г/сек

2. Задание на контрольную работу № 2 (Тема № 8 «Техногенные чрезвычайные ситуации»)

Моделирование аварийной ситуации на предприятии

Для работы № 2 используются данные предприятия, расчеты для которого проводились при выполнении первой контрольной работы.

Авария: разгерметизация резервуара с сильнодействующим ядовитым веществом и разлив вещества на грунт.

Требуется определить следующие характеристики:

- 1) размеры первичного и вторичного облаков;
- 2) полную глубину зоны заражения при аварии;
- 3) расстояние от источника выброса, на котором будет сохраняться опасность поражения населения через 0.5 часа после аварии;
- 4) площади зон возможного и фактического заражения;
- 5) время поражающего действия ЗВ;
- 6) форму зоны заражения.

Индивидуальные задания:

Номер индивидуального задания студент получает аналогично номеру задания первой контрольной работы. Все задания сведены в таблицу 12.2.

Таблица 11.2 – Варианты заданий на контрольную работу № 2

№ варианта	Название пролитого вещества	Количество пролитого, т	Условия разлива	сезон	Время суток	Состояние атмосферы	Температура, град. С	Направление ветра	Скорость ветра, м/с
1	Формальдегид (жидкость)	10.0	Свободный	лето	ночь	Пасм	+ 15	Ю	5
2	Формальдегид (жидкость)	20.0	Свободный	лето	день	ясно	+ 25	С-В	2
3	Ацетон (жидкость)	15.0	Свободный	лето	ночь	ясно	+ 10	С	1.5

№ варианта	Название пролитого вещества	Количество пролитого, т	Условия разлива	сезон	Время суток	Состояние атмосферы	Температура, град. С	Направление ветра	Скорость ветра, м/с
4	Ацетон (жидкость)	10.0	Свободный	зима	день	Пасм	- 10	Ю	2
5	Ацетон (жидкость)	22.0	Свободный	лето	День	ясно	+ 25	Ю-З	0.5
6	Хлор (сжиженный)	10.0	Свободный	зима	ночь	Пасм	- 15	С	10
7	Хлор (сжиженный)	15.0	Свободный	лето	день	ясно	+ 20	С-В	7
8	Аммиак (жидкость)	20.0	Свободный	лето	день	Пасм	+ 15	Ю-В	2
9	Аммиак (жидкость)	10.0	Свободный	лето	ночь	ясно	+ 15	С	5
10	Фенол (жидкость)	5.0	Свободный	лето	день	ясно	+ 25	Ю-В	3
11	Фенол (жидкость)	10.0	Свободный	лето	ночь	ясно	+ 15	Ю-З	1
12	Фенол (жидкость)	15.0	Свободный	зима	день	ясно	- 25		0
13	Аммиак (жидкость)	10.0	Свободный	лето	день	Пасм	+ 15	Ю-В	2
14	Аммиак (жидкость)	15.0	Поддон 0.7 м	лето	день	Пасм	+ 15		0

№ варианта	Название пролитого вещества	Количество пролитого, т	Условия разлива	сезон	Время суток	Состояние атмосферы	Температура, град. С	Направление ветра	Скорость ветра, м/с
15	Формальдегид (жидкость)	20.0	Поддон 0.5 м	лето	ночь	Пасм	+ 15	Ю-В	2
16	Формальдегид (жидкость)	10.0	Свободный	лето	ночь	ясно	+ 10	Ю	1
17	Хлор (сжиженный)	12.0	Поддон 0.7 м	лето	день	Пасм	+ 15	Ю-В	2

12.3. Пример выполнения контрольной работы №1

ЗАДАНИЕ

Дано предприятие № 18, расположенное в северо-западной части города.

Предприятие имеет источник загрязнения атмосферы – трубу, диаметр которой 2.2 м, высота – 42 м.

За одну секунду в атмосферу из этой трубы выбрасывается газозвдушная смесь (дым, температура которого 110 градуса по Цельсию) со скоростью 7 метров в секунду, в составе которой обнаружен анилин, ПДК которого равна 0.03 мг/куб.м. В единицу времени (секунда) анилина в атмосферу поступает 13.3 г.

Требуется определить следующие показатели:

- максимально возможную концентрацию в воздухе анилина, создаваемую выбросами предприятия № 18;
- метеорологические условия, при которых эта концентрация может возникнуть;

- расстояние от предприятия, на котором концентрация будет максимальной;
- провести геозонирование территории города, выделив классы экотоксикологической опасности.

Средняя температура воздуха самого жаркого месяца (июля) в городе равна 24.7 град С. Разность температур между температурой ГВС и окружающим воздухом равна $dT = 110 - 24.7 = 85.3$.

Расход газозвоздушной смеси равен

$$V_1 = \frac{3.14 \cdot D^2}{4} \cdot Om_0 = 26.598 (\text{куб.м} / \text{с}).$$

Рассчитаем параметры, необходимые для определения максимальной концентрации анилина.

$$f = \frac{Om_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot dT} \cdot 1000 = 0.716,$$

$$V_m = \left(\frac{V_1 \cdot dT}{H} \right)^{1/3} \cdot 0.65 = 2.457,$$

так как $f < 100$, то определим коэффициент m

$$m = \frac{1}{0.67 + 0.1 \cdot f^{1/2} + 0.34 \cdot f^{1/3}} = 0.944$$

Так как $Vm > 2$, то $n=1$.

Подставив все вычисленные параметры в основную формулу, получим значение максимальной концентрации анилина в воздухе

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n}{H^2 \cdot (V_1 \cdot dT)^{1/3}} \cdot G = 13.3 (\text{мг} / \text{куб м}).$$

Определим расстояние от источника выбросов, на котором эта концентрация аммиака может возникнуть при неблагоприятных метеорологических условиях.

Так как $Vm > 2$, а $f < 100$, то безразмерный коэффициент d определяется по формуле

$$d = 7 \cdot \sqrt{Vm} (1 + 0.28 \cdot f^{1/3}) = 13.722.$$

Расстояние от источника выбросов до точки территории, в которой достигается максимальная концентрация, равна

$$X_m = \frac{5 - F}{4} \cdot d \cdot H = 576.308(\text{м})$$

Максимальная концентрация анилина (13.3 мг/куб. м) может возникнуть только при определенной скорости ветра, которая определяется по формуле

$$U_m = V_m \cdot (1 + 0.12 \cdot \sqrt{f}) = 2.707(\text{м / с}).$$

Построим график зависимости концентрации анилина в воздухе от расстояния от источника выбросов, для этого введем величину $R = \frac{X}{X_m}$, где X – расстояние от источника выбросов (в метрах), X_m – расстояние, на котором достигается максимальная концентрация вещества. Определим параметр $S1(X)$, который рассчитывается по трем формулам в зависимости от величины X : если точка, для которой определяется $S1(X)$ лежит до X_m , то $S1(X) = 3 \cdot R^4 - 8 \cdot R^3 + 6 \cdot R^2$, для точек, лежащих за X_m , но не дальше, чем $(8 \times X_m)$, $S1(X) = \frac{1.13}{0.13 \cdot R^2 + 1}$, иначе $S1(X) = \frac{R}{3.58 \cdot R^2 - 35.2 \cdot R + 120}$.

Определив $S1(X)$, рассчитаем концентрацию анилина для различных значений X и построим график $C(X) = f(X)$, на котором покажем линию концентрации, равной предельно допустимой (для анилина ПДК=0.03 мг/куб. м).

График приведен на рис. 12.2.

По графику делаем следующие выводы:

1. Максимальная концентрация анилина в воздухе на расстоянии 567 м от трубы достигает 0.108 мг/куб. м, что более чем в три раза превышает предельно допустимую концентрацию.
2. Максимальная концентрация достигается при скорости ветра около 2 м/с, что очень вероятно для метеорологических условий заданного города.

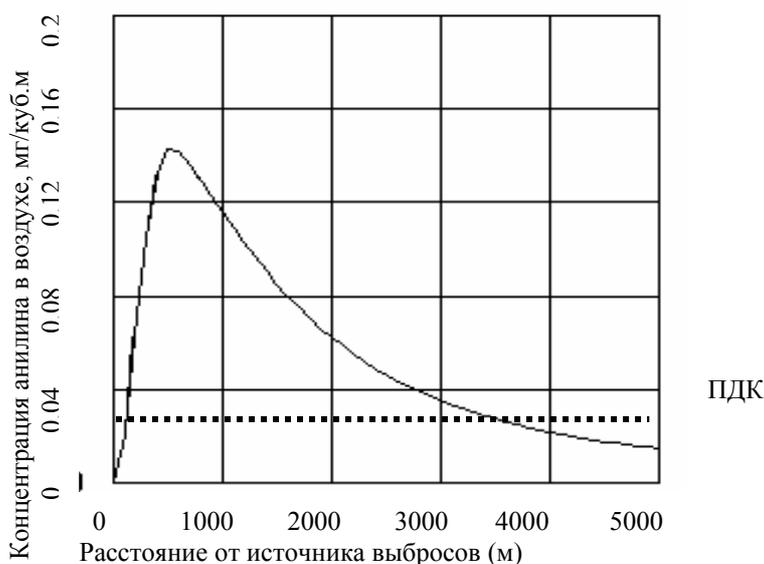


Рис. 12.2 Зависимость концентрации анилина в воздухе от расстояния от источника выбросов

3. Зона повышенной концентрации анилина на территории города (зона превышения ПДК) представляет кольцо вокруг источника с меньшим радиусом 143 м и большим – 2810 м.
4. Влияние источника выбросов на атмосферу можно не учитывать только на расстоянии 4620 м (на этом расстоянии концентрация меньше $0.1 \times \text{ПДК}$).
5. Чтобы снизить влияние предприятия на окружающую среду можно рекомендовать увеличение высоты дымовой трубы, либо повышение температуры газовой смеси, либо установление фильтров-уловителей анилина.

Определим зоны экотоксикологической опасности (ЗЭО) на территории города, которые могут сформироваться под воздействием выбросов предприятия № 18 (в частности из-за выбросов анилина), для этого будем рассчитывать для каждого геокванта территории (всего выделим $5 \times 5 = 25$ геоквантов) **индекс загрязнения атмосферы (ИЗА)**:

$$\text{ИЗА} = \sum_i (\mu_i \times C_i / \text{ПДК}_i),$$

где i - количество вредных веществ, обнаруженных в атмосферном воздухе территории в нашем случае равно 1; C_i - концентрация анилина в центрах геоквантов, $\text{мг}/\text{м}^3$; ПДК_i - предельно допустимая концентрация аммиака, равная $0.03 \text{ мг}/\text{куб. м}$; μ_i - коэффициент экологической опасности анилина равен 1.37.

Сформируем таблицу расстояний от источника выбросов до центров каждого из 25 геоквантов (в метрах), для каждого расстояния определим концентрацию анилина в воздухе, затем оценим индекс ИЗА.

Таблица 12.3 - Основные характеристики геоквантов для построения зон экотоксикологической опасности на карте города

№ геокванта	Расстояние до источника	Концентрация аммиака	ИЗА
1	2800	0.089	7.1
2	2800	0.089	7.1
3	3500	0.03	4.09
4	5600	0.01	2.36
5	9100	0.006	1.2
6	1000	0.1	8.9
7	2800	0.04	7.4
8	4900	0.009	6.9
9	7000	0.006	2.94
10	9100	0.04	1.54
11	2800	0.028	4.1
12	4200	0.024	4.89
13	5600	0.009	4.53
14	7700	0.007	2.58
15	10000	0.04	11.43
16	5600	0.027	2.14
17	6300	0.009	2.48
18	7700	0.007	2.24
19	9100	0.006	1.69
20	10500	0.004	1.12
21	7700	0.007	1.27
22	8400	0.007	1.38
23	9800	0.009	1.31
24	10500	0.003	1.09
25	11900	0.001	0.89

Анализ таблицы показывает, что практически вся территория города является загрязненной анилином и лишь один геоквант (25) является безопасной зоной (зоной благополучия). Этой территории присвоим первый класс загрязненности воздуха и на карте (Рис. 11.3) этот геоквант останется незаштрихованным.

В геоквантах 3-5, 8-24 качество воздуха лежит в пределах $1 \div 5$ ИЗА. Класс загрязненности на этих территориях равен двум, геокванты на карте заштрихуем линиями с наклоном влево.

При качестве воздуха $5 \div 10$ ИЗА - территория считается сильно загрязненной: такое качество воздуха отмечается в 1,2, 6 и 7 геоквантах. Такая территория принадлежит третьему классу загрязненности, геокванты на карте заштрихуем двойными (горизонтальными и вертикальными) линиями.

При $ИЗА > 10$ - территория является зоной экологической опасности (четвертый класс). Такого загрязнения воздуха на территории *N* не обнаружено. На рисунке 12.3. показаны зоны экотоксикологического загрязнения города *N*.

Экотоксикологические зоны, выделенные на карте (Рис. 12.3) дают не полную картину загрязнения атмосферного воздуха города *N*, так как принято в рассмотрение только одно предприятие (из нескольких десятков), и выброс из трубы только одного вещества (анилина). В реальном случае картина загрязнения воздуха будет более серьезной.

12.4. Пример выполнения контрольной работы № 2

Задание: На предприятии № 18 произошла авария, при которой на грунт свободно вылилось 10 тонн окислов азота (сжиженный газ). Авария произошла летом, ночью, температура во время аварии была + 10 град. С. Было ясно. Ветер был слабый 1 м/с и дул с севера на юг.

Определить:

1. Какое количество вещества мгновенно испарится и сформирует первичное облако?
2. Будет ли сформировано вторичное облако и каких размеров?
3. На какое расстояние от места аварии распространится первичное и вторичное облака?
4. С какой скоростью будет двигаться передний фронт ядовитого облака?
5. Сколько времени продлится испарения ядовитого вещества с грунта?
6. Какой будет форма зоны поражения?

По таблице определим значения основных необходимых коэффициентов:

Структура перемешивания атмосферного воздуха – инверсия.

$$K1 = 1.57$$

$$K3 = 1.1$$

$$K5 = 1$$

$$K7 = 1$$

Подставляем в формулу для определения количества эквивалентного вещества, из которого будет сформировано первичное облако: $Q_{31}=17.27$ (т). Это означает, что в атмосферу мгновенно (за несколько первых минут) испарится такое количество окислов азота, которое будет эквивалентно по своему отравляющему действию 17.27 тоннам хлора (хлор: вещество – эталон).

Вторичное облако для данной аварии не возникает $Q_{32}=0$ (т).

По таблице определяем максимальное расстояние, на которое распространится первичное облако: $\Gamma_1=26.7$ (км).

Естественно, вторичное облако никуда не переместится. $\Gamma_2=0$ (км).

Значит, $\Gamma=\Gamma_1=26.7$ км.

По таблице определяем для скорости ветра, равной 1 м/с (при инверсии) скорость передвижения переднего фронта облака.

$V=5$ м/с

Так как скорость ветра равна 1 м/с, то форма зоны заражения – полукруг с радиусом, равным 26.7 км, центром в месте аварии и направленный в северном направлении от места аварии.

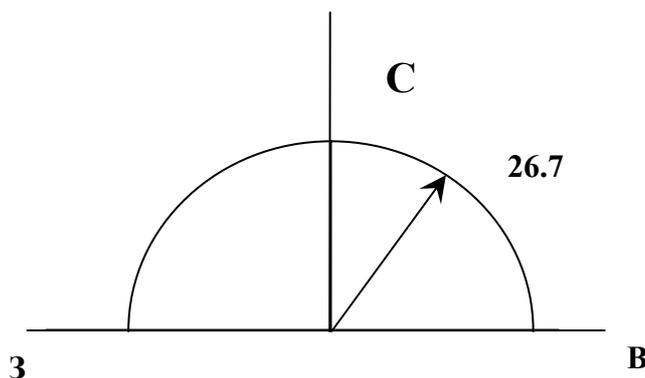


Рисунок 12.3 – Размеры и форма зоны заражения при аварии на предприятии № 18

Приложение

Предельно допустимые концентрации веществ в воздухе населенных мест (среднесуточные)

Вещество	ПДК, мг/м ³	Коэффициент оседания, F
<i>Азота диоксид</i>	0.085	1
<i>Азотная кислота</i>	0.4	1
<i>Акролеин</i>	0.03	1
<i>Аммиак</i>	0.2	1
<i>Анилин</i>	0.03	1
<i>Ацетон</i>	0.35	1
<i>Бензин</i>	1.5	2
<i>Дихлорэтан</i>	1	1
<i>Карбофос</i>	0	1
<i>Метанол</i>	0.5	1
<i>Мышьяк</i>	0.003	2
<i>Нитробензол</i>	0.03	1
<i>Пыль</i>	0.15	2
<i>Ртуть</i>	0.0003	2
<i>Сажа</i>	0.05	2
<i>Свинец</i>	0.0007	2
<i>Серная кислота</i>	0.1	1
<i>Диоксид серы</i>	0.05	2
<i>Сероводород</i>	0.008	1
<i>Соляная кислота</i>	0.2	1
<i>Стирол</i>	0.003	1
<i>Углерода оксид</i>	1	1
<i>Углерода диоксид</i>	3	1
<i>Уксусная кислота</i>	0.06	1
<i>Фенол</i>	0.01	1
<i>Формальдегид</i>	0.012	1
<i>Хлор</i>	0.03	1
<i>Хлорофос</i>	0.02	1
<i>Этанол</i>	5	1

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Теоретические основы БЖД	11
1.1. Основные понятия и определения дисциплины	11
1.2. Последовательность изучения опасности	18
1.3. Принципы обеспечения безопасности	19
Контрольные вопросы к теме 1	21
2.2. Человек как элемент системы "Человек-среда"	22
2.1. Основные элементы защиты системы человека	22
2.2. Анализаторы человека	26
2.3. Функциональные состояния действующего человека	32
2.4. Психические качества человека и их связь с работоспособностью	32
2.5. Стратегия защиты человека от опасностей	37
2.5.1. Методы защиты от опасностей	37
2.5.2. Основы управления безопасностью жизнедеятельности	38
Контрольные вопросы к теме 2	40
3. Бытовая (жилая) среда и ее влияние на здоровье человека	41
3.1. Определение бытовой среды. Основные группы неблагоприятных факторов бытовой среды	41
3.2. Влияние на здоровье человека состава воздуха	44
3.2.1. Основные источники загрязнения воздуха в жилых помещениях	44
3.2.2. Электрическая характеристика воздушной среды	47
3.2.3. Влияние вредных веществ, встречающихся в быту, на здоровье человека	49
3.2.4. Общие правила оказания неотложной помощи при отравлении химическими веществами	55
3.3. Шумовое загрязнение жилой среды	56
3.3.1. Шум и его характеристики	56
3.3.2. Источники шума	59
3.3.3. Влияние шума на организм человека и нормативы шума	60
3.3.4. Способы снижения уровня шума	62
3.4. Вибрация в условиях жилищ	64
3.4.1. Понятие вибрации	64
3.4.2. Влияние вибрации на организм человека	64
3.4.3. Нормирование вибрации в условиях жилища	65
3.5. Электромагнитные поля – неблагоприятный фактор среды обитания	66
3.5.1. Источники ЭМП	66

3.5.2. Влияние ЭМП на организм человека	67
3.6. Ионизирующее излучение	70
3.6.1. Природа радиации	70
3.6.2. Биологическое действие ионизирующего излучения ...	73
3.6.3. Накопление радиоактивных веществ в организме	75
3.6.4. Гигиеническая регламентация ионизирующего излучения	79
3.6.5. Лучевая болезнь	80
Контрольные вопросы к теме 3	83
4. Обеспечение светового и цветового режима в жилых помещениях	85
4.1. Влияние естественного света на жизнедеятельность человека	85
4.2. Основные светотехнические характеристики	85
4.3. Естественное освещение и инсоляция	87
4.4. Расчетные методы оценки естественной освещенности	91
4.5. Совмещенное освещение	94
4.6. Искусственное освещение	94
4.7. Гигиеническая оценка искусственного освещения	96
4.8. Цветовое оформление жилища	98
Контрольные вопросы к теме 4	101
5. Природная среда	102
5.1. Природные условия, влияние на живые организмы	102
5.2. Понятие об экологической нише живого организма	104
5.3. Экологические факторы человека	106
5.3.1. Основные абиотические факторы воздушного бассейна	106
5.3.2. Абиотические факторы почвы	110
5.3.3. Абиотические факторы водной среды	112
5.3.4. Биотические факторы	112
5.3.5. Антропогенные факторы	114
5.4. Адаптация живых организмов к экологическим факторам ..	117
Контрольные вопросы к теме 5	119
6. Антропогенные факторы в условиях научно-технического прогресса	121
6.1. Экологические ситуации и проблемы	121
6.2. Классификация видов антропогенного загрязнения ОС	123
6.3. Загрязнение атмосферы	125
6.3.1. Классификация источников загрязнения атмосферы ...	125
6.3.2. Перенос загрязнений в атмосфере	126
6.3.3. Методика ОНД-86	127
6.3.4. Контроль и управление качеством атмосферного воздуха	131

6.4. Антропогенное загрязнение поверхностных вод	133
6.4.1. Нормативные требования к качеству воды	133
6.4.2. Моделирование распространения загрязняющих веществ в проточных водоемах	135
6.4.3. Определение условий спуска сточных вод в водные объекты	136
6.4.4. Трансформация веществ в водотоках и водоемах	138
6.4.5. Теоретические основы методов моделирования распространения веществ в проточных водоемах	138
6.4.6. Показатели качества воды и загрязненности рек и водоемов	140
6.4.7. Основные расчетные формулы для определения качества воды	142
6.4.8. Практические методы расчета качества воды	143
6.5. Загрязнение литосферы (почвы)	147
6.6. Воздействие химических веществ на человека	149
Контрольные вопросы к теме 6	153
7. Безопасность жизнедеятельности в условиях производства	154
7.1. Виды производственной деятельности	154
7.2. Организационно-правовые вопросы в охране труда	155
7.2.1. Структура правовых документов по охране труда	155
7.2.2. Организация охраны труда (ОТ) на предприятии	157
7.3. Основные правовые нормы безопасной трудовой деятельности	159
7.4. Техника безопасности на производстве	162
7.4.1. Основные определения раздела	162
7.4.2. Понятие о комфортных условиях труда. Виды трудовой деятельности	163
7.4.3. Организация рабочего процесса	165
7.4.4. Физиологическое действие на организм человека метеорологических условий производственного помещения	167
7.4.5. Негативные факторы производственной среды	170
7.5. Электробезопасность на производстве	171
7.5.1. Действие электрического тока на живой организм	171
7.5.2. Классификация электроустановок	174
7.5.3. Защитные устройства	175
7.5.4. Защита от опасности поражения электрическим током	177
7.6. Учет и расследование несчастных случаев на производстве	180
7.7. Производственная санитария	182
7.7.1. Санитарно-технические требования к производственным помещениям и рабочим местам	182

7.7.2. Основные негативные факторы производственной среды	182
7.7.3. Вредные вещества	183
Контрольные вопросы к теме 7	186
8. Чрезвычайные ситуации (ЧС)	188
8.1. Общие сведения и классификация ЧС	188
8.2. Устойчивость промышленных объектов	190
8.3. Прогнозирование параметров опасных зон при ЧС	192
8.3.1. Разгерметизация емкостей с ядовитыми и вредными веществами	192
8.3.2. Методика прогнозирования размеров зон поражения при аварии	193
8.3.3. Оценка размеров зон поражения при взрывах	200
8.3.4. Оценка пожароопасных зон	201
8.4. Ликвидация последствий ЧС	205
Контрольные вопросы к теме 8	206
9. Природные чрезвычайные ситуации (стихийные бедствия)	208
9.1. Стихийные бедствия в литосфере	208
9.2. Стихийные бедствия в гидросфере	219
9.3. Стихийные бедствия в атмосфере	223
9.4. Максимальная сила природной катастрофы	226
Контрольные вопросы к теме 9	229
10. Список тем рефератов для самостоятельной работы	231
11. Литература	232
12. Контрольные работы. Методические описания и задания	234
12.1. Методические описания и индивидуальные задания на контрольную работу № 1 (Тема № 6 "Антропогенное загрязнение атмосферы")	234
Общее задание на контрольную работу № 1	235
Индивидуальные задания	238
12.2. Задание на контрольную работу № 2 (Тема № 8 "Техногенные чрезвычайные ситуации")	244
12.3. Пример выполнения контрольной работы № 1	246
12.4. Пример выполнения контрольной работы № 2	251
Приложение	253