



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности и защита  
окружающей среды»

## **УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

# **«Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности»**

в схемах и таблицах

Автор  
Зименко В. А.



Ростов-на-Дону, 2015



## Аннотация

В учебном пособии рассмотрена связь близких по целям нокологических учебных дисциплин: «Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности» и «Безопасность жизнедеятельности».

Показаны здоровье формирующие факторы. Организм человека и его адаптационные механизмы рассмотрены с точки зрения системного подхода. Дана медико-биологическая характеристика вредных производственных факторов и принципов их гигиенического нормирования. Рассмотрены система профилактики профессиональных заболеваний и вопросы профилактической токсикологии.

Предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 280700 «Техносферная безопасность».

Оно также может быть использовано при реализации программ по направлению подготовки 280705 и 280104 «Пожарная безопасность», профилю подготовки 280102 «Безопасность технологических процессов и производств» и других категорий обучающихся, в учебном плане которых имеется дисциплина «Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности».

## Автор



Доцент, к.м.н. Зименко Вячеслав Александрович





## Оглавление

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ .....</b>	<b>6</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>7</b>
<b>ГЛАВА I. РИСК – ОРИЕНТИРОВАННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА .....</b>	<b>9</b>
1.1 Теоретические основы безопасности жизнедеятельности и её медико - биологическая компонента ..	9
1.2. Факторы и условия, от которых зависит здоровье человека .....	11
1.3. Варианты воздействия окружающей среды на человека .....	12
1.4. Законы гигиены (характеристика системы «человек – среда обитания»).....	14
1.5. Методы обеспечения безопасности жизнедеятельности .....	17
1.6. Основы гигиенического нормирования .....	17
1.7. Основы законодательства по безопасности жизнедеятельности человека.....	30
<b>Контрольные вопросы .....</b>	<b>31</b>
<b>ГЛАВА II. МЕХАНИЗМЫ ВЫЖИВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ.....</b>	<b>32</b>
2.1. Организм человека как целое (как биологическая система).....	32
2.2. Физиология рецепции .....	34
2.3. Внутренняя среда организма. Основы регуляции жизнедеятельности .....	44
2.4. Адаптация человека к меняющимся условиям среды обитания.....	48
2.5. Соматотипы людей. Пищевой статус человека и его здоровье .....	51
2.6. Здоровый образ жизни (ЗОЖ).....	53
2.7. Психология безопасности труда.....	54
<b>Контрольные вопросы .....</b>	<b>64</b>
<b>ГЛАВА III. МЕДИКО – БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА</b>	



<b>ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ .....</b>	<b>65</b>
3.1. Питание и здоровье человека .....	65
3.1.1. Законы рационального питания .....	65
3.1.2. Пищевые ксенобиотики .....	68
3.2. Вода и здоровье человека.....	71
3.2.1. Значение воды для обеспечения гомеостаза организма .....	71
3.2.2. Правила водопотребления .....	71
3.2.3. Вода как фактор здоровья .....	73
3.3. Воздух как объект эндоэкологии .....	75
3.4. Жилая среда и ее негативное влияние на здоровье.....	78
3.5. Физические факторы среды .....	81
3.5.1. Метеорологические условия и теплообмен человека.....	81
3.5.2. Виброакустические факторы.....	90
3.5.3. Влияние постоянных магнитных полей на организм.....	97
3.5.4. Неионизирующие излучения.....	98
3.5.5. Ионизирующее излучение .....	114
<b>Контрольные вопросы .....</b>	<b>119</b>
<b>ГЛАВА IV. ОСНОВЫ ГИГИЕНЫ ТРУДА .....</b>	<b>120</b>
4.1. Профессиональные заболевания .....	120
4.2. Гигиеническая классификация труда .....	122
4.3. Система профилактики профессиональной и профессионально - обусловленной заболеваемости.....	127
4.4. Оценка профессионального риска для здоровья работников (принципы и критерии) .....	136
<b>Контрольные вопросы .....</b>	<b>139</b>
<b>ГЛАВА V. ОСНОВЫ БИОХИМИЧЕСКОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ ТОКСИКОЛОГИИ .....</b>	<b>140</b>
5.1. Глоссарий главы .....	140
5.2. Основы биохимической токсикологии .....	142
5.2.1. Факторы токсичности ксенобиотика .....	142
5.2.2. Механизмы формирования токсического эффекта .....	142
5.2.3. Поступление, абсорбция, распределение и выведение токсиканта из организма.....	148



5.2.4. Формирование токсического эффекта при комбинированном воздействии токсикантов .....	153
5.3. Основы промышленной токсикологии .....	154
5.3.1. Классификация вредных химических веществ .	154
5.3.2. Классификация отравлений:.....	156
5.3.3. Периоды отравления и методы детоксикации организма.....	157
5.3.4. Оценка потенциальной опасности химических веществ. ....	158
<b>Контрольные вопросы .....</b>	<b>159</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>161</b>
<b>Библиографический список .....</b>	<b>162</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ.....</b>	<b>164</b>
Приложение 1 (справочное) .....	164
Вещества однонаправленного действия с эффектом суммации .....	164
Приложение 2 (справочное) .....	165
Перечень веществ опасных для развития острого отравления .....	165
Приложение 3 (справочное) .....	171
Перечень веществ, продуктов и производственных процессов, канцерогенных для человека* .....	171
Приложение 4 (справочное) .....	175
Перечень веществ, опасных для репродуктивного здоровья человека .....	175
Приложение 5 (справочное) .....	178
Перечень аллергенов .....	178
Приложение 6 (справочное) .....	181
Перечень веществ, для которых должно быть исключено вдыхание и попадание на кожу.....	181



## ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время (в условиях чрезвычайного энергетического, химического и технического насыщения всех сторон жизни) в российской высшей школе идет переосмысление роли и актуальности изучения проблем безопасности для всех специалистов. В предлагаемом учебном пособии (более подробно, чем в других изданиях) рассмотрены медико-биологические аспекты безопасности жизнедеятельности человека. Автор старался наглядно и популярно объяснить валеологические подходы к безопасности жизнедеятельности студентам немедицинского профиля, схематически рассматривая организм человека как систему.

В соответствии с Государственными стандартами подготовки студентов по направлениям 280700 «Техносферная безопасность», 280102 «Безопасность технологических процессов и производств», 280104 и 280705 «Пожарная безопасность» целью изучения дисциплины МБО БЖД является формирование представлений о причинно-следственных связях между качеством среды обитания и здоровьем человека. Поскольку, под средой обитания необходимо понимать не только производственную, но жилую и природную среду, то автор пособия посчитал необходимым, наряду с адаптационными механизмами человеческого организма, основами гигиенического нормирования, гигиеной труда и профилактической токсикологией, дополнительно рассмотреть такие явления как пищевые и водные ксенобиотики, опасности жилой среды и прочие риски.

Схемы и таблицы содержат уже систематизированный материал, что значительно облегчает изучение дисциплины. В подтверждение этому можно привести высказывание Галилея: «Наглядность в один день научит нас с большей легкостью и прочностью тому, чему не могут научить правила, повторяемые хотя бы тысячу раз».



## ВВЕДЕНИЕ

В 90-е годы XX столетия в России возникла новая наука «Безопасность жизнедеятельности» (БЖД). С 2003 года в технических ВУЗах страны начато обучение студентов по дисциплине «Медико – биологические основы безопасности жизнедеятельности» (МБО БЖД). Сравнительная характеристика этих наук (табл. 1) показывает, что обе учебные дисциплины имеют сходные цели и относятся к разряду ноксологических наук. Они тесно соотносятся со всеми дисциплинами, обеспечивающими формирование ноксологического, риск-ориентированного мировоззрения: гигиеной, психологией, валеологией, экологией и целым рядом фундаментальных наук (химией, физикой, токсикологией, радиологией, математикой, философией и пр.). Обеим наукам свойственен комплексный, междисциплинарный характер и они отличаются лишь тем, что БЖД имеет тренд развития к техническому, а МБО БЖД – к медицинскому полюсам ноксологических знаний.

Таблица 1

### Сходства и различия двух ноксологических наук

Критерии науки	БЖД	МБО БЖД
Объект познания	Человек (коллектив) как объект защиты от опасностей.	Человек как система, функционирующая при четырех уровнях взаимодействия со средой обитания (оптимальном, допустимом, опасном и экстремальном).
Предмет исследования	Опасности. Условия и средства, необходимые для БЖД.	Свойства среды, влияющие на здоровье человека.
Цель	Знания о нормативно допустимых уровнях воздействия среды на человека. Выработка мер предупреждения, локализации и устранения опасностей.	Определение нормативно допустимых уровней воздействия среды на организм. Разработка профилактических мероприятий, обеспечивающих сохранение оптимального здоровья.

Как видно из таблицы, науку МБО БЖД «интересуют» здоровье человека и факторы риска его утраты.

Существует целый ряд определений индивидуального здоровья, которые, как правило, содержат пять основных критериев:

- 1) отсутствие болезни;
- 2) нормальное функционирование организма в системе



«человек – окружающая среда»;

3) полное физическое, духовное, умственное и социальное благополучие;

4) способность адаптироваться к постоянно меняющимся условиям существования в окружающей среде;

5) способность к полноценному выполнению основных социальных функций.

Кроме индивидуального здоровья, выделяют общественное, профессиональное и здоровье населения страны.

К показателям общественного здоровья относят:

1) уровень заболеваемости (распространенность тех или иных болезней);

2) смертность;

3) нетрудоспособность (временная, стойкая);

4) частоту отклонений от нормы тех биологических параметров, которые способствуют увеличению риска развития основных хронических заболеваний (например, повышенное артериальное давление, избыточная масса тела и др.).

Профессиональное здоровье – это способность человека сохранять защитные и компенсаторные свойства, обеспечивающие его работоспособность при осуществлении профессиональной деятельности.

Критерием профессионального здоровья является уровень профессиональной и профессионально-обусловленной заболеваемости.

Профессиональное заболевание - это такое заболевание, причиной которого является определенный вредный фактор производственной среды.

Профессионально-обусловленное заболевание - это общее заболевание, в развитии которого установлена причинная связь с воздействием определенных факторов производственной среды.

Наличие профессионального заболевания является убедительным доказательством воздействия на здоровье работающих неблагоприятных условий труда, которые нуждаются в изменении, иногда безотлагательном. Причинами, обуславливающими профессиональную патологию, могут быть несовершенство технологических процессов, отступление от технологического регламента, несовершенство оборудования, низкий уровень санитарной культуры руководства предприятия и работников. Более подробно эта проблема будет рассмотрена в главе IV данного учебного пособия.





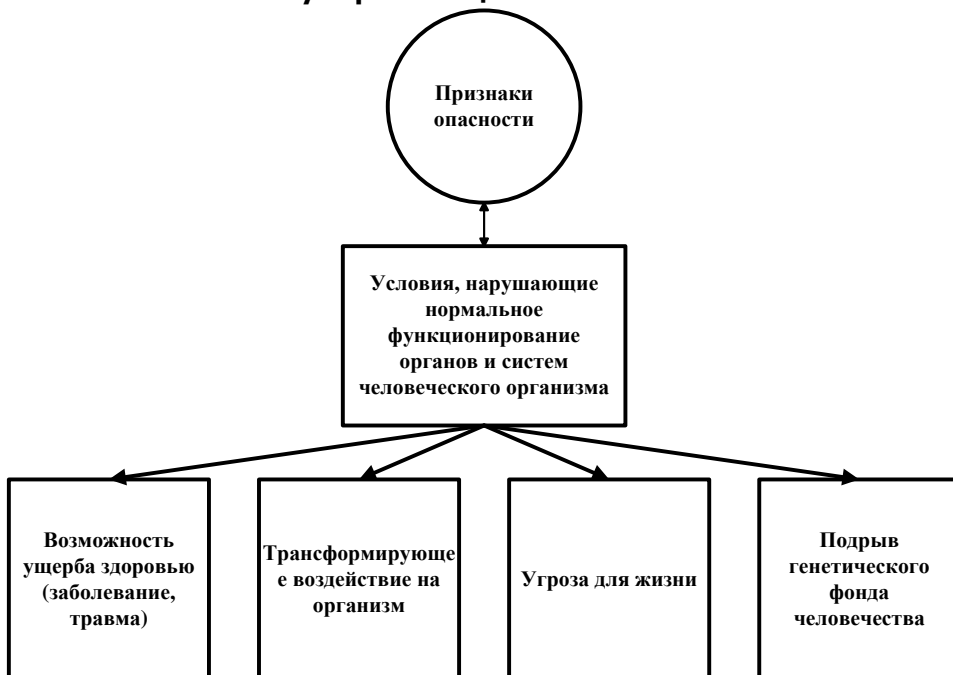
## ГЛАВА I. РИСК – ОРИЕНТИРОВАННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

### 1.1 Теоретические основы безопасности жизнедеятельности и её медико - биологическая компонента

Опасности и угрозы являются непременными спутниками человеческого сообщества на всех этапах его развития. Человек живет и действует в условиях постоянно изменяющихся потенциальных опасностей. В настоящее время Перечень реально действующих негативных факторов в системе «человек – среда обитания» весьма широк и непрерывно нарастает. Как правило, на человека действуют одновременно несколько негативных факторов. Реализуясь в пространстве и времени, опасности причиняют вред здоровью человека, который проявляется в травмах, отравлениях, болезнях, трансформациях, нервных потрясениях, инвалидностях, летальных исходах и подрыве генетического фонда человечества (схема 1.1).

*Схема 1.1.*

#### Пути реализации опасности





К *трансформирующим* агентам среды обитания относятся физические факторы, элементы и химические соединения, которые способны вызывать существенные преобразования биологических объектов (в т.ч. организма человека). Возможными направлениями преобразований организма являются:

- 1) онкогенез (развитие злокачественных образований);
- 2) тератогенез (пороки индивидуального развития и уродства);
- 3) мутационный процесс в половых и соматических клетках;
- 4) ингибирование (замедление) или стимулирование биологической продуктивности;
- 5) токсикоз.

Генетическая программа человека записана в молекулах ДНК. Химические и радиационные факторы среды (мутагены) способны поражать эту программу. По данным ВОЗ, если повреждение генетического аппарата у новорожденных превысит 10%, то неизбежно начнется вырождение нации. В некоторых зонах экологического бедствия России (экспертные данные) этот предел уже превышен в 2-4 раза.

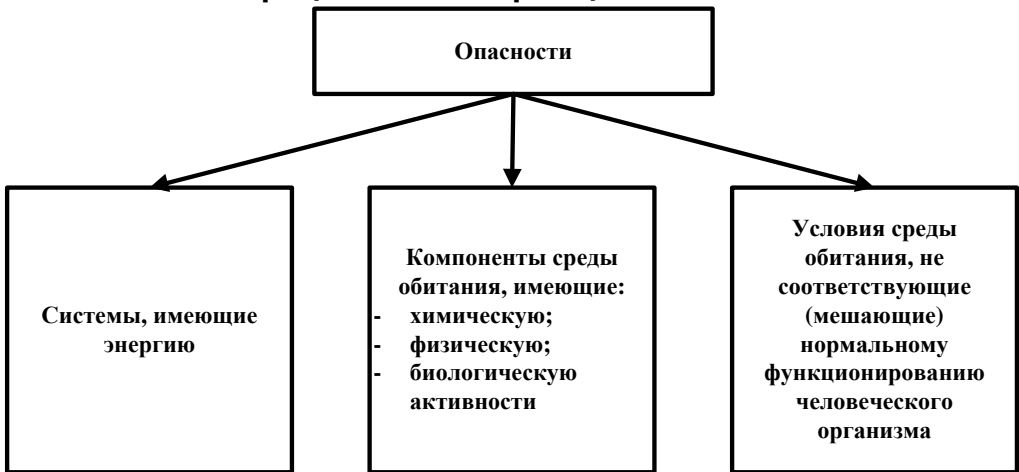
Под **опасностью** понимается вероятность негативного для здоровья (жизни) события на заданной площади в течение заданного интервала времени.

Опасностью обладают (схема 1.2) все системы, имеющие энергию; физически, химически и биологически активные компоненты среды обитания, а также – условия среды, не соответствующие нормальному функционированию человеческого организма (см. «закон толерантности» В. Шелфорда).



Схема 1.2.

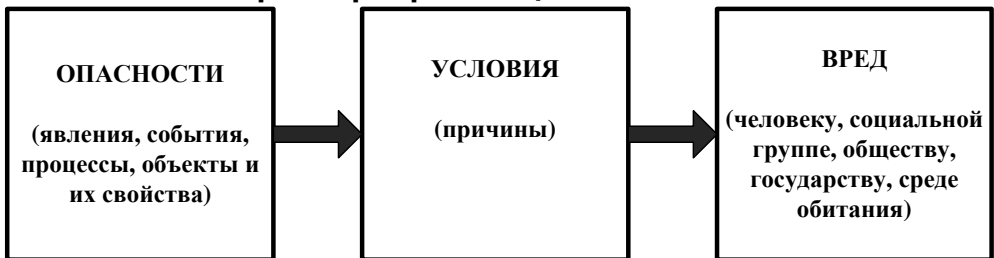
### Упрощенная классификация опасностей



На сегодняшний день наука БЖД сформулировала АКСИОМУ О ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: любая деятельность потенциально опасна, ни в одном ее виде невозможно достичь абсолютной безопасности. При определенных условиях опасность реализуется, принося заложенный в ней вред (схема 1.3).

Схема 1.3.

### Траектория реализации опасностей



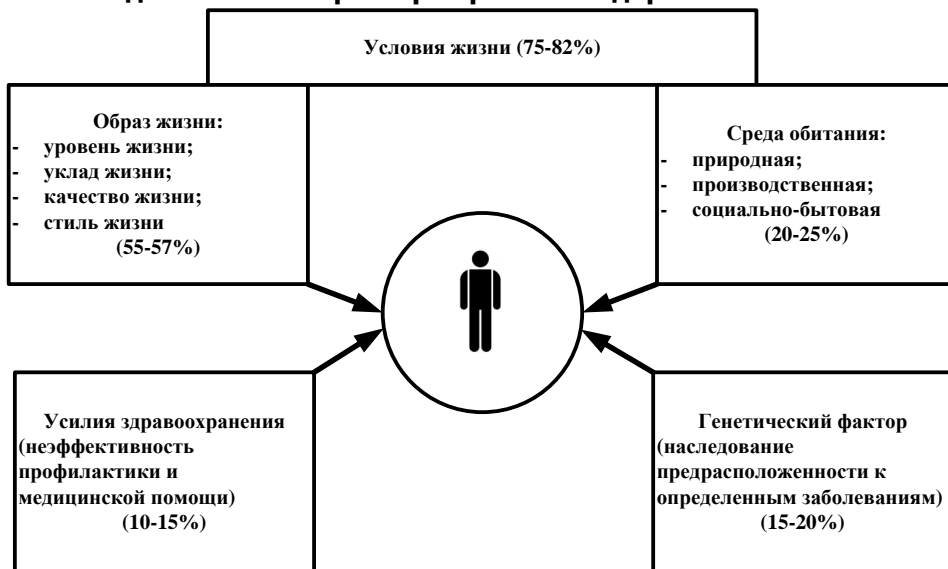
## 1.2. Факторы и условия, от которых зависит здоровье человека

Анализируя природные, производственные, социальные, экономические факторы образа жизни, академик РАМ Лисицын Ю.П. определил вклад факторов риска на здоровье человека (схема 1.4).



Схема 1.4.

### Модель влияния факторов риска на здоровье человека



В последнее время, в связи с неуклонным ухудшением качества *среды обитания* многие исследователи склонны увеличить ее «долю» среди факторов риска для здоровья человека до 45-50%.

В структуре образа жизни под *уровнем* понимается величина потребления благ и услуг, под *укладом* – распорядок дня человека с учетом климато-географических условий, профессии, народных и религиозных традиций, под *качеством* – условия проживания, труда, питания, водопотребления и экологическая обстановка в районе проживания, под *стилем* – индивидуальное поведение человека.

### 1.3. Варианты воздействия окружающей среды на человека

Взаимодействие человека со средой обитания – живой и неживой природой, техносферной и социальной средой многогранно и основано на обмене вещества, потоков энергии и информации.

Это взаимодействие возможно на 4-х уровнях (схема 1.5):

1. **Оптимальный** уровень воздействия среды гарантирует



сохранение здоровья человеку и его потомству.

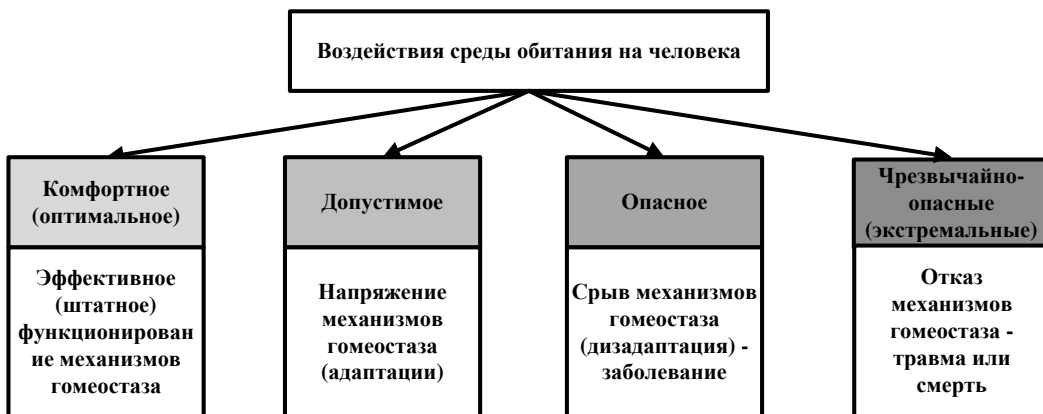
2. При **допустимом** уровне воздействия потоки из среды обитания приводят к дискомфорту отдельных систем организма, снижают их эффективность в поддержании гомеостаза, однако их работоспособность восстанавливается при нормативном времени воздействия.

3. При **опасном** уровне - потоки из среды превышают разрешенные величины воздействия (ПДК и ПДУ), оказывают негативное влияние на здоровье, вызывая заболевание.

4. **Чрезвычайно опасный** уровень характеризуется запредельными (непреодолимыми для механизмов гомеостаза) величинами потоков и за короткий промежуток времени может привести к травме или смерти организма.

Схема 1.5.

### Уровни воздействия на человека потоков из среды обитания



С точки зрения гигиены только первые два уровня воздействия (комфортные и допустимые) соответствуют позитивным условиям повседневной жизнедеятельности человека и должны поддерживаться законодательно. Два других (опасные и экстремальные) недопустимы для процессов жизнедеятельности человека и требуют усилий общества по снижению вероятности их проявления до минимума.

**Негативные факторы** среды обитания («слуги опасностей») подразделяются (табл. 1.1) на природные и антропогенные; физические, химические, механические, биологические и психофизиологические.



Таблица 1.1

### Классификация негативных (вредных) факторов среды обитания

Природа фактора	Примеры негативных факторов
Природные	Задымление воздуха при вулканической деятельности и природных пожарах.
Антропогенные	Радиоактивное загрязнение территорий при авариях на предприятиях атомного энергетического цикла.
Физические	Шум, вибрация, ультразвук, инфразвук, нагревающий и охлаждающий климат, электромагнитные излучения всех видов, ионизирующее излучение, электроток.
Химические	Все вредные химические вещества, используемые в технологических процессах; ядохимикаты; выхлопные газы автотранспорта; бытовая химия; пищевые и водные ксенобиотики; продукты горения и термодеструкции; горюче-смазочные материалы; фармпрепараты, выделения из строительных конструкций и отделочных материалов и пр.
Биологические	Патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы и их токсины), простейшие, паразиты, насекомые, растения и животные, микроскопические грибы и их токсины, биологические препараты.
Психофизиологические	Тип нервной деятельности, отношения в коллективе и организация труда; эргономические характеристики рабочего места.
Механические	Движущиеся механизмы, неустойчивые конструкции, острые и падающие предметы.

#### 1.4. Законы гигиены (характеристика системы «человек – среда обитания»)

Гигиена, как раздел медицины, издревле изучающий связь и взаимодействие организма с окружающей средой выработала ряд законов (табл. 1.2), которые «молодые» науки БЖД и МБО БЖД используют для выполнения своих задач.



Таблица 1.2

### Законы гигиены

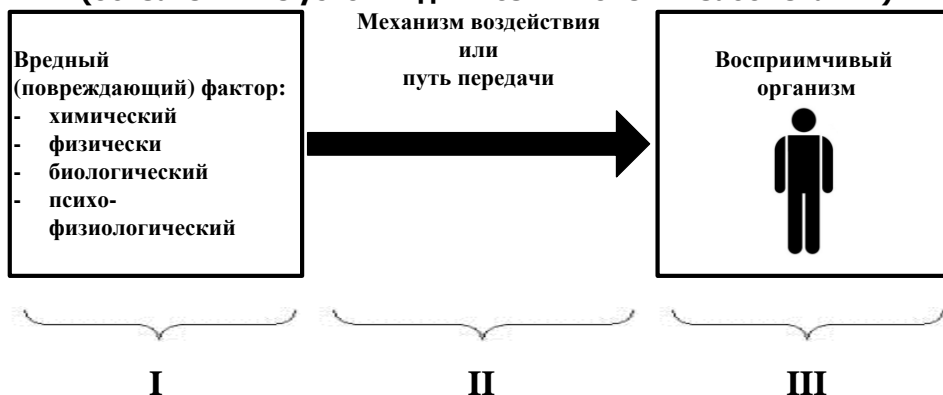
№ п/п	Закон	Содержание закона
1	Положительного влияния природной окружающей среды на здоровье	Солнце, чистый воздух, чистая вода, доброкачественная пища положительно влияют на организм, способствуют укреплению и сохранению здоровья при их разумном использовании.
2	Движущих сил (условий) возникновения заболевания	Болезнь может возникнуть только при наличии <b>трех</b> составляющих: вредного (или опасного фактора), механизма воздействия (или передачи воздействия) фактора и восприимчивости (чувствительности к воздействию) организма.
3	Негативного влияния на окружающую среду людей	В связи с бытовой и производственной деятельностью люди вызвали лавинообразную глобальную деградацию природы.
4	Отрицательного влияния на окружающую среду природных чрезвычайных ситуаций	Землетрясения, вулканизм, наводнения, климатические «срывы», опустынивание и пр. приводят к деградации экологических систем, снижению способности к самоочищению геосфер.
5	Неизбежного отрицательного влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения	Существующие сегодня высокие уровни химического, физического и биологического загрязнения среды обитания породили целый ряд «болезней цивилизации» и экопатологии.

Безусловно, все вышеперечисленные законы показывают направления работы общества по профилактике заболеваемости и снижению рисков. Однако *второй закон* гигиены в контексте изучения МБО БЖД студентами технического вуза требует особого рассмотрения (схема 1.6).



Схема 1.6.

## Второй закон гигиены (обязательные условия для возникновения заболеваний)



**При отсутствии хотя бы одного из указанных условий** (вредного фактора, механизма воздействия и восприимчивого организма) **заболевание не наступит**. Под вредным фактором понимается любой из факторов, указанных в табл. 1.1.

1. Если фактора нет, то нет и явления, нарушающего здоровье.

2. Под словосочетанием «*механизм передачи*» в эпидемиологии понимается один из четырех механизмов заражения человека инфекцией: воздушно-капельный (через воздух), фекально-оральный (через пищу или питьевую воду), контактный (через предметы обстановки или при контакте с больным) и трансмиссивный (при укусах насекомых, животных или при применении нестерильных шприцев и медицинского инструментария). Под *механизмом воздействия* понимается схема пространственного влияния на организм вредного физического фактора. Если не «работает», прерван механизм передачи инфекционного начала (например, прокипятили воду, содержащую возбудителя холеры), или прерывается механизм вредного физического воздействия (защитились металлическим экраном от СВЧ-излучения), то причина болезни до человека «не дотягивается» и организм не повреждается.

3. Если восприимчивость к болезни нейтрализована (сделана своевременная прививка от оспы и организм успел выработать достаточное количество антител против возбудителя), или, перед входом на территорию с радиоактивным заражением чело-





век принял радиопротектор, то ни заболевания инфекцией при встрече с возбудителем, ни тяжелого радиационного поражения не произойдет.

### 1.5. Методы обеспечения безопасности жизнедеятельности

Пространство, где человек находится в процессе своей жизнедеятельности принято называть *гомосферой*, а пространство, в котором постоянно существуют или периодически возникают опасности – *ноксосферой*. Наука БЖД разработала, основываясь на втором законе гигиены, три основных метода обеспечения безопасности (табл. 1.3).

Таблица 1.3

#### Методы обеспечения безопасности

Название метода	Содержание метода	Путь реализации
Метод А	Пространственное и (или) временное <b>разделение гомосферы и ноксосферы</b>	Дистанционное управление, автоматизация, роботизация, организация труда и пр.
Метод Б	<b>Нормализация ноксосфер</b> путем исключения опасностей	Совокупность мероприятий, защищающих человека от шума, газа, пыли, опасности травмирования и т.п. <i>средствами коллективной защиты.</i>
Метод В	<b>Адаптация человека</b> к существующей среде и <b>повышение</b> его <b>защищенности</b>	Профотбор, обучение, психологическое воздействие (тренинги), схемы акклиматизации, <i>средства индивидуальной защиты</i> , природные иммуномодуляторы, профилактическое питание и специальное питье.

**Примечание:** в реальных условиях применяется комбинация вышеназванных методов.

### 1.6. Основы гигиенического нормирования

Существует несколько принципиальных подходов к предупреждению неблагоприятных эффектов вредных факторов:

- 1) полный запрет производства и применения;
- 2) запрет поступления в окружающую среду и воздействия на человека;
- 3) замена вредного фактора менее токсичным или опасным;



4) ограничение (регламентация) содержания в объектах окружающей среды;

5) ограничение уровней воздействия на работающих и население.

Как уже показано в разделе 1.1. – полное исключение воздействий потенциально опасных факторов невозможно, поэтому первостепенное значение приобретает их гигиеническое нормирование.

**Гигиеническое нормирование** – установление в законодательном порядке безвредных (безопасных) для человека уровней воздействия вредных факторов: предельно допустимых концентраций (ПДК) химических и биологических веществ, предельно допустимых уровней воздействия (ПДУ) физических факторов и др.

Отсутствие гигиенического норматива, как правило, приводит к неконтролируемому, скрытому воздействию вредных факторов на человека. Норматив нельзя отождествлять с понятием нормы – большинство установленных нормативов представляют собой максимально допустимые, а не оптимальные величины.

Гигиеническим нормированием занимаются научно-исследовательские институты, аккредитованные лаборатории, Международная организация труда (МОТ), Всемирная организация здравоохранения. Однако силу закона гигиенический норматив приобретает только после его утверждения на правительственном уровне и опубликования в нормативно-правовом документе (ГОСТе, ОСТе, ГН, СП, СанПиНе и пр.).

В основу научной концепции гигиенического нормирования положено всестороннее изучение адаптационно-приспособительных процессов, механизмов взаимодействия организма на молекулярном, субклеточном, клеточном, органном, организменном, системном и популяционном уровнях с комплексом неблагоприятных факторов. Показатели вредности этих факторов, учитываемые в гигиеническом нормировании, многообразны и также систематизированы (табл. 1.4).



Таблица 1.4

**Некоторые показатели вредности**

Показатель вредности	Неблагоприятное воздействие
Органолептический	Появление посторонних запахов и привкуса, изменение цвета, окраски, внешнего вида, формы, консистенции
Рефлекторный	Раздражающее действие на органы дыхания, глаза, ощущение запаха
Общесанитарный	Изменение численности сапрофитной микрофлоры, ее видового состава и активности; снижение способности воды и почвы к самоочищению
Санитарно-бытовой	Изменение климата, прозрачности атмосферы, бытовых условий, ландшафта и др.
Водно-миграционный	Миграция вещества из исследуемой среды в воду
Воздушно-миграционный	Миграция вещества из исследуемой среды в воздух
Транслокационный (фитоаккумуляционный)	Накопление вещества в растительных продуктах
Санитарно-гигиенический	Возможность создания у человека ощущения опасности или санитарно-гигиенического дискомфорта (например, окраска объектов окружающей среды органическими красителями)
Токсикологический (резорбтивный)	Неблагоприятное влияние на организм

Традиционная методология гигиенического нормирования требует больших материальных затрат и значительного времени (от 1 года до 2-3 лет) и проводится по алгоритму (схема 1.7).



Схема 1.7.

**Стадии технологической разработки и токсикологической оценки вредного фактора при установлении гигиенического норматива**



В ходе этой работы учитываются единые принципы обоснования гигиенических нормативов (табл. 1.5).



Таблица 1.5

**Принципы обоснования гигиенических нормативов**

Принцип	Содержание принципа	Механизм реализации принципа
Государственный характер гигиенических нормативов	Обязательность соблюдения норматива всеми органами, организациями и отдельными лицами	Через государственные нормативно-правовые документы. Контроль исполнения на государственном уровне.
Опережение обоснования норматива по сравнению с появлением вредного фактора	Разработка норматива до того момента, когда человек войдет в контакт с потенциально вредным фактором	Сочетание экспериментальных методов нормирования с клинико-гигиеническими и эпидемиологическими.
Безвредности (смотри таблицу 1.4)	Приоритет медико-биологических критериев над экономическими или технологическими	Для населения – ориентируются на наиболее чувствительные группы (дети, пожилые) и время воздействия – 24 часа в сутки; для производственных условий время воздействия – 6-8 ч в сутки.
Разделения объектов санитарной охраны	Индивидуальная специфичность и изменчивость физико-химических свойств воды, почвы, воздуха, пищевых продуктов – нормативы устанавливаются отдельно для каждого из этих объектов (по различным схемам и критериям)	Учет различных свойств объектов нормирования и законодательное закрепление нормативов в отдельных (адресных) ГН.
Учета всего комплекса возможных неблагоприятных эффектов	Возможность миграции вещества из одной среды в другую, рефлекторного или общетоксического действия и т.д. (см. табл. 1.4)	Учет различных видов неблагоприятных воздействий.



Пороговости	Установление такой минимальной концентрации вещества в объектах среды (или дозы, попавшей в организм), при воздействии которой возникают изменения, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций	Летальный токсикологический эксперимент на лабораторных животных. Компьютерное моделирование установления «порога».
Лимитирующего показателя вредности (учета слабого звена)	Один и тот же объект (вода, пища, воздух, почва) может обладать сразу несколькими показателями вредности (табл. 1.4)	За величину норматива принимают тот показатель, у которого наименьшая доза проявления (минимальная цифра, установленная по различным критериям вредности).
Зависимости эффекта как от концентрации (дозы), так и от времени воздействия	Величина дозы и время воздействия не только определяют время появления вредного биологического эффекта, но нередко влияют и на его (эффекта) качественные характеристики (например, острое воздействие бензола = поражению ЦНС, а длительное в малых концентрациях приводит к поражению системы кроветворения, вплоть до лейкоза).	Установление <u>максимально-разовой</u> и <u>среднесуточной</u> дозы вредного вещества (у одного и того же вещества они различны).
Моделирования воздействия фактора в условиях эксперимента	Лабораторный или клинический этап обоснования норматива	Использование лабораторных животных и людей-добровольцев
Ужесточение условий воздействия	Значение порога вредного действия, установленное в эксперименте на животных, при обосновании ПДК уменьшают на величину <i>коэффициента запаса</i> (в 30-100 раз ниже пороговой)	В эксперименте ориентируются на наиболее опасный вариант экспозиции.



<p>Единства эксперимента и результатов натуральных исследований (клинических, гигиенических, аналитических).</p>	<p>Окончательным критерием медико-биологической надежности норматива являются результаты корректно проведенных натуральных исследований.</p>	<p>Этапность исследований по гигиеническому нормированию (<i>см. схему 1.7</i>)</p>
<p>Комплексного (единого, интегрального) нормирования</p>	<p>Учет всех вариантов многофакторных воздействий на организм: комбинированного, сочетанного, комплексного, последовательного (<i>табл. 1.6</i>)</p>	<p>Анализ роли экосистем в переносе, трансформации и, в конечном счете - в накоплении химического вещества в организме.</p>
<p>Дифференциации нормативов с учетом климато-географических условий</p>	<p>Примеры: нормирование содержания фтора в питьевой воде, йода в пищевых продуктах; дополнительная витаминизация масла (вит. D) и минерализация воды в Заполярье и т.д.</p>	<p>Учет содержания химических элементов в литосфере региона (<b>биогеохимические провинции</b>).</p>
<p>Относительности установленного норматива</p>	<p>Действующие нормативы не являются абсолютными, раз и навсегда заданными величинами, т.к. отражают сегодняшний уровень развития фундаментальной медицины.</p>	<p>При появлении новых (достоверных) научных данных норматив уточняется (пересматривается в сторону увеличения или уменьшения).</p>

**Принцип комплексного** (интегрального) нормирования учитывает 4 варианта возможного многофакторного воздействия среды на организм (табл. 1.6).



Таблица 1.6

**Варианты многофакторных воздействий**

Варианты воздействий	Содержание варианта
Комбинированное действие	Одновременное действие <u>одинаковых по природе</u> факторов (например, шума и вибрации, нескольких химических веществ и пр.)
Сочетанное действие	Одновременное действие <u>различных по природе</u> факторов (например, шума и химических веществ)
Комплексное действие	Одновременное поступление химического вещества сразу несколькими путями из одной или нескольких сред (например, из воздуха, с пищевыми продуктами, с водой, с газовой выделением из воды, полимерных материалов, путем всасывания через кожу и пр.)
Последовательное действие	Вариант комбинированного действия, при котором воздействие одного вещества сменяется воздействием другого вещества (например, в сельском хозяйстве или в химико-фармацевтической промышленности определенное время рабочие контактируют с одними веществами, которые затем сменяются другим набором химических соединений)

**Принцип пороговости**, как имеющий большое практическое значение в профилактической медицине требует дополнительных пояснений. Факторы, обладающие нестохастическим эффектом, имеют наличие **порога**, ниже которого неблагоприятные последствия не наблюдаются. Еще в XVI веке Парацельс отмечал: «Все вещества являются ядами; нет ни одного, которое не было бы ядом. Только доза разделяет яд и лекарство». В специально подобранных координатах график зависимости «доза – ответ» для факторов с пороговым действием имеет вид прямой линии, пересекающей ось абсцисс в точке, соответствующей истинной недействующей дозе. При движении по этой оси вправо (возрастание концентрации или уровня физического воздействия), возрастает вероятность более тяжелого поражения организма (переступил очередной порог вредности - получи более выраженные негативные изменения в организме!). В последние годы при установлении пороговых доз гигиенисты стремятся получить их вероятностные оценки – *реперные дозы*. Такие дозы отражают реакцию определенной доли популяции (например, реакция у 1 или 10% особей) и для них могут быть найдены верхняя и нижняя доверительные границы.

Некоторые факторы, в частности эссенциальные (жизненно необходимые) элементы имеют U-образную дозо-эффективную





зависимость: в области оптимума риск развития неблагоприятных эффектов минимален, но при увеличении или уменьшении дозы (т.е. при выходе из зоны толерантности) риск начинает возрастать. Для подобных факторов целесообразно установление двух нормативных величин – минимальной и максимальной.

Существенные особенности имеет гигиеническое нормирование факторов, дающих стохастические (вероятностные) эффекты (канцерогенез, мутагенез). По современным представлениям такие эффекты не имеют *порога* действия. Теоретически их любая отличная от нуля доза способна привести к росту риска неблагоприятных изменений в состоянии здоровья. Причем чем больше людей попало под влияние такого фактора (популяционная доза), тем больше вероятность роста у населения раковых заболеваний. Для таких веществ используют два подхода в нормировании: для тех, у которых установлен пороговый эффект – ПДК устанавливают так же как и для неканцерогенных факторов. Вещества, для которых *порог* вредного воздействия установить нельзя, нормируются с учетом **величины допустимого риска**. В большинстве стран, в качестве такого риска используется величина 10 в минус шестой степени, что соответствует 1 дополнительному к существующему фону случаю рака среди 1 млн. жителей. Для производственных условий обычно считается допустимым риск на уровне 10 в минус третьей - 10 в минус четвертой степени.

Принцип **разделения объектов санитарной охраны** при гигиеническом нормировании также требует детализации.

***Объект – воздух.***

**Предельно-допустимой концентрацией** атмосферных загрязнений считают такую концентрацию, которая не оказывает на протяжении всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного воздействия на настоящее и будущее поколения, не снижает работоспособности человека, не ухудшает его самочувствия и санитарно-бытовых условий жизни.

ПДК для производственных условий определяют из расчета 8 часового вредного воздействия – продолжительность рабочей смены (не более 41 часа в неделю).

**Максимально-разовая концентрация** (ПДК<sub>мр</sub>) – это такая концентрация вещества, которая гарантирует отсутствие *острых отравлений и рефлекторного влияния* на организм человека.

**Среднесуточная концентрация** (ПДК<sub>сс</sub>) – это концентрация нормируемого вещества, гарантирующая отсутствие *резорбтивного действия* на организм человека.



**Под рефлекторным действием** понимается реакция рецепторов верхних дыхательных путей – ощущение запаха, раздражение слизистых оболочек, задержка дыхания, кашель и т.д. ПДК<sub>мр</sub> направлена на предупреждение реакций, связанных с кратковременными пиковыми подъемами концентраций вредного вещества (время усредненной пробы воздуха 20-30 мин.).

**Под резорбтивным действием** понимают возможность развития общетоксических, гонадотоксических, эмбриотоксических, мутагенных, канцерогенных, аллергических и др. эффектов, возникновение которых зависит не только от концентрации вещества, но и от длительности воздействия. Контроль ПДК<sub>сс</sub> осуществляется либо путем непрерывной круглосуточной регистрации, либо на основе вычисления средних арифметических значений разовых концентраций, полученных в обязательные сроки наблюдения (1, 7, 13 и 19 часов).

**Ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ)** – государственный временный гигиенический норматив максимально допустимого содержания загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест. ОБУВ устанавливается экспериментально-расчетным путем и, по существу является «недоразвитой ПДК», т.к. не проходит всех стадий, показанных в схеме 1.7. Через 3 года он либо должен превратиться в ПДК, либо его отменяют (как не оправдавшего ожидания).

**Для курортов и зон отдыха** реальные концентрации вредных веществ не должны превышать величины, равной 0,8 ПДК для населенных мест.

**На территории промышленных предприятий** содержание примесей не должно превышать 0,3 ПДК для воздуха рабочей зоны (т.к. оттуда производится забор воздуха в системы точечной механической вентиляции).

#### Объект – вода

При разработке гигиенических нормативов качества воды учитывают *категорию водопользования* (для *питьевого* водоснабжения одни, а для *рекреационного* водопользования – другие, менее жесткие уровни). Кроме ПДК и ОДУ (здесь содержание понятий такое же, как и в воздухе), для воды разработан целый ряд других показателей, способных влиять на здоровье человека, таких как минерализация, цвет, запах, взвешенные вещества, рН среды, привкус, биохимическое потребление кислорода, общая жесткость и т.д. Профилактическая роль гигиенического нормирования воды может реализоваться только в сочетании величин ПДК с информацией о лимитирующем показателе вредности ве-



щества и его классе опасности.

**Лимитирующий показатель вредности** может быть трех видов:

- санитарно-токсикологический (показывающий степень опасности вещества как яда для человека);
- общесанитарный (показывающий изменение численности и видового состава нормальной микрофлоры, снижение способности воды к самоочищению);
- органолептический (меняющий цвет, запах и вкус воды).

Устанавливают лимитирующий показатель вредности вещества следующим образом – определяют все три вышеуказанные показатели для данного вещества и выбирают в качестве лимитирующего тот, у которого получилась самая маленькая цифра пороговой концентрации.

#### Объект – почва

Принцип нормирования вредных веществ в почве значительно отличается от таковых для воды, воздуха и продуктов питания. Это связано с тем, что основное поступление почвенных загрязнителей в организм человека происходит не прямым путем, а опосредованно, по сложным трофическим цепям (через растения и животных, воду и воздух).

Показателями опосредованного воздействия почвы на человека, которые учитывают при гигиеническом нормировании, являются:

1. **Транслокационный** показатель вредности, характеризующий закономерности миграции веществ из почвы через корневую систему в сельскохозяйственные растения.

2. **Миграционный водный** показатель отражает процессы возможного вымывания токсикантов из почвы в подземные и поверхностные воды.

3. **Миграционный воздушный** показатель позволяет оценить уровень десорбции вещества из почвы в атмосферный воздух.

4. **Общесанитарный** показатель характеризует уровень изменения биологической активности почвы под влиянием нормируемого вещества.

Каждый из указанных показателей вредности оценивается количественно с обоснованием допустимого уровня содержания вещества в почве, гарантирующего его переход в контактирующие среды (например, овощи) в количествах, не превышающих ПДК для воды, воздуха и продуктов питания. **Наименьшая из четырех обоснованных величин является лимитирующей**



**и принимается за ПДК нормируемого вещества, т.к. отражает наиболее опасный путь воздействия.**

Обязательным *предварительным этапом* исследования является определение стабильности нормируемого вещества в почве, что позволяет определить целесообразность нормирования и прогнозировать возможный уровень загрязнения.

Опыт нормирования показал, что в подавляющем большинстве случаев (более 60%), лимитирующим показателем является транслокация (т.е. переход загрязнителя в растения).

Для ряда веществ обоснованы ПДК с учетом их совместного присутствия в почве: ванадий + марганец, свинец + ртуть, изопропилбензол + альфа-метил стирол.

Для семи химических веществ (кобальт, марганец, медь, никель, свинец, цинк, фтор, хром) утверждены ПДК подвижных форм этих элементов, что наиболее адекватно отражает биологическую активность данных токсикантов в почве и их реальную опасность.

Оценку опасности загрязнения почвы комплексом тяжелых металлов проводят по **суммарному показателю загрязнения (Zc)**, который равняется сумме их **коэффициентов концентраций** и выражается формулой:

$$Z_c = \sum (K_{ci} + \dots + K_{cn}) - (n - 1),$$

где n - число определяемых веществ;

$K_{ci}$  – *коэффициент концентрации* i-го компонента загрязнения, который является отношением фактического содержания вещества в почве ( $C_i$ ), в мг/кг почвы к региональному фону данного вещества ( $C_{ф}$ ) и также определяется по формуле:  $K_{ci} = C_i / C_{fi}$

#### Объект – пищевые продукты

Объем, структура пищевого рациона различных людей, а следовательно и химический состав их пищи чрезвычайно разнообразны. Это не позволяет экспериментально определить допустимое содержание химического вещества в каждом пищевом продукте. Гигиеническое нормирование химических веществ в продуктах питания проводится *поэтапно*, как указано в табл. 1.8.



Таблица 1.8

### Этапы гигиенического нормирования химических веществ в пищевых продуктах

Этап нормирования	Содержание этапа
1	Предварительная токсикологическая оценка исследуемого вещества: анализ данных литературы о свойствах изучаемого и структурно близких к нему соединений, особенностей технологического процесса (приготовления продукта питания)
2	Определение стойкости вещества в процессе кулинарной обработки и при хранении, а также возможных продуктов его деструкции и трансформации
3	Исследование влияния вещества на органолептические свойства пищевого продукта и установление концентрации вещества, не ухудшающей эти свойства
4	Оценка возможного влияния вещества на биологическую ценность продуктов питания с определением пороговой концентрации по общегигиеническому показателю вредности (см. табл. 1.4)
5	Проведение острого, подострого и хронического токсикологического эксперимента на лабораторных животных
6	Исследование возможных отдаленных эффектов нормируемого вещества (канцерогенных, мутагенных)
7	Установление (расчет) допустимого суточного потребления (ДСП) вещества и его ПДК

Хронический опыт (5-й этап нормирования) по установлению *максимальной недействующей* и *пороговой* доз исследуемого вещества проводится на лабораторных животных, которым на протяжении 8 – 12 месяцев в пищу добавляют это вещество. На основании полученных данных проводится расчет допустимой суточной дозы (мг/кг) путем снижения порога хронического действия на величину коэффициента запаса. *Коэффициент запаса* определяется с учетом абсолютной величины *порога хронического действия* (см. главу V), *выраженности кумулятивных свойств* и *устойчивости* вещества к действию факторов окружающей среды. Обычно величина коэффициента запаса находится в диапазоне 30 – 100.

Если установлено (6-й этап нормирования), что вещество является слабым канцерогеном или мутагеном, то применяют коэффициент запаса, превышающий 100. Такое вещество не допускается к использованию в качестве пищевой добавки и не должно



присутствовать в продуктах детского и диетического питания. Присутствие веществ с выраженными канцерогенными свойствами в продуктах питания, как правило, не допускается (пример нарушения этого правила – использование «жидких дымов» для копчения).

*Допустимое суточное потребление* (ДСП) нормируемого вещества в миллиграммах рассчитывают по допустимой суточной дозе (ДСД) и средней массе тела взрослого человека (60 кг) и ребенка (30 кг).

*ПДК* (в миллиграммах вещества на килограмм продукта) определяется расчетным путем по значению ДСП и количеству продукта в суточном рационе:

$$\text{ПДК} = (\text{ДСП} \cdot \text{Пс}) / (\text{Мпр} \cdot 100),$$

где Пс – фактическое или прогнозируемое содержание вещества в данном продукте (в процентах ДСД или общего содержания вещества в продуктах);

Мпр – масса данного продукта в стандартном суточном рационе, кг.

В гигиене питания, наряду с ПДК используется норматив МДУ. По содержанию и методам обоснования он тождественен ПДК. МДУ используют только при нормировании пестицидов.

Значения ДСП и ДСД для многих пищевых добавок, пестицидов, некоторых микро- и макроэлементов разработаны Комитетом экспертов Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций и экспертной группой ВОЗ (ФАО/ВОЗ).

## 1.7. Основы законодательства по безопасности жизнедеятельности человека

Законодательная база в области обеспечения безопасности, гражданской обороны, защиты территорий и населения от чрезвычайных ситуаций, охраны труда и охраны здоровья – это солидный массив законов и подзаконных актов различного уровня:

- Конституция РФ;
- федеральные законы;
- указы Президента РФ и постановления Правительства РФ;
- кодексы РФ (водный, воздушный и пр.);
- специальные (отраслевые) законодательные акты («О санитарно-эпидемическом благополучии населения», «О радиационной безопасности населения», «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «Об охране окружающей среды», «О техническом регулировании» и пр.);



- государственные и отраслевые стандарты (ГОСТы, ОСТы, в т.ч. ССБТ);

- строительные и санитарные нормы и правила (СНиПы, СанПиНы, СП, ГН).

Основная идея указанных документов – установить юридически приоритет жизни и здоровья человека над производственными показателями и другими выгодами от его деятельности; урегулировать порядок оценки риска для здоровья, управления риском, информирования о риске; закрепить алгоритм идентификации опасности и методы (способы) сведения ее к минимально возможным значениям.

### Контрольные вопросы

1. Назовите сходства и различия между науками «Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности» и «Безопасность жизнедеятельности».
2. Перечислите критерии здоровья человека.
3. Перечислите нарушения здоровья, которые являются проявлениями реализовавшихся опасностей.
4. Приведите упрощенную классификацию опасностей.
5. Укажите вклад факторов риска (%) в возникновение заболеваний человека.
6. Перечислите уровни воздействия на человека потоков из среды обитания.
7. Объясните механизм и условия возникновения заболевания согласно 2-му закону гигиены.
8. Перечислите и объясните варианты многофакторного (комплексного) воздействия среды на организм.
9. Какие гигиенические нормативы факторов окружающей среды вам известны?
10. В чем заключается главная идея нормативно-правовых документов по БЖД?



## ГЛАВА II. МЕХАНИЗМЫ ВЫЖИВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

### 2.1. Организм человека как целое (как биологическая система)

Организм человека работает с соблюдением всех *принципов системности*: стремление к устойчивости (стабильности), распределение функций между отдельными частями, объединение (интеграция) частей для выполнения общей задачи, учет внешних воздействий, саморегуляция.

*Стремление к устойчивости.* Организм тратит массу энергии на поддержание постоянства внутренней среды и создание оптимальных условий для работы каждой клетки.

*Распределение функций.* Специализация систем и органов организма:

- сердечно-сосудистая система «работает» как транспорт – доставляет тканям питание и кислород, «увозит» ненужные продукты обмена к органам выделения;
- дыхательная система снабжает организм кислородом;
- кожа и слизистые оболочки – «одежда» организма и часть его сенсорного поля и т.д.

*Интеграция частей* для решения общей задачи, например, пищеварения. Каждый отдел пищеварительной системы имеет свое строение и выполняет определенную функцию: выделение особых соков (ферментов), механическое измельчение пищи, переваривание и всасывание различных пищевых веществ в различных отделах ЖКТ, перемещение пищи по пищеварительному тракту - все части объединены общей идеей - превращения «пищи со стола» в «пищу для клетки».

*Учет внешних воздействий.* Условия внешней среды постоянно меняются во времени и пространстве - организм должен либо приспособиться к этим изменениям и оперативно их компенсировать, либо погибнуть. Например, при снижении температуры окружающего воздуха человек одевает адекватную погоде одежду (обладающую достаточными защитными свойствами), при отрицательных внешних температурных значениях начинается отопительный сезон в жилищах. В жаркую погоду напротив, поведенческие реакции человека направлены на снижение теплопродукции и увеличение теплоотдачи организма.

*Саморегуляция* – усилия по поддержанию постоянства внутренних параметров организма (*гомеостаза*). Специальные





сигнальные устройства (*рецепторы*) контролируют эти параметры и при их отклонении от установочной точки посылают сигналы в центры управления функциями организма. Центры управления находятся в нервной системе, там принимается решение о том, как необходимо действовать, какие функции и процессы требуют усиления, а какие – ослабления, чтобы вернуть параметр к заданному уровню. Для предотвращения чрезмерного влияния сигнала в организме предусмотрена *система обратной связи*: чем сильнее вызываемый управляющей системой эффект, тем больше торможение ее работы. Например, дефицит глюкозы в крови усиливает ее образование в печени и последующее поступление в кровь. Но чем больше глюкозы поступает в кровь, тем сильнее она тормозит деятельность печени по образованию глюкозы.

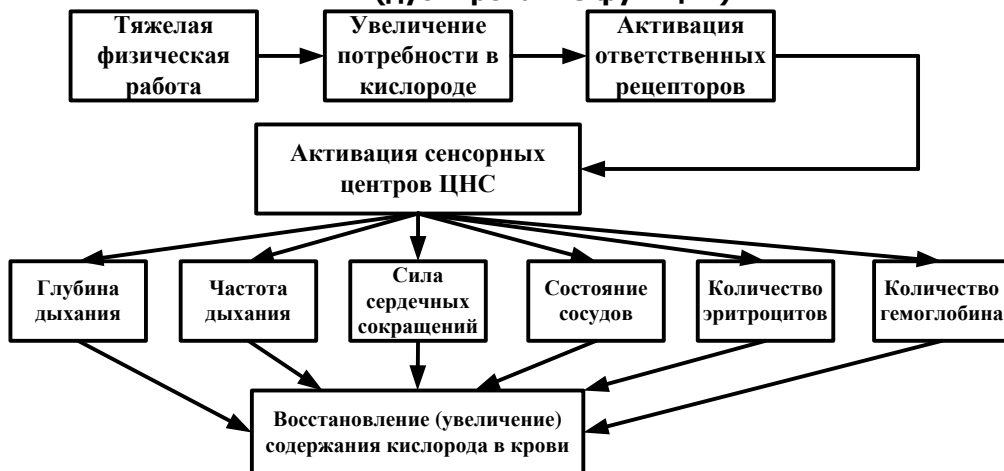
Устойчивость организма обеспечивается, кроме выше перечисленного, еще и тем, что практически все функции дублируются. Например, ненужная организму жидкость выводится с мочой. Но при повышении окружающей температуры значительная часть жидкости теряется с потом. Если, вследствие заболевания почек их функция ослабляется, доля жидкости, выводимая потовыми железами, увеличивается и без повышения температуры окружающего воздуха. Т.е. роль «дублера» возрастает.

Другой пример дублирования – *множественность путей*, с помощью которых организм поддерживает снабжение тканей кислородом. Если человек при выполнении физической работы нуждается в большем количестве кислорода, чем обычно, то параллельно включается несколько механизмов решения этой проблемы (схема 2.1.)



Схема 2.1.

### Пример множественности путей нервной регуляции (дублирование функций)



Совсем не обязательно, чтобы все способы поддержания постоянства того или иного параметра использовались одновременно. Обычно какой-то путь является основным и используется чаще других.

Как и в любой системе, управление в организме осуществляется на различных уровнях: простые задачи - на более низком, более сложные – с участием «высших инстанций». Например, небольшие отклонения температуры тела будут устраняться при участии центров *спинного* мозга, а более значительные потребуют вмешательства структур *головного* мозга.

Иногда условия окружающей среды меняются так сильно, что поддержание всех параметров на прежнем уровне становится бессмысленным. При очень низкой температуре в течение длительного времени организм не в состоянии осуществлять рациональную терморегуляцию и тогда он жертвует руками, ногами, носом, ушами снижая их кровоснабжение (а значит и обогревание) обрекая на отморожения во имя спасения температуры своего «ядра» и жизни организма в целом.

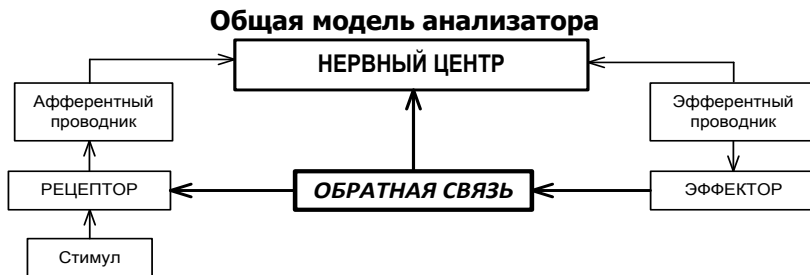
## 2.2. Физиология рецепции

Информацию о внешней и внутренней среде организм получает с помощью сенсорных систем.



*Сенсорная система* – это специализированные части нервной системы, включающие периферические рецепторы (*органы чувств*), отходящие от них нервные волокна (*проводящие пути*) и клетки центральной нервной системы (ЦНС), сгруппированные вместе (*сенсорные центры*). Этапы и направления работы анализатора представлены на схеме 2.2.

Схема 2.2.



По отношению к среде, от которой воспринимаются стимулы, рецепторы подразделяются на:

а) *внутренние* (интерорецепторы) – висцерорецепторы (от внутренних органов: хемо-, баро-, термо-, осмо- и др. рецепторы), проприо- или кинестетические рецепторы (от мышц и сухожилий), вестибулорецепторы (в полости уха);

б) *внешние* (экстерорецепторы) – фоторецепторы (глаза), фонорецепторы (уши), механорецепторы (тактильный и болевой в коже), температурный (кожа), обонятельные (в носовой полости), вкусовые (язык).

Всем рецепторам свойственна *специфичность* – способность реагировать на один вид раздражителя и не реагировать на прочие.

Основные параметры анализаторов, учитываемые при обеспечении достаточной надежности деятельности человека в ходе производственного приема и анализа сигналов представлены в табл. 2.1.



Таблица 2.1.

### Основные параметры анализаторов

Параметр	Содержание параметра и способы его определения
Абсолютный порог ощущения	Минимальное значение раздражителя, при котором возникает ощущение (в зависимости от вида раздражителя абсолютный порог измеряется в единицах энергии, давления, температуры, количества или концентрации вещества). Интенсивность ощущения ( $E$ ) выражается законом Вебера-Фехнера: $E = K \bullet \lg J + C$ , где $J$ - интенсивность раздражителя, $K$ и $C$ – константы, определяемые данной сенсорной системой.
Нижний порог чувствительности	Минимальная, адекватно ощущаемая интенсивность сигнала
Верхний порог чувствительности	Максимальная, адекватно ощущаемая интенсивность сигнала (предельно-допустимая интенсивность близка к болевому порогу)
Диапазон чувствительности	Все значения раздражителя от абсолютного до болевого порогов чувствительности
Дифференциальная чувствительность к изменению частоты сигнала	Минимальное значение частоты сигнала ( $F$ ), ощущаемое человеком: - абсолютный дифференциальный порог ( $\Delta F$ ); - относительный дифференциальный порог ( $\Delta F/F \bullet 100\%$ )
Дифференциальная чувствительность к изменению интенсивности сигнала	Минимальное изменение интенсивности сигнала ( $J$ ), ощущаемое человеком: - абсолютный дифференциальный порог ( $\Delta J$ ); - относительный дифференциальный порог ( $\Delta J/J \bullet 100\%$ ), где $J$ - исходная интенсивность
Диапазон спектральной чувствительности	Для зрительного, слухового и вибрационного анализаторов измеряют верхний и нижний пороги по частоте и длине волн
Минимальная длительность сигнала, необходимая для возникновения ощущений	<i>Латентный период</i> – время (с) от начала воздействия раздражителя до появления ответа (сенсомоторная реакция)
Адаптация	Приспособление к силе раздражителя через привыкание (снижение чувствительности) к постоянно действующему раздражителю
Сенсибилизация	Повышенная чувствительность



Величина латентного периода (в секундах) у различных анализаторов колеблется: 1) тактильный (прикосновение) – 0,09 – 0,22; 2) слуховой (звук) – 0,12 – 0,18; 3) зрительный (свет) – 0,15 – 0,22; 4) обонятельный (запах) – 0,31 – 0,39; 5) температурный (тепло-холод) – 0,28 – 1,6; 6) вестибулярный аппарат (вращение) – 0,4; 7) болевой – 0,13 – 0,89.

**Зрительный анализатор.** Оптическая система глаза включает роговицу, переднюю камеру глаза, хрусталик, заднюю камеру, стекловидное тело. Физиологическое значение этой системы заключается в создании изображения на сетчатке.

Приспособление глаза к ясному видению разноудаленных предметов называется *аккомодацией*, которая осуществляется путем изменения кривизны хрусталика (т.е. изменения его преломляющей способности) и выражается в *диоптриях*.

Выделяют три основных вида аномалии рефракции:

1. *Близорукость* (миопия) – фокус глаза расположен не на сетчатке, а перед ней. Корректируется миопия вогнутыми линзами («минус»).

2. *Дальнозоркость* (гиперметропия) – фокус глаза находится за сетчаткой (коррекция выпуклыми линзами «плюс»).

3. *Астигматизм* неодинаковая преломляющая сила в разных плоскостях или отделах оптической системы (коррекция цилиндрическими линзами).

Глаз различает семь основных цветов и более сотни оттенков. Наибольшая чувствительность в условиях дневного освещения ( $V = 9,56 \text{ кд/м}^2$ ) достигается при длине волн 554 нм (в желто-зеленой части спектра) и убывает в обе стороны от этого значения.

Различие предмета на фоне других определяется контрастом его с фоном. Для практических целей используют показатель, именуемый *порогом контрастной чувствительности*. Величина контраста оценивается количественно, как отношение яркости ( $\text{кд/м}^2$ ) предмета и фона к большей яркости:

- темный объект на светлом фоне (прямой контраст):

$$K_{\text{пр}} = (V_{\text{ф}} - V_{\text{об}}) / V_{\text{ф}} \bullet 100\%;$$

- светлый объект на темном фоне (обратный контраст):

$$K_{\text{об}} = (V_{\text{об}} - V_{\text{ф}}) / V_{\text{об}} \bullet 100\%,$$

где  $V_{\text{об}}$  и  $V_{\text{ф}}$  – яркости объекта и фона.

Временные характеристики восприятия сигналов:

- привыкание к темноте (неполная темновая адаптация) длится от нескольких секунд до нескольких минут;

- восприятие мелькающего света (критическая частота



слияния мельканий) от 14 до 70 Гц.

При оценке восприятия пространственных характеристик острота зрения характеризуется минимальным углом, под которым две точки видны как отдельные. При оптимальной освещенности порог разрешения составляет от 1° до 5 минут.

*Бинокулярное* поле зрения охватывает в горизонтальном направлении 120-180°, по вертикали вверх – 55-60° и вниз – 65-72°. Опознание взаимного расположения, форм объектов возможно в границах: вверх-25, вниз-35, вправо и влево – по 32° от оси зрения. Точное восприятие зрительных сигналов и четкое разделение деталей возможно только в центральной части поля зрения размером 3° от оси во все стороны.

*Глубинное* зрение связано с восприятием пространства. Ошибка восприятия абсолютной удаленности составляет 12% при дистанции 30м.

В *сетчатке* глаза находится около 125 млн. *палочек* и 7 млн. *колбочек*. Палочки различают только градации серого цвета и отлично работают при минимальном освещении. Колбочки действуют при ярком свете и различают цвета.

Нарушения цветового зрения (*дальтонизм*) это наследственная аномалия, которая может проявляться в слепоте

а) на один из основных цветов, при сохранении восприятия других (протанопия – слепота на красный цвет, дейтеранопия – слепота на зеленый цвет, тританопия – слепота на фиолетовый и синий цвет);

б) монохроматизме (полной цветовой слепоте).

**Слуховой анализатор.** Орган слуха анатомически делится на 3 отдела (табл. 2.2.)

*Таблица 2.2.*

### **Анатомические отделы органа слуха**

Анатомический отдел	Компоненты отдела уха и их роль в звуковой рецепции
Наружное ухо	Ушная <i>раковина</i> – рупорная функция. Слуховой <i>проход</i> – проводник звукового колебания. Барабанная <i>перепонка</i> – улавливание и передача колебания в среднее ухо через молоточек.
Среднее ухо	Косточки: молоточек, наковальня и стремечко (звукопроводящий аппарат)
Внутреннее ухо	Улитка – костный извитой канал со сложным звуковоспринимающим аппаратом.

Барабанная перепонка имеет воронкообразную форму и



толщину 0,1 мм. В ее внутреннюю сторону вплетена рукоятка молоточка. Молоточек сочленен с наковальней, наковальня со стремечком, а стремечко прилежит к овальному окну вестибулярной лестницы полости улитки. Система косточек работает по принципу механического усилителя звуковых колебаний как за счет разности в длине рычагов, так и за счет меньшего размера овального окна по сравнению с барабанной перепонкой (3,2 мм<sup>2</sup> и 70 мм<sup>2</sup> соответственно, что усиливает звук в 22 раза). Это важно, т.к. требуется достаточная сила колебаний для приведения в движение жидкости внутреннего уха (эндолимфы).

Имеются 2 мышцы, степень сокращения которых меняется в зависимости от громкости звука (регуляция пропускаемой в ухо энергии). Этот рефлекс срабатывает через 10 мс после подачи громкого звука. Его дуга замыкается в стволовом отделе мозга. Одна мышца натягивает барабанную перепонку, другая фиксирует стремечко и ограничивает его движение.

Евстахиева труба соединяет барабанную полость среднего уха с носоглоткой, чем выравнивается давление в барабанной полости и внешней среде (например, «продувание ушей» при глотательных движениях, совершаемых пассажиром самолета).

Диапазон звуков, воспринимаемых человеком, находится в интервале 16-20000 Гц. Максимальная чувствительность уха лежит в диапазоне частот 1000 – 3000 Гц. Дифференциальная чувствительность частоты составляет 2-3 Гц (более 7 Гц считается плохим признаком). Слышимость (обнаружение звукового сигнала) начинается с его продолжительности более 0,1 с. Верхний предел слышимости (болевого порог) составляет 130-140 дБ. Нормативом шепотной речи (нижний порог чувствительности) считается четкое ее восприятие на расстоянии 8 м. Абсолютный порог слышимости имеет тенденцию с возрастом уменьшаться. Сильные и длительные звуковые раздражения в производственных условиях приводят к поражению волосков рецепторных клеток, их гибели и снижению слуха, вплоть до его потери.

Важным условием восприятия *речи* человеком-оператором является различение длительности и интенсивности отдельных звуков и их комбинаций. Время длительности произнесения гласного звука равно примерно 0,36 с, согласного 0,02-0,03 с. Оптимальным считается *темп* 120 слов/мин, а *интенсивность речи* должна превышать интенсивность шумов на 6,5 дБ. При значительном увеличении уровня речи и шума до 120 и 115 дБ (соответственно) разборчивость речи ухудшается на 20%.

**Вестибулярный анализатор.** Рецепторный отдел анали-



затора расположен в толще височной кости, представлен тремя полукружными каналами и двумя мешочками преддверия. Полукружные каналы расположены во взаимно перпендикулярных плоскостях. Внутри их находится перепончатый лабиринт, заполненный эндолимфой, а снаружи омывается перилимфой. *Полукружные каналы имеют ампулы, где находятся рецепторные волосковые клетки, раздражаемые потоком эндолимфы, возникающим при изменении положения головы и всего тела.*

Адекватные раздражители полукружных каналов – угловые ускорения в различных плоскостях. Раздражители отолитового аппарата – линейные ускорения, тряска, качка, наклоны головы или тела. Порог различения ускорения  $2 - 20 \text{ см/с}^2$  ( $2 - 3^\circ/\text{с}^2$  для угловых ускорений), порог различения наклона – около  $2^\circ$ .

### **Характеристика кожного анализатора.**

Каждый микроучасток кожи обладает наибольшей чувствительностью к тем раздражителям (сигналам), для которых на нем имеется наибольшая концентрация соответствующих рецепторов – болевых, тактильных и температурных. В норме на  $1 \text{ см}^2$  кожи в среднем насчитывают 100 – 200 болевых, около 25 тактильных, 12 – 15 холодových и 1 – 2 тепловых рецептора.

*Тактильная рецепция.* Выделяют три вида тактильных рецепторов: давления, прикосновения и вибрации.

Рецепторы *давления* расположены в глубоких слоях кожи и работают как пропорциональные датчики (частота импульсов пропорциональна силе раздражителя). Порог раздражения различных участков тела различен и колеблется от 50 мг до 30 г.

Рецепторы *прикосновения* имеются на голой коже, коже, покрытой волосами и в сосудах кожи. Реагируют только на изменение силы, поэтому способны адаптироваться (дифференциальные датчики). Пороги ощущений: для кончиков пальцев рук –  $3 \text{ г/мм}^2$ , на тыльной стороне пальца –  $5 \text{ г/мм}^2$ , на тыльной стороне кисти –  $12 \text{ г/мм}^2$ , на животе –  $26 \text{ г/мм}^2$ , на пятке –  $250 \text{ г/мм}^2$ . Порог различения в среднем равен 0,07 исходной величины давления.

Рецепторы *вибрации* расположены в глубоких слоях кожи, реагируют на ускорение изменения воздействия, быстро адаптируются. Наиболее высока чувствительность к частотам 200 – 250 Гц.

*Чувствительность* кожи к боли обусловлена воздействием механических, тепловых, химических, электрических и др. раздражителей. Биологический смысл боли состоит в том, что она, являясь сигналом опасности, мобилизует организм на борьбу за





самосохранение. Под влиянием болевого сигнала перестраивается работа всех систем и повышается реактивность организма.

Болевой порог при механическом давлении зависит от места давления: на коже живота –  $15 - 20 \text{ г/мм}^2$ , а на коже кончиков пальцев –  $300 \text{ г/мм}^2$ . Латентный период около 370 мс. Критическая частота слияния дискретных болевых раздражителей – 3 Гц. Пороговая плотность потока тепла, вызывающая боль, составляет  $88 \text{ Дж/(м} \cdot \text{с)}$ .

*Температурная чувствительность.* При контактном воздействии температурное ощущение возникает уже на площади в  $1 \text{ мм}^2$ , при лучевом – начиная с  $700 \text{ мм}^2$ . Латентный период температурного ощущения равен 0,2 с. Абсолютный порог чувствительности определяется по минимально ощущаемому изменению температуры участков кожи относительно *физиологического нуля* (собственной температуры данной области кожи, адаптировавшейся к внешней температуре). Физиологический нуль для различных областей кожи достигается при температурах среды между  $12-18 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $41-42 \text{ }^\circ\text{C}$ . Для тепловых рецепторов абсолютный порог составляет  $0,2 \text{ }^\circ\text{C}$ , для холодových –  $0,4^\circ\text{C}$ . Порог различительной чувствительности составляет примерно  $1^\circ\text{C}$ .

*Центростремительное проведение возбуждения* от рецепторов кожи происходит по чувствительным нервным волокнам (схема 2.2) которые подразделяются на три группы:

- группа А – (покрытые толстой миелиновой оболочкой) по которым афферентный импульс проводится со скоростью  $12 - 120 \text{ м/сек}$ ;

- группа В – (с тонкой оболочкой) проводят импульс со скоростью  $3 - 14 \text{ м/сек}$ ;

- группа С (без миелиновой оболочки) – скорость проведения импульса –  $1 - 2 \text{ м/сек}$ . Волокна группы А служат проводниками тактильной и глубокой чувствительности, группы В – проводят болевые и тактильные раздражения, группы С – как правило, проводят болевые раздражения.

**Кинестетический анализатор.** Проприорецепторы обеспечивают получение центральной нервной системой информации о состоянии локомоторного аппарата и положении тела в пространстве. Имеется три вида таких рецепторов:

1. Мышечные (реагируют на скорость и силу растяжения).
2. Сухожильные (возбуждаются в момент сокращения).
3. Суставные (возбуждаются в момент движения в суставе).

Возможности двигательного аппарата человека – оператора представляют определенную значимость при конструировании



системы «человек-машина» (органов управления, защитных устройств).

Сила сокращения мышц колеблется в широких пределах. Например, номинальная сила кисти (450-650 Н) при соответствующей тренировке может быть доведена до 900 Н. Сила сжатия, в среднем равная 500 Н для правой и 450 Н для левой руки, может увеличиваться в два раза и более.

Оптимальные усилия на органы управления:

- для рукояток 20-40 Н (100 Н – максимальное);
- для кнопок, тумблеров, переключателей легкого типа 14-16 Н, тяжелого – 60-120 Н;
- для ножных педалей управления – 20-50 (используемых часто), до 300 Н (используемых редко);
- для рычажного управления 20-40 (используемых часто), до 120-160 Н (используемых редко).

Диапазон скоростей, развиваемых движущимися руками человека, находится в пределах 0,01 – 8000 см/с. Чаще используются скорости порядка 5 – 800 см/с. Скорость движения больше в направлении к себе, чем от себя; в вертикальной плоскости, чем в горизонтальной; сверху вниз, чем снизу вверх; вперед-назад, чем вправо-влево; слева направо для правой руки и справа налево для левой. Вращательные движения в 1,5 раза быстрее поступательных.

**Обонятельный анализатор** предназначен для восприятия человеком различных запахов (их диапазон охватывает до 3000 наименований). Рецепторы расположены на участке площадью около 2,5 см<sup>2</sup> слизистой оболочки в носовой полости. Они представляют клетки, снабженные микроскопическими выростами – обонятельными ресничками, окутанными слизью. Пахучие молекулы растворяются в слизи и впитываются ресничками. Далее информация о запахе попадает по обонятельному нерву в переднюю часть головного мозга где происходит анализ и узнавание запаха.

Условиями восприятия запахов являются летучесть и растворимость в жирах пахучего вещества; движение воздуха, содержание молекул пахучего вещества в области обонятельного анализатора.

Абсолютный порог обоняния измеряется долями миллиграмма вещества на литр воздуха (мг/л). Запахи могут сигнализировать человеку о нарушениях в ходе технологического процесса и об опасностях. Однако необходимо учитывать, что возможны врожденная и приобретенная на производстве потери обоняния



(аносмия). Аносмию могут вызвать вещества, обладающие прижигающим эффектом и вызывающие атрофические явления на слизистой носа.

**Вкусовой анализатор.** Различные участки языка воспринимают вкус по-разному:

- одни чувствительны к сладкому (кончик языка);
- другие – к соленому (справа и слева от рецепторов, реагирующих на сладкое, т. е. от кончика, но глубже по краю);
- третьи - к кислому (справа и слева по краю языка, но глубже от соленого рецепторного поля);
- и, наконец – к горькому (поле, лежащее глубоко, у корня языка в его центре).

Все остальные разновидности ощущений есть комбинация этих четырех вкусов. Абсолютные пороги вкусового анализатора выражаются в величинах концентраций раствора, и он примерно в 10000 раз выше, чем обонятельного. Восстановление вкусовой чувствительности после воздействия различных раздражителей заканчивается через 10-15 мин.

**Интерорецепция** – сбор центральной нервной системой информации о состоянии собственного организма. Условно ее подразделяют на висцерорецепцию и проприорецепцию.

*Висцерорецепторами* осуществляются, например, рефлексывыделения желудочного сока, мочеиспускания и дефекации, кашель, рвота и пр.

Все висцерорецепторы подразделяют на механорецепторы, терморецепторы и хеморецепторы.

К *механорецепторам* относят пресстрепторы, барорецепторы, волюморецепторы, осморецепторы, рецепторы растяжения. Осморецепторы располагаются во многих органах, центральные – в гипоталамусе, периферические – во внутренних органах.

К *терморецепторам* относятся терморецепторы внутренних органов и собственные рецепторы центра терморегуляции.

К *хеморецепторам* относят сенсоры, чувствительные к кислороду, углекислому газу, рН среды, ионам натрия, калия, кальция, другим электролитам, глюкозе и др.

Импульсы от висцерорецепторов поступают в продолговатый мозг, а затем в кору больших полушарий. Под их влиянием возникают ощущения жажды, голода, одышки и пр., а также эмоциональные состояния, чаще негативной окраски.

Висцерорецепторы сердечно-сосудистой системы стимулируют сердечную деятельность, выведение из организма воды, регулируют артериальное давление и состояние кровеносных сосу-



дов.

Висцерорецепторы легких:

- механорецепторы растяжения возбуждаются во время глубокого вдоха и вызывают его прекращение;
- хеморецепторы кислорода, углекислого газа и рН регулируют частоту и глубину дыхания;
- ирристантные механорецепторы возбуждаются при резком вдохе или резком выдохе, имеют хеморецепторную функцию т.к. реагируют на раздражители (пыль, пары едких веществ, гистамин и др.) вызывая кашлевой рефлекс;
- юктаальвеолярные механорецепторы капилляров и ткани альвеол возбуждаются в ответ на внедрение некоторых биологических веществ, вызывая одышку.

### 2.3. Внутренняя среда организма. Основы регуляции жизнедеятельности

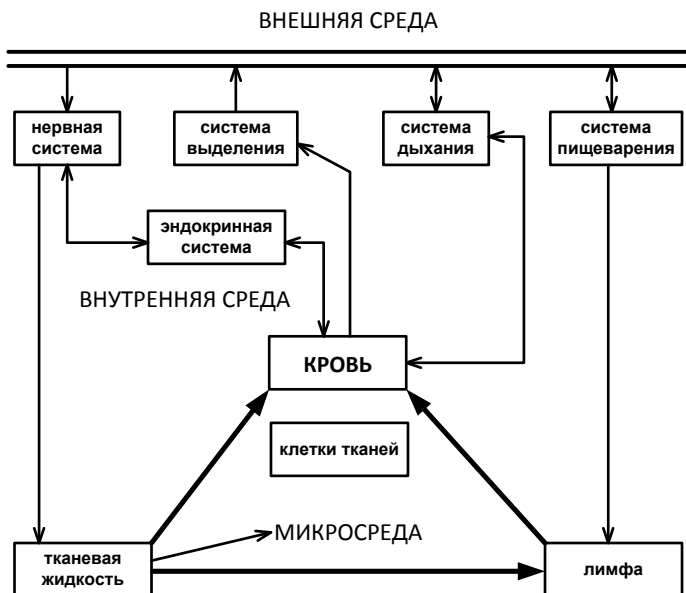
*Внутренней средой организма* называют совокупность биологических жидкостей (кровь, лимфа, тканевая жидкость), омывающих клетки и структуры тканей, участвующих в обмене веществ, информации и иммунных ответах на внешнее «вторжение». Организм представляет собой ультрастабильную систему, которая сама осуществляет поиск наиболее устойчивого и оптимального состояния (несмотря на вмешательство внешней среды), удерживая различные параметры функций в границах физиологических («нормальных») колебаний.

**Гомеостаз** – относительное динамическое постоянство *внутренней среды* и устойчивость физиологических функций (кровообращения, дыхания, терморегуляции, обмена веществ и пр.) Это именно динамическое (*подвижное равновесие*), а не статическое состояние.

Взаимосвязи компонентов внутренней среды между собой и с внешней средой показаны на схеме 2.3. (В.Б. Брин и соавт., 1994).



### Взаимодействие внутренней среды организма с внешней средой



Внешняя среда влияет на организм через рецепторы (органы чувств), через легкие (газообмен), через желудочно-кишечный тракт (всасывание воды, питательных и антипитательных веществ). Нервная система оказывает свое регулирующее действие за счет выделения на окончаниях нервных проводников специальных посредников – медиаторов, а также – опосредованно, через эндокринную систему, секретирующую в кровь специальные гуморальные регуляторы – гормоны.

Наиболее понятен механизм саморегуляции организма если его рассматривать через предложенный П.К. Анохиным принцип «**функциональных систем**» (ФС).

**ФС** – это динамически (экстренно!) складывающиеся (центральные и периферические) единицы интеграции организма, направленные на достижение результатов приспособительной деятельности. Подчеркнем - не анатомические системы (пищеварения, мышечная, дыхания, сердечно-сосудистая и т.д.), а функциональные, объединяющие как близко, так и отдаленно расположенные и разнородные по прямому назначению структуры организма. Целостный организм представляет собой иерархию множе-



ства ФС, действующих по принципу многосвязного и мультипараметрического взаимодействия. Всегда налицо доминирующая ФС и все остальные по отношению к ней выстраиваются в соподчиненном порядке, при котором результат деятельности подчиненной системы входит в результат системы более высокого уровня доминирования. Примерами отдельных ФС, обеспечивающих различные показатели гомеостаза являются системы:

- поддержания оптимальных величин гемодинамических и химических показателей (уровень кровяного давления, объем циркулирующей крови, частота сердечных сокращений, содержание форменных элементов крови, концентрация сахара и минеральных веществ в крови и т.д.);
- поддержания оптимального уровня дыхательных показателей (частота и глубина дыхания, соотношение парциального давления  $O_2$  и  $CO_2$ );
- обеспечения водно-солевого баланса и осмотического давления (соотношение электролитов: натрия, кальция, хлора, магния, фосфора);
- регулирования свертывания крови;
- поддержание заданных параметров pH в отдельных органах, жидкостях и на поверхности организма;
- поддержания оптимальной температуры тела и пр.

При рассмотрении показателей гомеостаза принято учитывать такое явление как **физиологический градиент** (градиент электрического поля, концентрационный, осмотический, гидростатический и температурный градиенты).

*Градиент* – это векторная величина, показывающая направление наиболее быстрого изменения какой-либо функции (во времени или пространстве).

Градиент *электрического поля* в организме человека возникает в результате перемещения ионов внутри клеток и тканей или вследствие приложения внешнего источника электрического поля. На биологических мембранах изменение градиента может привести к изменению ее поляризации и степени упорядоченности структуры. Существуют пороговые значения градиента потенциала, при котором клетки генерируют потенциал действия.

*Концентрационный* градиент в живых тканях возникает при наличии значительной разницы в концентрации ионов во внутренней и внешней среде (высокая внутренняя концентрация ионов калия и низкая концентрация ионов натрия и хлора). Поступление и выход различных веществ из клеток происходит вследствие наличия градиента их концентрации.



*Осмотический* градиент характеризует разницу в величине осмотического давления в системе растворитель – раствор, разделенных полупроницаемой мембраной (проницаемой для молекул растворителя и непроницаемой для молекул растворенного вещества). При увеличении осмотического давления во внешней среде клетки вода будет поступать в клетку; скорость поступления при этом будет пропорциональна градиенту. При нарушении белкового или солевого обмена изменяется также и осмотический градиент. Например, при его увеличении вода будет поступать в ткань, вызывая отек.

*Гидростатический* градиент характеризует перепад давления между внешней и внутренней средой клетки, целого организма или отдельных его частей (например, работа сердца приводит к появлению градиента: в артериальной части кровеносной системы возникает положительное гидростатическое давление, в венозной – отрицательное).

*Температурный* градиент, возникающий вследствие разности температур внутри и вне клетки, существенно влияет на все процессы жизнедеятельности. Так, скорость диффузии электролитов увеличивается на 30-40% при повышении температуры на 10°C.

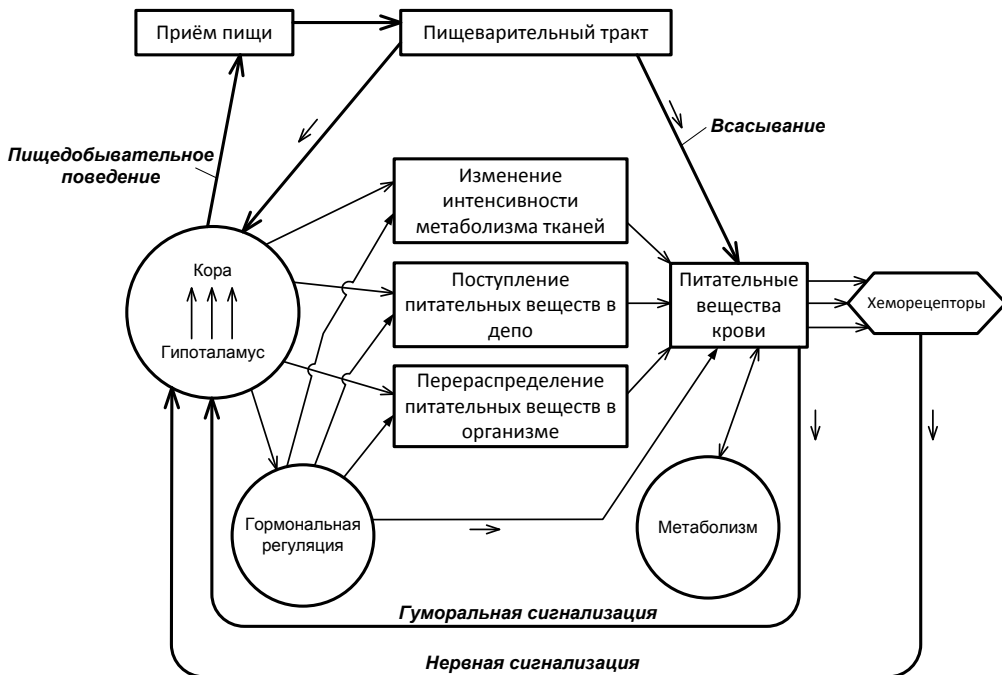
**Триггерные** (пусковые) **механизмы**, обеспечивающие переход какой-либо системы (клетка, орган, организм) из одного функционального состояния в другое также имеют иерархию: перейдя в новое состояние система (процесс) становится адекватным пусковым раздражителем для последующего звена цепи процессов, направленных на **достижение** параметров **полезного результата**. Организм неизбежно должен произвести выбор одной единственной возможности «поведения» из многочисленных возможностей, которыми он располагает в каждый данный момент. Клетки, ткани и органы обеспечивают *пластичность* ФС, изменяя уровень своего функционирования для поддержания гомеостаза. Пластичность обеспечивается за счет включения в работу или выключения части клеточных и надклеточных структур (всегда имеются «дежурные» кровеносные капилляры, легочные альвеолы, нефроны почки, нейро-моторные единицы ЦНС). Благодаря такой готовности ФС при необходимости (стресс, опасность, тяжелая физическая нагрузка) в течение нескольких десятков секунд возможно значительное изменение уровня сахара в крови, объема легочной вентиляции, уровня артериального давления и других важных организму в данный момент показателей жизнедеятельности.



Любая ФС имеет принципиально однотипную организацию и включает следующие универсальные узловые механизмы: 1) полезный приспособительный результат как ведущее звено ФС; 2) рецепторы результата; 3) обратную афферентацию, идущую от рецепторов результата в центральные образования ФС; 4) центральную архитектуру, представляющую избирательное объединение ФС нервных элементов различных уровней; 5) исполнительные соматические, вегетативные и эндокринные компоненты, включающие организованное целенаправленное поведение (пример – на схеме 2.4.)

Схема 2.4.

### Функциональная система, поддерживающая уровень питательных веществ в организме (по Анохину и Судакову)



## 2.4. Адаптация человека к меняющимся условиям среды обитания

При отклонении параметров окружающей среды от оптимальных для организма человека уровней механизмы саморегу-

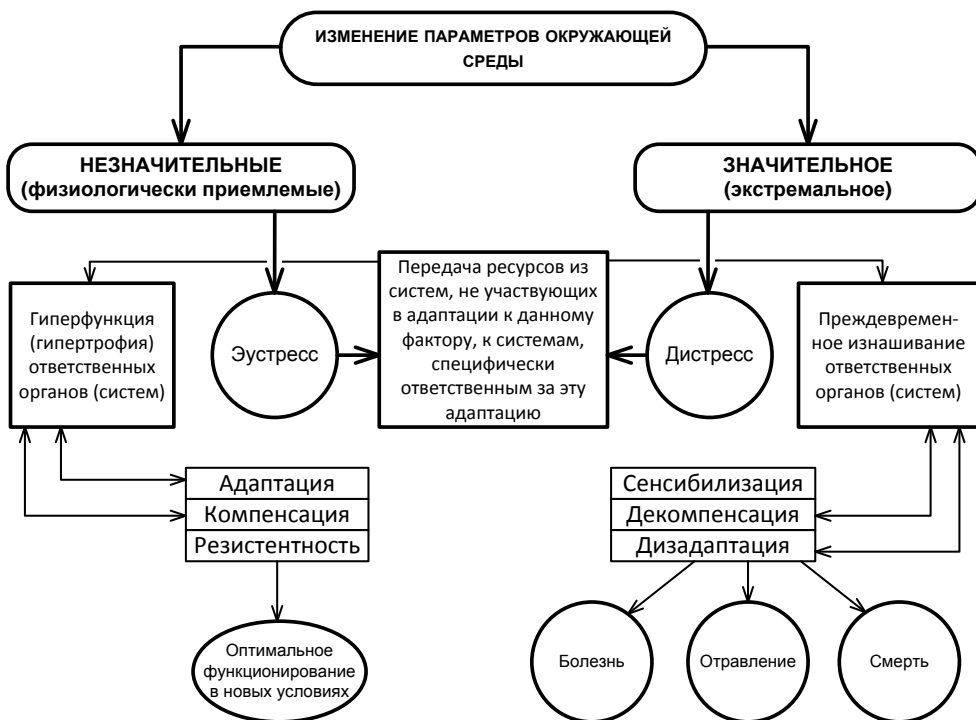




ляции начинают функционировать с напряжением. Изменившиеся параметры окружающей среды необходимо рассматривать как стрессоры. Если уровни воздействующих факторов не велики, а время воздействия не продолжительно, то они полезны для организма, т.к. **тренируют** его компенсаторные механизмы и, вызывая *эустресс* – физиологическую форму реакции организма, запускают механизм вначале срочной, а затем – долговременной адаптации. В случае продолжительного вредного воздействия или отклонения уровней за пределы допустимых гигиенических нормативов (экстремальных воздействий) наступает *дистресс* – патологическая форма состояния организма, заканчивающаяся истощением его мобилизационных резервов (декомпенсацией), срывом адаптации (дизадаптацией), болезнью, отравлением или смертью (схема 2.5).

Схема 2.5.

### Модель развития адаптации (дизадаптации) организма к условиям среды





Адаптационный потенциал человека можно выразить математически и измерить (предложено несколько методов его оценки как в целом, так и по возможностям отдельных систем организма).

Переход от здоровья к болезни происходит через ряд последовательных стадий процесса адаптации. В соотношении уровня адаптации и состояния здоровья выделяют 4 стадии:

1. *Удовлетворительная* адаптация характеризуется малой вероятностью заболевания; показан обычный образ жизни.

2. При *напряжении механизмов* адаптации вероятность заболевания выше, чем на предыдущей стадии; требуются оздоровительные мероприятия.

3. *Неудовлетворительная* адаптация сопровождается высоким риском заболевания в ближайшем будущем; требуются срочные профилактические меры.

4. *Срыв адаптации* – состояние, когда у человека уже имеются или скрытое заболевание, или предболезнь, или патологическое отклонение, требующие детального врачебного обследования и лечения.

Р.М. Баевский предложил формулу для определения адаптационного потенциала организма у космонавтов:

$$\mathbf{АП = 0,011 ЧСС + 0,014 СД + 0,008 ДД + 0,014 В + 0,009 М - 0,009 Р - 0,27}$$

где АП – адаптационный потенциал; ЧСС – число сердечных сокращений (частота пульса) в минуту; СД – систолическое давление, мм рт. ст.; ДД – диастолическое давление, мм рт. ст.; В – возраст, годы; М – масса, кг; Р – рост, см.

Шкала оценки адаптационного потенциала выглядит следующим образом:

- *хороший* уровень адаптации, когда величина АП меньше 2,0;
- *удовлетворительная* адаптация, когда АП не выше 2,1;
- *напряжение* адаптации при АП = 2,1-3,0;
- *срыв* адаптации, когда полученная величина АП больше 4,1.

*Неудовлетворительная* адаптация выражается показателями АП от 3,0 до 4,1.

Работоспособность **сердечно-сосудистой системы** и ее готовность к физическим нагрузкам оценивают по методу Руфье. Сущность метода заключается в способности тренированного сердца быстро восстановить нормальный (физиологический) ритм своих сокращений после физической нагрузки (30 приседаний за 45 секунд). Работоспособность определяют по формуле

$$\mathbf{K = 1/10 \{4 (P1 + P2 + P3) - 200\}},$$



где P1 – пульс за 15 секунд в исходном состоянии; P2 – пульс за первые 15 секунд после нагрузки; P3 – пульс за последние 15 секунд первой минуты восстановления.

Шкала оценки работоспособности сердца (по Руфье):

- работоспособность *хорошая* при  $K = 0,1 - 5,0$ ;
- работоспособность *удовлетворительная* при  $K = 5,1 - 10,0$ ;
- работоспособность *неудовлетворительная* при  $K$  больше 10,0.

Оценку адаптационных возможностей **дыхательной системы** проводят с помощью пробы Штанге.

Функциональная респираторная проба (Штанге) с задержкой дыхания на вдохе (глубокий вдох): *отличное* время задержки дыхания – больше 50 секунд; *хорошее* время задержки дыхания = 30 – 50 секунд; *удовлетворительное* время – 20 – 30 секунд; *неудовлетворительное* время задержки дыхания – меньше 20 секунд.

(Считается, что у тренированных людей этот показатель равен 46 – 60 секундам, у нетренированных он лежит в интервале - 36 - 45 секунд).

Условия проведения пробы: 3 минуты необходимо дышать спокойно, потом проводят пробу. Сделать 3 попытки и рассчитать среднее арифметическое максимальной задержки дыхания.

## 2.5. Соматотипы людей. Пищевой статус человека и его здоровье

Гармоничность пропорций тела является одним из критериев при оценке состояния здоровья человека. При диспропорции в строении тела можно думать о нарушении ростовых процессов и обусловивших его причинах (эндокринных, хромосомных и др.). На основании вычисления пропорций тела в анатомии выделяют три основных типа телосложения человека: мезоморфный, брахиморфный, долихоморфный.

К *мезоморфному* типу телосложения (**нормостеники**) отнесены люди, анатомические особенности которых приближаются к усредненным параметрам нормы (с учетом возраста, пола и т. д.).

У людей *брахиморфного* типа телосложения (**гиперстеники**) преобладают поперечные размеры, хорошо развита мускулатура, они не очень высокого роста. Сердце расположено поперечно благодаря высоко стоящей диафрагме. У брахиморфных легкие более короткие и широкие, петли тонкой кишки расположены преимущественно горизонтально.



Лица *долихоморфного* типа телосложения (**астеники**) отличаются преобладанием продольных размеров, имеют относительно более длинные конечности, слабо развитые мышцы и тонкую прослойку подкожного жира, узкие кости. Диафрагма у них расположена ниже, поэтому легкие длиннее, а сердце расположено почти вертикально. Большинство людей не относится к крайним вариантам телосложения (эндоморф, мезоморф, эктоморф), в их телосложении в той или иной степени выражены все три компонента.

Знать свой соматотип необходимо, так как морфологические особенности человеческого тела тесно связаны с физиологическими показателями и состоянием здоровья. Одним из показателей состояния адаптационных резервов организма является статус питания (пищевой статус).

Статус питания (Кошелев Н.Ф., 1968) - это такое состояние структуры, функции и адаптационных резервов организма человека, которое сложилось под влиянием предшествующего фактического питания (состава и количества пищи, условий ее потребления и генетически детерминированных особенностей метаболизма питательных веществ).

Выделяют 4 вида статуса питания: 1) *обычный* (нет связанных с питанием нарушений здоровья); 2) *оптимальный* (адаптационные резервы выше, чем при обычном статусе; это достигается за счет специальных рационов); 3) *избыточный* (I, II, III и IV степени) – нарушение структуры и функции, снижение адаптационных резервов; заболевания, связанные с чрезмерным питанием; 4) *недостаточный* (неполноценный, преморбидный и морбидный) – снижение адаптационных резервов организма, симптомы пищевой недостаточности, нарушения обмена веществ и заболевания, связанные с неправильным питанием.

Широко используемым в медицине экспресс-показателем статуса питания является *Индекс массы тела* (для полной оценки статуса питания требуется анализ соматометрических, клинических, биохимических, функциональных и диетологических показателей). Индекс массы тела (ИМТ) определяют по формуле:

$$\text{ИМТ} = \text{масса тела (кг)} / \text{рост (м}^2\text{)}.$$

По данным Всероссийского научного общества кардиологов риск сердечно – сосудистых и обменных заболеваний конкретного человека достоверно связан с его ИМТ (табл. 2.3 и 2.4).



Таблица 2.3.

**Соотношение ИМТ, массы тела (статуса питания) и риска сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ).**

ИМТ	Масса тела	Риск ССЗ
< 18,5	Дефицит массы тела	Низкий риск
<b>18,5 – 24,9</b>	<b>Нормальная масса тела</b>	<b>Обычный</b>
25,0 – 29,9	Избыточная масса тела	Повышенный
30,0 – 34,9	Ожирение I степени	Высокий
35,0 – 39,9	Ожирение II степени	Очень высокий
> = 40	Ожирение III степени	Чрезвычайно высокий

Таблица 2.4

**Относительный риск заболеваний в течение ближайших 10 лет у здоровых мужчин, в зависимости от индекса массы тела.**

ИМТ	Относительный риск заболевания (разы)			
	Сахарный диабет	Артериальная гипертензия	Ишемическая болезнь сердца	Мозговой инсульт
18,5 – 21,9	1,0	1,0	1,0	1,0
22,0 – 24,9	1,8	1,5	1,1	1,1
25,0 – 29,9	5,6	2,4	1,7	1,3
30,0 – 34,9	18,2	3,8	2,2	2,1
> = 35,0	41,2	4,2	2,4	2,5

Как недостаточный, так и избыточный пищевой статус проявляется изменениями обменных процессов. Количественные изменения биохимических показателей в этом случае выполняют роль маркеров нарушения питания или развивающегося заболевания.

## 2.6. Здоровый образ жизни (ЗОЖ)

Содержание *здорового* образа жизни не медицинскому специалисту станет более понятным при условии понимания компонентов «*простого*» образа жизни. Образ жизни человека складывается из *уровня, стиля, качества и уклада* жизни (см. раздел 1.2.)

**Здоровый образ жизни** – это осознанное гигиеническое поведение человека, базирующееся на научно обоснованных санитарно-гигиенических нормативах, направленных на укрепление и сохранение здоровья, обеспечение высокого уровня трудоспо-



собности и достижение активного долголетия.

Профилактическая медицина к структурным компонентам ЗОЖ относит: 1) культуру питания и водопотребления; 2) физическую активность; 3) рациональные труд и отдых; 4) безвредные условия проживания; 5) отказ от вредных привычек (лечение зависимых состояний); 6) профилактическую активность самого человека.

Процесс формирования ЗОЖ – это не кратковременное мероприятие, а широкое общественное явление, сопровождающее человека на протяжении всей его жизни, на всех этапах его физиологического и профессионального роста. Современное (урбанизированное) общество сталкивается с огромным числом вредностей и опасностей (см. главу I) поэтому каждый человек должен обладать минимумом медицинских знаний и выработать у себя риск-ориентированное мышление. Образ жизни будет стремиться к здоровому, если поведенческие ориентиры человека будут направлены на реализацию постулатов психогигиены, валеологии, гигиены питания, коммунальной гигиены и гигиены труда; если каждый индивид будет рассматривать свое здоровье как жизненный приоритет и ежедневно станет выполнять правила ЗОЖ.

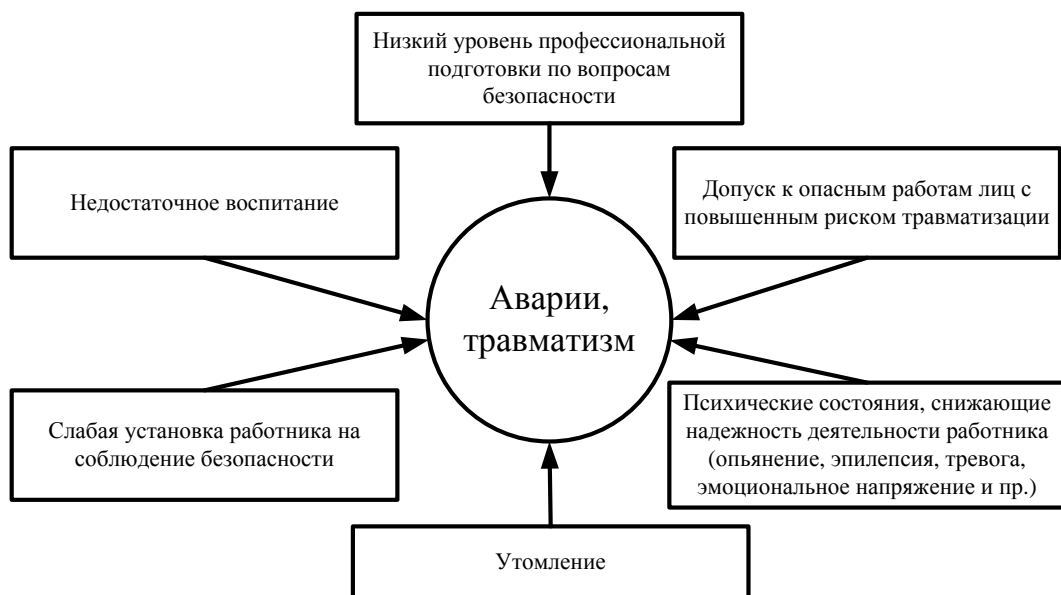
## 2.7. Психология безопасности труда

Безопасность труда человека – важная составная часть общей системы безопасности его жизнедеятельности. Проблемы аварийности и травматизма на современном производстве невозможно решить только инженерными методами. Установлено, что в основе большей части случаев аварийности и травматизма (от 60 до 90%) лежат не инженерно-конструктивные дефекты, а «человеческий фактор» (схема 2.6.)



Схема 2.6.

**Организационно-психологические причины травматизма**



*Психическая деятельность* – это сложный, многоуровневый и многофункциональный процесс, связанный не только с состоянием центральной нервной системы, но и с общим состоянием здоровья человека (табл. 2.5.)

Таблица 2.5.

**Компоненты психической деятельности личности**

Группы компонентов	Содержание компонентов
Психические свойства и качества личности	Свойства – темперамент и характер. Качества – интеллектуальные, волевые, эмоциональные, трудовые, моральные.
Психические процессы	Это механизм ориентировки человека в окружающей среде и приобретения им жизненного опыта через <i>восприятие</i> (предметов и явлений), формирование <i>ощущений</i> и <i>памяти</i> . Различают волевые, эмоциональные и познавательные психические процессы.



Психические состояния	Чрезмерные формы психического напряжения (тормозный и возбудимый тип), пароксизмальные состояния (временная утрата сознания различного генеза), аффективные состояния (сужение объема сознания под влиянием обиды, оскорбления, неудач), состояния тревоги (страх, испуг, паника), производственные психические состояния.
-----------------------	--

Производственные психические состояния требуют особого рассмотрения, т.к. именно они формируют *производственный стереотип* работника и определяют уровень его адаптации к конкретной производственной среде (табл. 2.6.)

Таблица 2.6.

### Производственные психические состояния человека

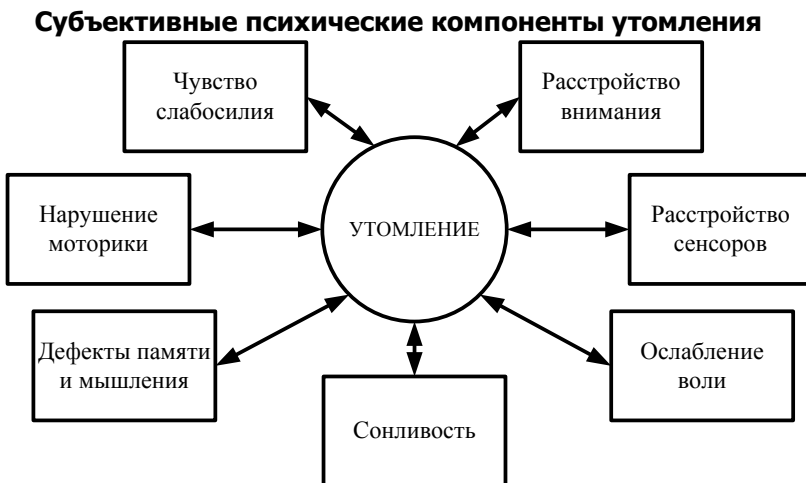
Психическое состояние	Содержание состояния
Умеренное напряжение	Состояние психической активности, способствующее работе в оптимальном режиме (невысокие нервно-психические затраты, умеренное повышение физиологических реакций, хорошее самочувствие, алгоритмическое мышление, длительное сохранение работоспособности, отсутствие ошибочных действий).
Повышенное напряжение	Работа в экстремальных условиях при максимальном напряжении физиологических и психических функций, т.е. за пределами оптимума. Причины такого состояния: 1) физиологический дискомфорт, т.е. несоответствие параметров производственной среды гигиеническим нормам; 2) биологический страх; 3) дефицит времени на обслуживание; 4) повышенная трудность задачи; 5) повышенная значимость ошибки действий; 6) наличие релевантных помех; 7) неуспех вследствие объективных обстоятельств; 8) дефицит информации для принятия решений; 9) недогрузка информацией (сенсорная депривация); 10) перегрузка информацией; 11) конфликтные условия (действия для выполнения одного противоречат действиям другого условия).
Интеллектуальное напряжение	Высокая плотность потока проблемных ситуаций в ходе выполнения технологического процесса.





Сенсорное напряжение	Неоптимальные условия деятельности сенсорных и перцептивных систем, приводящие к затруднениям в восприятии необходимой информации.
Монотония	Напряжение, вызванное однообразием выполняемых действий, невозможностью переключения внимания, повышенными требованиями к концентрации и устойчивости внимания.
Политония	Напряжение, вызванное необходимостью переключений внимания, частых и в неожиданных направлениях.
Физическое напряжение	Напряжение организма, вызванное повышенной нагрузкой на опорно-двигательный аппарат человека.
Эмоциональное напряжение	Напряжение, вызванное конфликтными условиями, повышенной вероятностью возникновения аварийной ситуации, неожиданностью или длительностью вышеперечисленных видов напряжений организма.
Напряжение ожидания	Напряжение, вызванное необходимостью поддержания готовности рабочих функций в условиях отсутствия деятельности.
Мотивационное напряжение	Напряжение, связанное с борьбой мотивов, с выбором критериев для принятия решения.
Утомление	Напряжение, связанное с временным снижением работоспособности, вызванным длительной работой.

*Утомление* – один из ведущих факторов влияния на эффективность и безопасность деятельности, сложный и разнородный комплекс явлений (схема 2.7.)



*Чувство слабосилия* – человек чувствует, что не в силах должным образом продолжать работу.

*Расстройство внимания.* Внимание – одна из наиболее утомляемых психических функций (легко отвлекается и становится неустойчивым).

*Расстройство сенсоров.* Под влиянием утомления в первую очередь расстраиваются те рецепторы, которые принимали участие в работе.

*Нарушение моторики.* Появляются замедление или беспорядочная торопливость в движениях, расстраивается их ритм, ослабляется точность и координированность движений (наступает их деавтоматизация).

*Дефекты памяти и мышления* (возможно забывание инструкции при хорошей памяти на все, что не имеет отношение к работе; снижаются сообразительность и умственная ориентация).

*Ослабление воли* (при утомлении ослабевают решительность, выдержка и самоконтроль, отсутствует настойчивость).

*Сонливость.* При сильном утомлении «включается» оборонительное торможение мозга и возникает сонливость. Возможно засыпание в любом положении (сидя, «на ходу», стоя).

В динамике утомления выделяют различные стадии:

*Первая* стадия – относительно слабое чувство усталости, производительность труда не падает или снижается незначительно.

*Вторая* стадия – снижение производительности труда ста-



новится заметным (чаще страдает качество, а не количество работы).

*Третья стадия* – появляется переутомление (острое переживание утомления). Кривая работы или резко снижается, или же принимает «лихорадочную» форму (безуспешные попытки сохранить темп). Рабочие действия настолько дезорганизованы, что человек чувствует невозможность продолжения работы и произвольно ее прекращает.

**Монотонность.** На работоспособность человека помимо утомления может влиять и состояние монотонности. Такое психическое состояние вызывается действительным и кажущимся однообразием выполняемых на работе движений и действий. Человек становится вялым, безучастным к работе. Однообразные и кратковременные производственные операции (бедность раздражителей, однообразие их, ограниченность поля наблюдения) снижают психическую напряженность и активность, вызывают скуку и полусонное состояние и, в конце концов, приводят к преждевременному утомлению.

**Эмоциональное напряжение.** В зависимости от преобладания в мозге конкретного работника процессов *возбуждения* или *торможения* состояние его эмоционального напряжения приведет к различным формам поведения в экстремальных ситуациях.

Если работник недостаточно подготовлен к выполнению возложенных на него функций (как профессионал), то появляется напряженный тип поведения. Такие работники судорожно сжимают рукоятки управления, кусают губы, их лицо перекошено, внимание приковано к индикатору, на воздействие эмоциональных факторов реагируют чрезвычайно сильно. Они заторможены, скованы, импульсивны. Возможно сознательное уклонение от выполнения своих функций. В аварийной ситуации оператор сидит в застывшей позе, действует по привычному, однако неадекватному сложившейся ситуации шаблону, или пытается уйти подальше от пункта управления, чтобы избавиться от эмоциональных нагрузок.

Агрессивно-бесконтрольный тип поведения. Наиболее яркой и опасной формой проявления эмоциональной неустойчивости (при преобладании в ЦНС процессов возбуждения) являются *аффективные срывы* деятельности. Человек становится агрессивным, действует бессмысленно и бесконтрольно, что усугубляет состояние управляемой им системы, ускоряя этим наступление катастроф и аварий.



Прогрессивный тип поведения. Для некоторой категории людей с преобладанием процессов возбуждения в коре головного мозга в экстремальных ситуациях характерно значительное улучшение показателей своей работы. Появляются повышенная работоспособность, «боевой» задор, работа выполняется четко и с минимальной затратой сил.

Важным путем повышения надежности систем управления является своевременный отсев лиц с бесконтрольным типом поведения. Это возможно в ходе профотбора и периодических медицинских осмотров работников где (наряду с другими критериями) учитывают темперамент и характер кандидата на должность.

#### **Различают 4 типа темперамента:**

- 1) *флегматик* (сильный, уравновешенный, малоподвижный);
- 2) *сангвиник* (сильный, уравновешенный, подвижный);
- 3) *холерик* (сильный, неуравновешенный);
- 4) *меланхолик* (слабый тип).

Хорошего или плохого темперамента не существует. У каждого типа свои достоинства и недостатки.

*Флегматики* невозмутимы, медлительны, им трудно принимать решения. Многолюдные сборища их утомляют. Зато они обладают хорошей трудоспособностью, умеют рассчитывать свои силы, всегда выполняют работу до конца и не теряют головы в трудных ситуациях.

*Сангвиники* – весельчаки, шутники, «легкие» люди, они активно противостоят трудностям, хорошо приспосабливаются к меняющимся условиям. Но они не способны к кропотливой длительной работе. Они быстро увлекаются, но и быстро теряют интерес.

*Холерики* – вспыльчивые, раздражительные, невыдержанные люди. Зато они могут страстно отдаваться делу, мобилизоваться для решения проблемы, быстро выполняют работу, им не занимать смелости и решительности.

*Меланхолики* глубоко переживают неприятности и смену обстановки. Они легко впадают в уныние, испытывают трудности в общении. Эти люди нерешительны, подвержены страхам и паническим настроениям. Но они высокочувствительны, это творческие люди (среди них много поэтов, художников, музыкантов).

Все человечество можно поделить по степени выраженности черт **характера** на 3 группы:

- 1) средние (нормальные) характеры;
- 2) выраженные характеры (граница нормы);
- 3) патологические характеры (психопаты).



Психопаты - это уже больные люди, у которых преобладает какая-нибудь одна черта характера.

Виды психопатий:

- *астеники* (занижена самооценка, гипертрофированы робость и скромность);
- *параноики* (самоуверенность и жестокость, властелибие, злопамятность и обидчивость, подозрительность и мнительность);
- *истерики* (стремление привлечь к себе внимание, демонстративность, чрезмерная эмоциональность);
- *шизоиды* (скрытность, замкнутость, погруженность в себя и свои проблемы);
- *эпилептоидный тип* – это эгоизм, горячность, упрямство и склонность к аффектам. Они любят управлять и ведут себя как диктаторы.

В результате психологической травмы (удара) может возникнуть невроз. Причины неврозов - крах надежды, смерть близких, психическое переутомление.

Формами неврозов являются: неврастения, истерия, навязчивые состояния, депрессия.

*Неврастения* – хроническая усталость, приступы слабости, нарушения сна и аппетита.

*Истерия* – это «хитрая» реакция организма на неприемлемые ситуации. Допустим, организм переутомлен, но отдых не получает. Тогда психика «заставляет» человека отдохнуть, «подставляя» ему болезнь. Больной может чувствовать боль, биться в конвульсиях и даже ослепнуть, но, при этом никаких нарушений в его органах на самом деле нет.

*Навязчивые состояния* – это постоянное чувство страха и неуверенности. «Выключил ли я утюг перед выходом из дома?», «Что-то сердце покалывает, это не инфаркт?», «Я плохо выполнил курсовую работу, меня выгонят из университета». Страдающий этим неврозом может осознавать нелепость своих страхов, но не способен от них избавиться.

*Депрессия* – подавленное настроение, заторможенность мыслительных и двигательных процессов, безразличие к близким, появление мыслей о самоубийстве. Больной может неподвижно сидеть или лежать, не различать вкуса пищи, односложно и с большими задержками отвечать на вопросы.

Катастрофа души - это психозы. В классификации психозов выделяют:

- старческий (бредовые идеи, подозрительность);
- маниакально – депрессивный (беспричинное веселье,



гнев, безразличие);

- алкогольный (бред, галлюцинации, кошмары, агрессивность);

- эпилепсия (судорожные припадки);

- шизофрения – «аристократический психоз» (расщепление сознания, сны наяву), болеют высокоинтеллектуальные и творческие люди.

Психологические причины создания опасных ситуаций и производственных травм. В каждом действии человека психологи выделяют три функциональные части: мотивационную, ориентировочную и исполнительную. Нарушение в любой из этих частей влечет за собой нарушение действий в целом. Работник нарушает правила, инструкции, либо он не хочет их выполнять, либо не знает, как это сделать, либо он не в состоянии это делать (табл. 2.7.)

Таблица 2.7.

### Причины возникновения опасных производственных ситуаций и их профилактика

Класс причин	Причины нарушений	Профилактические мероприятия
Нарушение мотивационной части действий	Нежелание выполнять определенные действия (недооценка опасности, склонность к риску, отрицательное отношение к регламентам, отсутствие стимулов безопасного труда; состояние депрессии или алкогольно–наркотического опьянения).	Пропаганда и воспитание
Нарушение ориентировочной части действий	Незнание правил эксплуатации технических систем, норм безопасности труда и способов их выполнения.	Обучение, отработка навыков.
Нарушение исполнительной части действий	Невыполнение правил (инструкций, норм, предписаний) вследствие несоответствия психических и физических возможностей человека требованиям работы (плохая концентрация внимания, недостаточная координация движений, нарушения эргономики; переутомление, понижение трудоспособности, заболевания, опьянение).	Профотбор, медицинское обследование, улучшение условий труда.

Очень часто работник сознательно идет на нарушения правил безопасной работы, руководствуясь *общим принципом наименьшего действия* (если цели достичь разными путями, то



## Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности

человек выбирает тот путь, который, по его представлению и опыту, требует наименьшей затраты сил). По этой причине часто не используют индивидуальные и коллективные средства защиты, пропускают операции, необходимые для обеспечения безопасности, выбирают более легкие, но и более опасные рабочие позы и движения (табл. 2.8.)

Таблица 2.8.

**Психологические причины сознательного нарушения правил безопасности труда**

Причина	Побудительные мотивы
Экономия сил	Потребность сохранения энергетических ресурсов. Поведение по принципу наименьшего действия.
Экономия времени	Стремление увеличить производительность труда (для плана или личной выгоды) за счет увеличения темпа работы, пропуска операций, не влияющих на результат труда, но необходимых для обеспечения его безопасности.
Адаптация к опасности, недооценка опасности и ее последствий	Способность человека привыкать к явлениям, осваиваться с ними. <i>Безнаказанность физическая</i> (не всегда за нарушением наступает травма) и <i>социальная</i> (коллеги и руководство снисходительно относятся к нарушениям Инструкции по технике безопасности).
Самоутверждение в глазах коллег	Риск для «нарушителя» дело не просто привычное – благородное.
Стремление следовать групповым нормам трудового коллектива.	Нарушения правил безопасности поощряется молчаливо или громкогласно: «План любой ценой!». Выполнение правил безопасности может поставить человека в положение «белой вороны».
Ориентация на идеалы	Идеалами могут быть как примерные работники, так и нарушители.
Самоутверждение в собственных глазах	Игнорирование безопасных методов труда для победы над врожденной неуверенностью в себе или при упреках третьих лиц.
Переоценка собственного опыта	Человек информирован об опасности, но надеется на собственную расторопность и думает, что его опыт гарантируют предотвращение аварии или позволит вовремя выскочить из опасной зоны.
Привычка работать с нарушениями	Это качество может быть приобретено на другой работе или вне работы.



Стрессовые состояния	Стремление нарушителя «снять стресс», руководство чувствами, а не разумом при совершении действий.
Склонность к риску	Повышенная генетическая тенденция к рискованным действиям («экстремалы» испытывают удовольствие «поставив все на карту»).
Надситуативный (бескорыстный, немотивированный, спонтанный) риск ради риска	Субъект «вдруг» ставит перед собой цель, появление которой не продиктовано ситуацией и прямо не вытекает из нее.

### Контрольные вопросы

1. Перечислите принципы системности, присущие человеческому организму.
2. Начертите общую модель анализатора человека.
3. Приведите классификацию рецепторов человека.
4. Дайте определение понятию «гомеостаз», приведите примеры его констант.
5. Дайте определение понятию «функциональная система», приведите примеры поддерживающих гомеостаз систем, перечислите универсальные узловые механизмы ФС.
6. Начертите модель развития адаптации (дизадаптации) человека.
7. Что такое «Индекс массы тела»? Какие уровни ИМТ вам известны? Как величина ИМТ связана с возможностью заболевания человека?
8. Перечислите и объясните структурные компоненты здорового образа жизни.
9. Перечислите производственные психологические состояния человека.
10. Назовите психические (субъективные) компоненты утомления.
11. Сформулируйте основные причины возникновения опасных производственных ситуаций и адекватные им мероприятия профилактики.





## ГЛАВА III. МЕДИКО – БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ

### 3.1. Питание и здоровье человека

#### 3.1.1. Законы рационального питания

Сохранение постоянства внутренней среды является важнейшим условием нормального обмена веществ в организме. Без пищи человек может прожить до 50 суток. Питание определяет продолжительность и качество жизни человека, значит, в интересах своей безопасности человек должен питаться рационально.

**Рациональным** питание будет только в том случае, если оно

а) физиологически *полноценно*

и

б) *безопасно*.

*Физиологическая полноценность* для различных жизненных ситуаций различна (должна учитывать пол, возраст, характер труда, состояние здоровья, особенности климата и другие факторы).

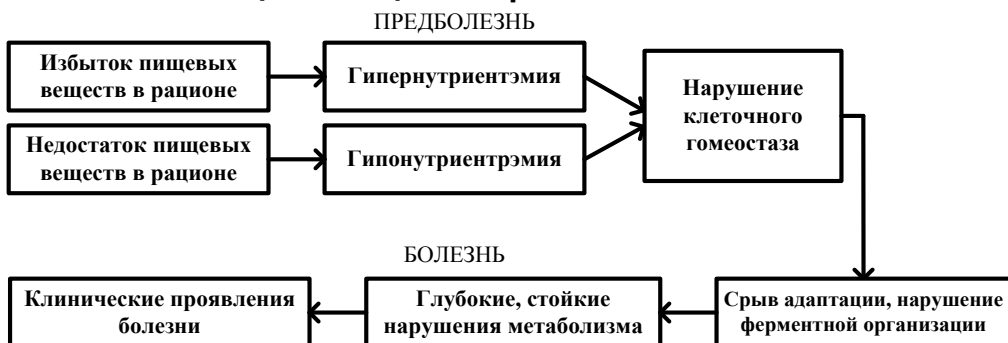
*Безопасность* питания складывается из безопасности химического состава пищи, биологической (инфекционной) безопасности и уровня содержания радиоактивных веществ.

Питание должно обеспечивать гомеостаз и поддерживать жизнедеятельность (рост, развитие, функции органов и систем, выполнение человеком работы и его иммунитет) на высоком уровне. При недостатке или избытке какого-нибудь *нутриента* (питательного вещества, схема 3.1.) или при наличии в пище ***ксенобиотика*** (чужеродного, не требующегося организму вещества, табл. 3.3.) вначале наступает предболезнь, а затем – болезнь или острое отравление.



Схема 3.1.

### Влияние пищевых веществ на развитие болезней питания



Общие требования к пищевому рациону официальная наука сформулировала в следующих основных постулатах (табл. 3.1.).

Таблица 3.1.

### Законы рационального питания

Закон	Содержание закона
Количественной (энергетической) адекватности	Потребность в энергии зависит от возраста, пола, климата, тяжести выполняемой работы. С пищей человек должен получать столько энергии, сколько он тратит на <i>основной обмен</i> и <i>работу</i> (в противном случае он будет или полнеть или худеть). Например, для годовалого ребенка необходимо 100 ккал на 1 кг массы тела, 17-летнему юноше требуется 45 ккал/кг, 70-летнему старику – 2300 ккал в сутки, работнику умственного труда – 2450 ккал/сут, спортсмену – 5000 ккал/сут. При проживании на Севере человеку необходимо увеличивать энергетическую ценность рациона на 5% при снижении среднемесячной температуры воздуха на каждые 10 градусов, а при проживании в жарком климате – так же уменьшать.



<p>Качественной (нутриентной) адекватности</p>	<p>Состав и соотношение пищевых веществ в рационе должны быть сбалансированы. Увеличение содержания какого-либо компонента в рационе сказывается на всасывании не только этого, но и других компонентов. В среднем, соотношение белков, жиров и углеводов должно выглядеть как 1:1:4. Суточная потребность в белках - 80-120 г, причем 55% должны составлять <b>животные белки</b>. <b>Растительных жиров</b> должно быть 30% от общего количества жира. Оптимальный состав <b>углеводов</b>: крахмал-75%, сахара-20%, пектиновые вещества- 3%, клетчатка-2%. Незаменимый фактор питания – <b>витамины</b> необходимо потреблять в строгом соответствии с их физиологической нормой (имеются справочные таблицы). <b>Минеральные вещества</b> обеспечивают гомеостаз только в случае их потребления в адекватном количестве. Эффективное усвоение одного элемента зависит от количества другого: соотношение фосфора и кальция д.б. 1:1,5, а натрия и калия – 2:1.</p>
<p>Энзиматической адекватности</p>	<p>Человек должен питаться теми продуктами, которые «подходят» его организму. Всякое нарушение соответствия химической структуры пищи ферментным конstellляциям ведет к расстройству обмена веществ и формированию различных патологических состояний. Примером слабости ферментной системы может быть распространенная (особенно среди мужчин) <b>энзимопатия</b> к молочному сахару. Человек вдруг начинает отказываться от цельного молока, т.к. после его употребления испытывает метеоризм (вздутие живота) и диспепсические явления (понос): недостаток лактазы = брожение лактозы = расстройство работы ЖКТ.</p>
<p>Соответствия биосоциальным ритмам</p>	<p>Правильный <b>режим</b> питания обеспечивает <i>эффективность</i> работы пищеварительной системы. Не физиологично сразу после еды выполнять физическую работу, спать или заниматься спортом. Рационально 3-4-разовое питание с интервалами между приемами пищи от 4 до 5 часов. При 3-разовом питании завтрак должен обеспечивать 30% суточной энергетической ценности рациона, обед - 45%, ужин – 25%. В жарком климате приемы пищи «сдвигают» на более прохладное время суток, а количество приемов – увеличивают.</p>



Безвредности (биотичности)	Продукты не должны представлять опасности для здоровья из-за наличия физических, химических или биологических контаминантов или процессов порчи (окисление, брожение, осаливание) при неправильном хранении и реализации. <i>Подробнее см. раздел 3.1.2.</i>
----------------------------	--

### 3.1.2. Пищевые ксенобиотики

Считается, что из ядов, регулярно попадающих в организм человека, около 70% поступают с пищей, 20% - из воздуха и 10% - с водой.

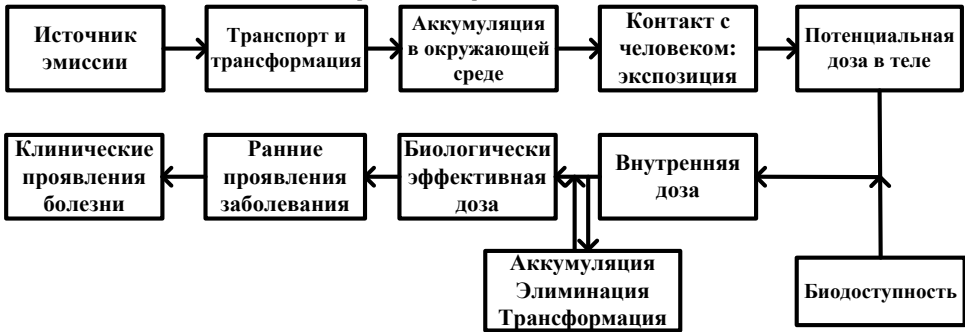
Из загрязненных объектов окружающей среды по пищевым (трофическим) цепям различных экосистем в организм человека поступают чужеродные вещества. Механизмы их биотрансформации в наземной и водной трофических цепях различаются. При *однократном* поступлении загрязнителя в организм наземных животных (потенциальной человеческой еды) защитные механизмы животного способствуют снижению его концентрации, а при хроническом поступлении – вредные вещества накапливаются (материальная кумуляция) в каждом звене наземной трофической цепи. При миграции ксенобиотиков по водным пищевым цепям в каждом последующем звене концентрация вредных веществ увеличивается. Например, планктон извлекает из воды инсектициды и способствует их 10-кратному увеличению концентрации в своем теле. Мелкие ракообразные увеличивают в себе концентрацию яда еще в 50 раз, съевшая их рыба – еще в 10 раз, а в организме птиц, питающихся рыбой, - цифры возрастают еще в 25 раз. В результате такого последовательного накопления в конечных продуктах питания человека концентрация ксенобиотика может быть в десятки, сотни и тысячи раз выше, чем в гидросфере.

Путь ксенобиотика от источников эмиссии до органа-мишени человеческого организма представлен на схеме 3.2.



Схема 3.2.

### Движение пищевого ксенобиотика в системе «внешняя среда – организм»



Ксенобиотики пищи, по их происхождению условно делят на 2 группы (схема 3.3.): эндогенные и контаминанты.



Схема 3.3.

### Классификация пищевых ксенобиотиков





## 3.2. Вода и здоровье человека

### 3.2.1. Значение воды для обеспечения гомеостаза организма

Физиологическое значение воды состоит в том, что она *входит в состав всех биологических тканей*, составляя около 70% массы тела человека, а потеря 20-22% жидкости приводит к смерти. Без потребления воды человек может прожить не более 5 суток. Вода содержится не только в жидких средах, но и в плотных образованиях организма (в %): зубная эмаль - 0,2, кости - 22, жировая ткань - 30, белое вещество мозга и печень - по 70, скелетные мышцы - 76, мышца сердца - 79, почки - 83, серое вещество мозга - 86, стекловидное тело глаза - 99. Установлено, что старение связано с утратой способности организма удерживать воду, с возрастом ее количество в тканях уменьшается.

Вода - *универсальный растворитель*. Вследствие полярности молекул она обладает наибольшей способностью ослаблять связи между частицами, молекулами и ионами многих веществ. Всасывание *солей* в кишечнике возможно благодаря тому, что они растворены в воде. Поступая в кровь, соли влияют на ее *осмотическое давление* (вода снижает, а соли повышают эту константу гомеостаза).

Вода выступает как основа *кислотно-щелочного равновесия*, фактора, определяющего скорость и направление многих биохимических реакций в тканях и органах, так как в ней соли, кислоты, щелочи и яды (*см. главу V*) не только растворяются, но и диссоциируют.

Являясь составной частью крови, секретов и экскретов организма вода выполняет *транспортную функцию* (доставка тканям «всего нужного»: питательных веществ, кислорода и удаление из тканей «всего ненужного»: шлаков, метаболитов, ядов, углекислого газа и пр.)

Велика роль воды в *терморегуляции организма* (*см. раздел 3.5*). Непрерывно выделяясь через почки, легкие, кишечник и кожу она «снимает» с организма значительное количество тепла, поддерживая его тепловой баланс (при испарении пота человек теряет около 30% тепловой энергии).

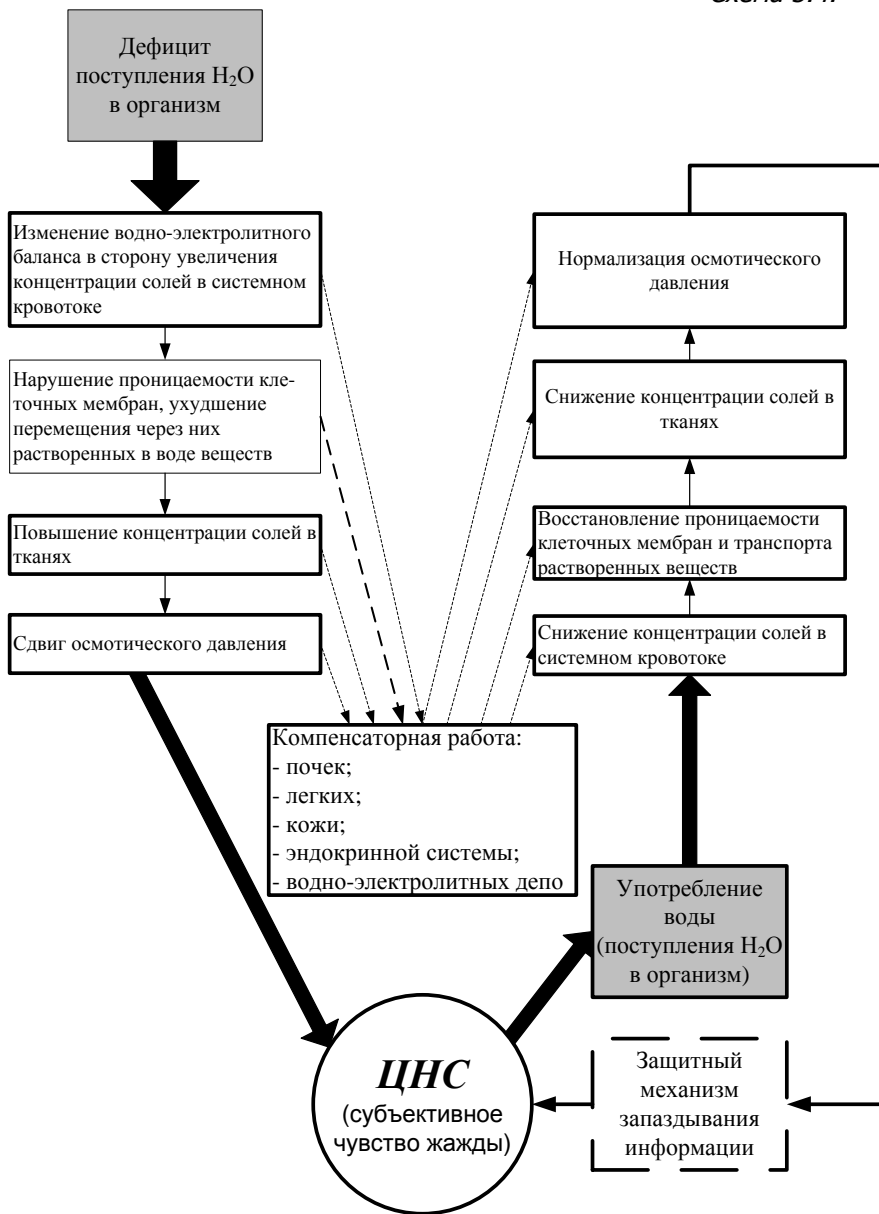
### 3.2.2. Правила водопотребления

Механизм саморегуляции питьевого режима человека базируется на субъективном чувстве *жажды*, которому присуще свой-



ство запаздывания во времени (схема 3.4.)

Схема 3.4.







Вначале излишнее содержание жидкости в организме не вызывает заметных субъективных ощущений и человеку, уже восстановившему водный баланс (на уровне желудочно-кишечного тракта), но не получившему подтверждения об этом от осморецепторов тканей, еще какое-то время хочется пить. Дальнейшая перегрузка жидкостью может привести к нарушению механизмов саморегуляции, поэтому с жаждой необходимо «бороться», выпивая порцию воды дробно, с перерывами и маленькими глотками. В обычных условиях количество выпиваемой жидкости не должно превышать 1,5 л/сут. Дополнительно с продуктами питания поступает 1 – 1,2 л воды. Кроме того, в результате окисления пищевых веществ образуется до 0,5 л воды. Таким образом, при нормальной физической нагрузке и в благоприятных климатических условиях человеку требуется около 3 л воды в сутки. Однако в жарком климате и при тяжелых физических нагрузках потеря воды из-за усиленного потоотделения может возрасти до 10-12 л/сут. Наряду с обезвоживанием в подобной ситуации особо опасно выведение из организма больших количеств солей калия и натрия, изменение водно-электролитного баланса, нарушение мембранных процессов и как следствие - развитие *судорожной болезни* и необратимых изменений в сердечной мышце.

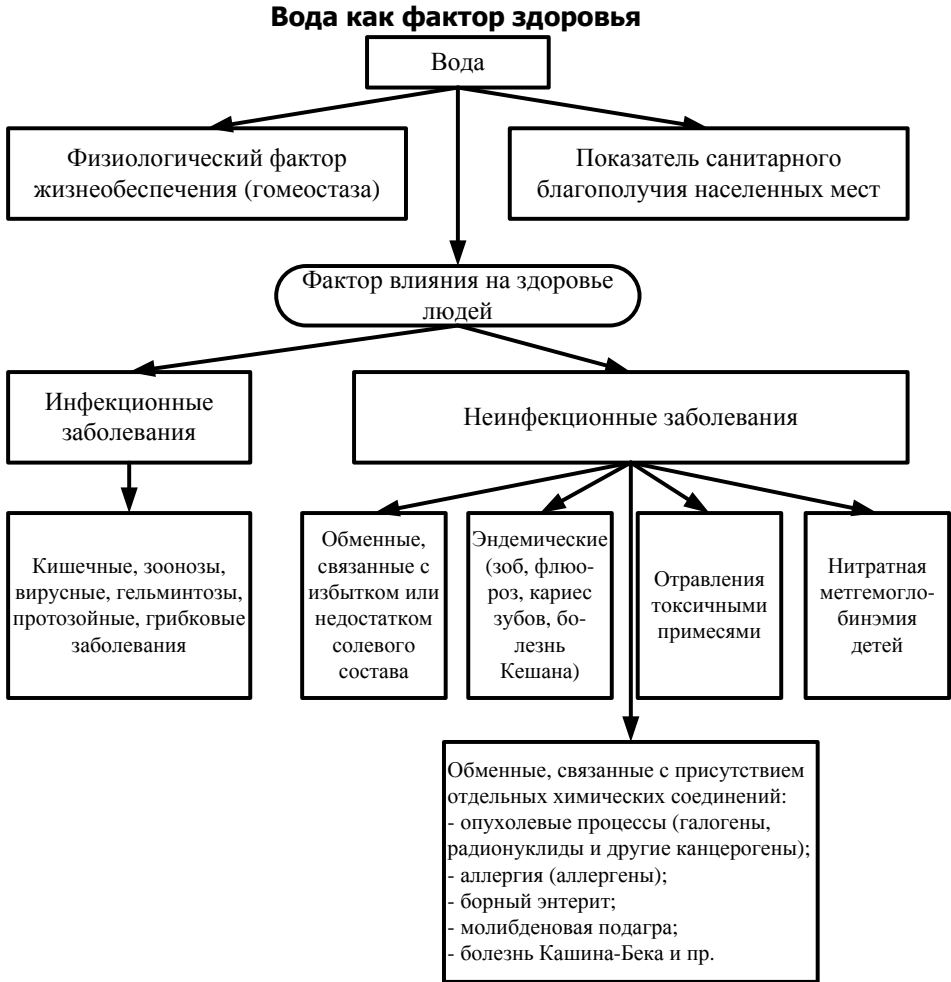
Профилактика таких явлений состоит в достаточном, соответствующем потерям дробном приеме жидкости, поваренной соли и препаратов калия.

### 3.2.3. Вода как фактор здоровья

Наряду с обеспечением *физиологических* функций организма вода имеет важнейшее гигиеническое значение, т.к. через нее происходит *заражение* человека целым *рядом инфекционных заболеваний*, вода, благодаря своему химическому составу изменяет обмен веществ и может вызывать множество *обменных* (не инфекционных) *заболеваний*, ее количество позволяет обеспечивать (или не обеспечивать) *санитарное благополучие* населения (схема 3.5.)



Схема 3.5.



Требования к качеству питьевой воды изложены в объемном нормативно-правовом документе (около 1500 показателей) СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». Обобщенно эти требования сводятся к следующим: 1) питьевая вода должна быть безопасна в *эпидемиологическом* и *радиационном* отношении; 2) безвредна по *химическому* составу; 3) иметь благоприятные органолептические свойства.



Требования к качеству воды не централизованных водосточников и к воде, расфасованной в бутылки изложены в отдельных СанПиНах.

На предприятиях оборудуются системы хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения. Гигиенические требования к качеству технической воды зависят от типа системы (закрытая, открытая). Для закрытых систем лимитирующим показателем опасности является микробиологический состав (отсутствие патогенных микроорганизмов, содержание в 100 мл воды менее 500 общих колиформных бактерий и менее 100 термотолерантных колиформных бактерий и колифагов). Для открытых систем наряду с требованиями эпидемиологической безопасности (отсутствие патогенных микроорганизмов, содержание в 100 мл воды общих колиформных бактерий менее 20, термотолерантных бактерий и колифагов менее 10), вода должна иметь благоприятные органолептические свойства и быть безвредной по химическому составу.

Соединение технического водопровода с хозяйственно-питьевым, подача на технологические процессы очищенных сточных вод без разрыва струи не допускается.

### 3.3. Воздух как объект эндоэкологии

Без воздуха невозможно сохранение жизненных функций организма (в среднем не более 5 минут). С гигиенической точки зрения воздушная среда неоднородна.

Различают:

- 1) атмосферный воздух;
- 2) воздух промышленных помещений;
- 3) воздух жилых и общественных зданий.

Это объясняется разнообразием физических свойств и вредными примесями, связанными с условиями формирования и загрязнения воздушной среды конкретной категории.

Функции воздуха в жизни человека можно сформулировать следующим образом:

- 1) фактор дыхания;
- 2) разбавитель отходов (газообразных продуктов жизнедеятельности человека и животных, отходов производственной и хозяйственной деятельности);

- 3) регулятор солнечной радиации, связанных с ней физиологическими и патологическими процессами в организме (чем меньше прозрачность атмосферы, тем меньшая доза радиации достигает кожи человека);



4) источник некоторых видов сырья (добывают азот, кислород, аргон и гелий);

5) фактор климата и теплообмена (нестабильность его температуры, влажности и подвижности, атмосферного давления и электрического состояния).

Участие компонентов чистого атмосферного воздуха в процессе дыхания демонстрирует динамика его газового состава до и после вдоха человека (табл. 3.2)

Таблица 3.2.

### Газовый состав атмосферного, альвеолярного и выдыхаемого воздуха, % (мм. рт. ст.)

Газовый состав воздуха	Атмосферный воздух	Альвеолярный воздух	Выдыхаемый воздух
O <sub>2</sub>	20,85 (160)	13,5 (104)	15,5 (120)
CO <sub>2</sub>	0,03 (0,2)	5,3 (40)	3,4 (27)
N <sub>2</sub>	78,62 (596)	74,9 (569)	74,6 (566)
H <sub>2</sub> O	0,5 (3,8)	6,3 (47)	6,2 (47)
Общий	100,0 (760)	100,0 (760)	100,0 (760)

**Кислород.** Выделяется флорой как продукт проходящего в ней фотосинтеза. Благодаря своему нестойкому соединению с гемоглобином крови, кислород легко транспортируется по кровяному руслу, и, восстановившись, обеспечивает окисление в клетках и тканях. В среднем, взрослый человек потребляет в течение суток около 500 литров кислорода. При избытке кислорода во вдыхаемом воздухе может наступить отравление, при недостатке – гипоксия (кислородное голодание). Допустимое временное снижение доли кислорода в воздухе – 16% (на подводных лодках, в летательных аппаратах, в шахтах и кессонах).

**Азот.** Это инертный газ («разбавитель» кислорода), жизнь в его атмосфере не возможна (начиная с 93%, наступает смерть). Доказана его ведущая роль в развитии кессонной болезни (газовой эмболии).

**Углекислый газ.** CO<sub>2</sub> выделяется в атмосферу при дыхании человека и животных, а также – в ходе природных и техногенных процессов горения, гниения и брожения. Углекислый газ - это физиологический возбудитель дыхательного центра мозга (на этом основано дыхание «рот в рот» при реанимационных мероприятиях). Являясь конечным продуктом тканевого дыхания, двуокись углерода находится в организме человека в связанном со-



стоянии (в плазме и эритроцитах). Предельно-допустимой концентрацией углекислого газа для воздуха жилых и общественных зданий является величина, равная 0,1%. При увеличении концентрации до 0,2% у человека появляется сонливость и снижается работоспособность. При увеличении его содержания во вдыхаемом воздухе до 4% у человека появляются головная боль, шум в ушах, сердцебиение, возбужденное состояние. При 8% концентрации возникает тяжелое отравление и наступает смерть.

Для нормального функционирования организма человека важен не только газовый состав вдыхаемого воздуха, но и его ионный состав. **Ионизация** воздуха – распад молекул и атомов под влиянием ионизаторов (радиоактивное излучение, УФ излучение солнца и бактерицидных облучателей, космические излучения, распыление воды, грозовые разряды, процессы дробления и горения). Легкие ионы (скорость 1-2 см/с, существуют 1-2 мин.) в случае присоединения пылевых частиц и микробных тел, превращаются в средние, тяжелые и сверхтяжелые ионы. Под действием отрицательных легких ионов у человека происходят благоприятные изменения в газовом и минеральном обмене, стимулируется обмен, ускоряется заживление ран; лучше протекает лечение гипертонической болезни, бронхиальной астмы, аллергических реакций. Положительные тяжелые ионы оказывают угнетающее действие на человека, вызывают сонливость, депрессию, снижают работоспособность. Ускоряют развитие пылевых заболеваний бронхо-легочной системы (транспорт пылевых частиц в альвеолы легких). Ионизационный режим помещений определяется отношением числа тяжелых к числу легких ионов и отношением количества положительных к числу отрицательных ионов – *коэффициент униполярности*. Чем более загрязнен воздух, тем выше этот коэффициент. Например, в 1 кубическом сантиметре воздуха курортных местностей содержится 2000 – 3000 легких ионов, а в воздухе промышленных городов – их уровень снижается до 20 – 40. Согласно СНиП 2.2.4. 1294-03 «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха» минимально допустимое содержание положительных ионов равно 400, отрицательных - 600; максимально допустимое - 50000 ионов обоих знаков. Коэффициент униполярности должен находиться в интервале 0,4 – 1,0.

В *производственных условиях* газовый состав воздуха нормируется только для отдельных видов работ. Основополагающее внимание уделяется его химическому составу или спектру техногенного загрязнения (см. раздел 1.6).

Количество воздуха, необходимое для обеспечения норма-



тивных параметров среды в рабочей зоне (подаваемое или удаляемое системами вентиляции) определяют расчетным методом. В помещениях с одновременным выделением в воздух нескольких вредных веществ расчет ведется по тому веществу, которое требует наибольшего расхода воздуха для обеспечения его ПДК (при *однаправленном* действии вредных веществ расход воздуха определяется по каждому веществу с последующим их суммированием). Содержание вредных веществ в приточном воздухе не должно превышать 30% их ПДК, установленных для воздуха рабочей зоны.

Для *предотвращения перетекания* вредных веществ в смежные помещения (работы с веществами различных классов опасности) в более «грязных» помещениях всегда должно быть обеспечено разряжение, а в «чистых» помещениях – избыточное давление воздуха. Это достигается преобладанием вытяжки над организованным притоком в помещениях с более токсическими веществами.

С учетом аэродинамики вредных веществ различного *агрегатного состояния*, в производственных помещениях соблюдают правила искусственного воздухообмена:

- при выделении *пыли и аэрозолей* – вытяжка осуществляется из нижней зоны помещения;
- при выделении вредных *газов и паров* воздух удаляют из верхней зоны (в помещениях с высотой более 6м – не менее 6 м<sup>3</sup>/ч на 1 м<sup>2</sup> площади помещения).

Включение систем местной вытяжной вентиляции, удаляющей от технологического оборудования вредные вещества 1 и 2 классов опасности, блокируют с этим оборудованием таким образом, чтобы оно не могло работать при отключенной местной вытяжной вентиляции.

*Рециркуляция* воздуха не допускается в помещениях с выделением вредных веществ 1 и 2 классов опасности.

### 3.4. Жилая среда и ее негативное влияние на здоровье

Жилище – сложная система, в которой на проживающего в нем человека действует целый ряд вредных факторов.

Факторы жилой среды:

- 1) *физические* (микроклимат, инсоляция, виброакустические факторы, электромагнитные излучения, ионизирующее излучение);



2) *химические* (загрязненный *наружный* воздух, состав которого определяется профилем ближайшего промышленного объекта и интенсивностью движения автомобильного транспорта по прилегающей улице; вклад в химическую нагрузку для проживающих составляет 20 – 36%);

3) *химические (внутриквартирные загрязнители)*: антропо-токсины, продукты сгорания бытового газа, полимеры, аэрозоли синтетических моющих средств и бытовой химии, табачный и кухонный дым);

4) *биологические* (пылебактериальная взвесь).

**Микроклимат:** норматив температуры для холодного климата = 20-23, для жаркого – 23-25°C. Допустимый перепад температуры по вертикали – 2° на каждый метр высоты; по горизонтали – то же 2°C, от окна к противоположной стене. Норматив относительной влажности воздуха = 40 – 60%. Норматив подвижности воздуха = 0,1 – 0,25 м/сек. На климат влияют теплозащитные свойства пола и несущих конструкций, а также - температура теплоносителя в системе отопления, ориентация по сторонам света и площадь световых проемов окон.

**Солнечное облучение** жилища обязательно. Световой климат положительно влияет на психику человека, убивает патогенные микроорганизмы, препятствует образованию сырости (плесневые грибки – аллергия). Уровень инсоляции зависит от ряда обстоятельств (соблюдение нормативных разрывов между рядом расположенными домами, ориентация окон по сторонам света, наружные архитектурные конструкции и затемнение деревьями, чистота стекол).

Непрерывная инсоляция в северных широтах должна составлять в летнее время не менее 3 часов, в центральных районах – не менее 2,5 ч.

**Шум.** Обычно шумят соседи, автотранспорт, лифт и мусоропровод, а внутри квартиры – бытовая и строительная техника. Согласно действующему законодательству, в жилых комнатах квартир допускается эквивалентный уровень звука 30 дБА в ночное время (с 23 до 7 часов) и 35 дБА днем; на прилегающей к дому территории – 45 дБА.

Чем больше в квартире проводов и бытовой техники, тем больше в ней **электромагнитных полей**. Допустимыми уровнями ЭМИ в зависимости от частоты генерации для жилых помещений считают: 25-3 В/м (для 30 кГц-300 МГц), для СВЧ (300МГц – 300ГГц) = 10:100мкВт/см.

Индукция магнитного поля промышленной частоты (50Гц)



на расстоянии 0,2м. от стен и окон и на высоте 1,5м от пола не должна превышать 10мкТл.

Источниками **ионизирующего излучения** являются строительные материалы, радон из душа и подвала, радионуклиды в пище. Согласно нормативам, если мощность эквивалентной дозы внутри помещения не превышает мощности дозы на открытой местности более чем на 33 мкР/час (0,3 мкЗв/час), то такая разница безопасна. Удельная активность естественных радионуклидов в строительных материалах не должна превышать 370Бк/кг.

В воздухе жилых помещений может одновременно присутствовать более 100 летучих веществ, относящихся к различным классам химических соединений. Установлено, что внутреннее загрязнение воздушной среды зданий превосходит уровень загрязнения наружного воздуха в 2 – 4 раза.

**Антропоксины.** Человек выделяет с потом, выдыхаемым воздухом и с кишечными газами сотни химических веществ (диоксид углерода, аммиак, аммонийные соединения, сероводород, индол, скатол, летучие жирные кислоты и пр.)

**При сгорании газа** в помещении кухни накапливаются оксид углерода, сернистый газ, канцерогены.

**Биологическое загрязнение.** Биологическую чистоту воздуха оценивают по общему микробному числу и наличию в нем санитарно показательных бактерий. Норматив микробного числа *летом* - до 1500, *зимой* - до 4500. Допустимое содержание альфа- и бета-гемолитических стрептококков: *летом* – до 16, *зимой* – до 36 в кубометре. Наличие золотистого стафилококка не допускается. Ведущий вклад в развитие аллергии вносят бытовые (пылевые) клещи, живущие в комнатной пыли, коврах и напольных ковровых покрытиях, мягкой мебели, подушках, одеялах и матрасах. Количественный норматив для клещей не установлен, но с ними необходимо бороться (эффективен пылесос).

**Полимеры.** С каждым годом в окружении человека все меньше находится естественных природных материалов и все больше – синтетических. Наши предки жили в экологически чистых, деревянных домах. Синтетические обои и ковровые покрытия, натяжные потолки и прессованная мебель – все это источники выделения в воздух вредных фенол – формальдегидных соединений, стирола, хлора, ксилола, толуола и трибутилфосфата.

Лаки, клей, краски и герметики – это источники широкого спектра химических загрязнений воздуха, многие из которых вызывают не только острые отравления, но могут воздействовать и





на подпороговом уровне (в малых концентрациях). Неудивительно, что сейчас появились **у горожан** новые болезненные состояния: «синдром большого здания», «болезнь небоскребов», «синдром хронической усталости», которые исчезают, если человек выходит из помещения на улицу.

**Бытовая химия.** Моющие и чистящие средства, стиральные порошки, шампуни, ополаскиватели и т.п. - это токсиканты кожи, аллергены, «пожиратели» иммунитета.

Избавиться от загрязнений воздуха, или уменьшить их уровень в жилых помещениях можно тремя способами:

- ограничить (исключить) поступление вредных веществ в воздух (используя экологически чистые строительные, отделочные материалы и внутриквартирную обстановку);

- разбавить загрязнители в достаточном внутреннем объеме воздуха (соблюдать нормативные объемы помещений при их строительстве);

- удалить из помещения с помощью эффективной системы вентиляции. *Сквозное* проветривание помещений снижает уровень загрязнения их воздуха в 3 -5 раз. Для бытовых клещей – это регулярные уборки комнат и чистка, сушка ковровых покрытий, подушек, одеял.

**Косметические и лекарственные средства** – бесконтрольное (безграмотное) использование лекарственных препаратов, конечно, вредит здоровью. На сегодняшний день официально признанно 67 заболеваний человека (*не случаев, а нозологических форм и синдромов*), причиной которых являлось применение лекарств (астма, гипертонические кризы, язвы желудка, слабоумие, психозы, дефекты у плода и новорожденных, аллергии и т. д.)

### 3.5. Физические факторы среды

#### 3.5.1. Метеорологические условия и теплообмен человека

Для функционирования организма (протекания биохимических процессов) требуется достаточно строгий интервал температуры тела (это одна из констант *гомеостаза*). В процессе взаимодействия человека с окружающей средой, температура его тела может значительно изменяться. Величина этих изменений определяется целым рядом факторов: состоянием самого организма, температурой, влажностью и подвижностью окружающего воздуха, тепловой радиацией от оборудования и технологических процессов в производстве, теплозащитными свойствами жилища и



одежды, и т.д. Приспособление организма к таким изменениям (препятствие перегреванию или переохлаждению) называется *терморегуляцией*.

**Терморегуляция** осуществляется посредством двух разнонаправленных явлений: *теплопродукции* и *теплоотдачи*. Теплопродукция в большей степени зависит от эффективности работы «метаболического котла организма» (калорийности съеденной пищи, интенсивности обмена веществ, тяжести выполняемой работы), а теплоотдача – от одежды и физических факторов окружающей среды.

Возможны три исхода терморегуляции:

- 1) при преобладании теплопродукции над теплоотдачей – перегревание организма;
- 2) при преобладании теплоотдачи – переохлаждение организма;
- 3) при равенстве (балансе) процессов – комфортное состояние.

Теплообмен человека можно выразить **уравнением теплового баланса**:

$$Q_{т.п} + Q_{т.в} = Q_{т. изл.} + Q_{т. конв.} + Q_{т.контд.} + Q_{т.исп. диф.} + Q_{т.исп.дых.} + Q_{т.исп.п.} + Q_{т.н.дых.} + D,$$

где  $Q_{т.п.}$  – тепло, продуцируемое человеком;  $Q_{т.в.}$  - тепло, внешней среды;

$Q_{т. изл.}$  - теплоотдача излучением;  $Q_{т. конв.}$  – теплоотдача конвекцией;

$Q_{т.контд.}$  - теплоотдача кондукцией;  $Q_{т.исп. диф.}$  - теплоотдача вследствие испарения диффузионной влаги с поверхности кожи;  $Q_{т.исп.дых.}$  – теплоотдача вследствие испарения влаги верхних дыхательных путей;

$Q_{т.исп.п.}$  – теплоотдача вследствие испарения пота;  $Q_{т.н.дых.}$  - теплоотдача вследствие нагревания вдыхаемого воздуха;  $D$  – изменение теплосодержания организма относительно комфортного уровня (дефицит тепла).

Каждое из указанных в уравнении слагаемых можно определить по соответствующим формулам (Р.О. Fanger, Н.К. Витте, закон Фурье).

Вклад различных путей *теплоотдачи* в состоянии покоя организма и его климатического комфорта относительно постоянен (табл.3.3), но при выполнении физической работы или при экстремальных температурных воздействиях доля путей теплоотдачи в механизме теплового баланса изменяется.



Таблица 3.3

**Основные пути теплоотдачи организма** (по Н.Ф. Измерову)

Путь теплоотдачи	Усредненная доля пути (в состоянии комфорта организма) %	Механизм (движущие силы) теплоотдачи
Излучение	50 (55,6)	Излучение тепла в воздух с поверхности тела (в основном – с обнаженных участков)
Конвекция	20-30 (15,3)	Теплосъем за счет движения воздуха (ветра)
Кондукция	3-5	Теплоотдача в твердый предмет при соприкосновении с ним (сиденье, земля и пр.)
Испарение	25 (29,1)	Охлаждение организма при испарении пота, при испарении диффузной влаги с поверхности кожи и через дыхание

**Примечание:** в скобках указаны уровни по данным Г.Н. Румянцева.

Если в помещении имеются охлаждающие поверхности (температура которых на 6°С ниже температуры воздуха), то доля теплоотдачи организма *излучением* возрастает до 70%. При перегревании организма (высокой окружающей температуре, тяжелой физической работе) доля теплоотдачи *испарением* значительно возрастает и может стать основным видом в механизме терморегуляции. Однако до определенных пределов - при «профузном» потоотделении (когда теряется более 2 литров влаги в час и пот не успевает испаряться, а стекает каплями) эффективного охлаждения организма уже не происходит. При нормировании времени пребывания человека в нагревающем климате (избыток явного тепла более 23 Вт/м<sup>2</sup>), необходимо учитывать **истинное тепловое воздействие** среды на организм. Например, если термометр показывает температуру воздуха в помещении +35° С, но в цехе имеется инфракрасное излучение, то **«климатическая температура»** в помещении будет уже не 35, а 50-60° С. Такая работа через 10 лет стажа приводит к стойким негативным изменениям в состоянии здоровья.

Часто в технической литературе пишут, что нормальной температурой тела человека являются ее показатели в интервале 36,5 - 37,0°С. Это не совсем корректная формулировка, необходимо оговорить, что имеется в виду температура под мышкой. С точки зрения термодинамики, человеческий организм необходимо



рассматривать как систему имеющую глубокие («ядро»: печень, мозг, легкие, прямая кишка) и поверхностные («оболочка») ткани, и «штатная» температура этих слоев различна. При оценке теплового состояния организма (в покое) определяют, как комфортную, следующие виды его температуры: *ректальная* (в прямой кишке), равная 37,1°C, *подмышечная* – 36,6°C, *подъязычная* – 36,9°C, *средневзвешенная температура кожи* (определяется в 5 точках: лоб, грудь, тыл кисти, середина наружной поверхности бедра, голень; рассчитывают по формуле, с учетом коэффициентов смешивания) – 33,2° С.

При планировании профессиональной нагрузки на работника и профилактических мероприятий по его защите полезно знать виды теплового состояния организма (табл.3.4.)

Таблица 3.4.

### Виды теплового состояния человека

Вид теплового состояния организма	Граница вида	Показатель состояния	Изменения в организме
Оптимальное	-	Ректальная температура – 37,1; средне взвешенная температура кожи – 32,5 – 33,5; теплоощущения - 4 балла «комфортно»	Отсутствие общих и /или локальных дискомфортных теплоощущений, минимальное напряжение механизмов терморегуляции, сохранение высокой работоспособности.



Вид теплового состояния организма	Граница вида	Показатель состояния	Изменения в организме
Допустимое	верхняя	Ректальная температура – 37,3; средне взвешенная температура кожи – 3,8;  теплоощущения – 5 баллов «слегка тепло»	Незначительные общие и /или локальные дискомфортные теплоощущения, умеренное напряжение механизмов терморегуляции. Нарушение здоровья отсутствует.  Возможно снижение выносливости мышц кистей к статической нагрузке (до 10%) и удлинение латентного периода простой зрительно-моторной реакции (до 7%).
	нижняя	Ректальная температура – 37,0; средне взвешенная температура кожи – 32,0; теплоощущения - 3 балла «слегка прохладно»	Снижение работоспособности: возможно снижение показателя координации движений (до 10%).



Вид теплового состояния организма	Граница вида	Показатель состояния	Изменения в организме
Предельно-допустимое	Верхняя граница (не более 3 часов за смену)	Ректальная температура – 37,4; средне взвешенная температура кожи – 34,6; теплоощущения – 6 баллов «тепло»	Выраженные общие и /или локальные дискомфортные теплоощущения, значительное напряжение механизмов терморегуляции не гарантирующее сохранение термического гомеостаза и здоровья, ограничивающее работоспособность. Снижение выносливости мышц кистей (до 20%), удлинение периода простой зрительно-моторной реакции (до 10%).
	Верхняя (не более 1 часа за смену).	Ректальная температура – 37,5; средне взвешенная температура кожи – 35,4; теплоощущения – 7 баллов «жарко».	Снижение выносливости мышц кистей (до 30%), удлинение латентного периода зрительной реакции (до 15%).
	Нижняя (не более 3 часов за смену)	Ректальная температура – 36,9; средне взвешенная температура кожи – 31,0; теплоощущения – 2 балла «прохладно», 1 балл «холодно»	Снижение показателя координации движений (до 20%).
Недопустимое		Выход показателей за границы предельно-допустимых.	Чрезмерное напряжение и срыв механизмов терморегуляции, нарушение здоровья.



Ориентировочно тепловое состояние можно оценить по *увеличению частоты сердечных сокращений* (см. Методические рекомендации МЗ № 5168-90).

Различают *острые* и *хронические* формы нарушения терморегуляции. К острым формам относятся:

- *тепловая гипертермия* – теплоотдача при повышенной относительной влажности воздуха (75-80%) – легкое повышение температуры тела, обильное потоотделение, жажда, небольшое учащение дыхания и пульса. При более значительном перегреве возникает также одышка, головная боль и головокружение, затрудняется речь.

- *судорожная болезнь* – преобладание нарушения водно-солевого обмена (различные судороги, особенно икроножных мышц, большая потеря пота и сгущение крови, замедление ее движения по сосудам – гипоксия тканей организма). Судорожная болезнь появляется в результате ускоренного вымывания микро-элементов из организма с потом. В условиях высоких температур воздуха нельзя пить «*просто воду*», необходимо пить чай, морсы, минерально-витаминные концентраты или слабо подсоленную воду (по этой причине в «горячих» цехах устанавливают сатураторные установки).

- *тепловой удар* – потеря сознания, повышение подмышечной температуры до 40-41°C, слабый учащенный пульс. Признаком тяжелого поражения при тепловом ударе является полное прекращение потоотделения.

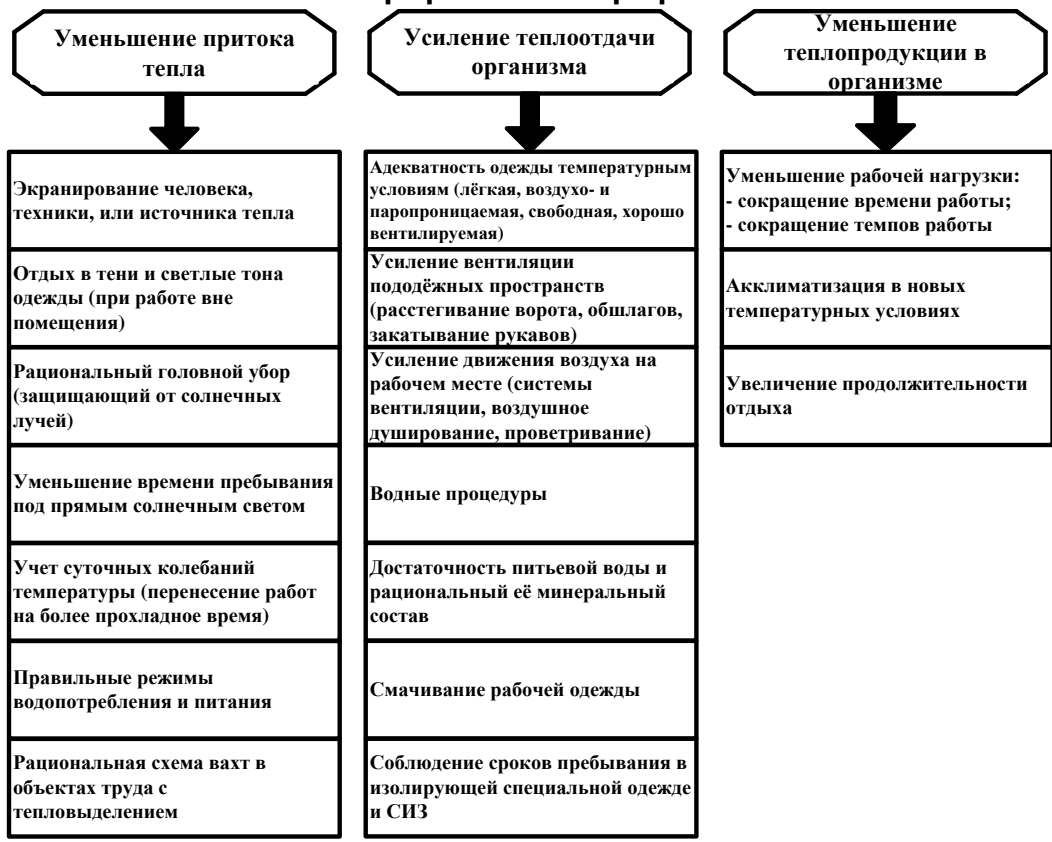
Работа в условиях нагревающего климата через 10 лет стажа, как правило, приводит к стойким изменениям в состоянии нервной, эндокринной, сердечно – сосудистой системах, водно-солевом обмене, вызывает радикулиты, невралгии. Артериальная гипотония (пониженное кровяное давление) у рабочих «горячих» цехов встречается в 8 раз чаще, чем у населения.

**Профилактика перегреваний** должна состоять из мероприятий, направленных на три звена теплового обмена (схема 3.6).



Схема 3.6.

**Профилактика перегреваний**



В условиях холода адаптационный механизм направлен на сохранение постоянства температуры «ядра» и ему приходится жертвовать температурой «оболочки» организма. Дается команда на спазм периферических кровеносных сосудов, кровь хуже поступает к кистям рук, стопам, ушам, коже и пр. – возможны обморожения именно этих участков и частей тела.

Широко распространены вызываемые охлаждением заболевания периферической нервной системы (пояснично-крестцовый радикулит, невралгия лицевого, тройничного и седалищного нервов), суставной и мышечный ревматизм, бронхит, плеврит, пневмония, острые респираторные заболевания и грипп.

Выделяют *три стадии охлаждения организма*, I и II характеризуются показателями:





- 1) снижение температуры тела (подмышечной) до 36-35,5°C;
- 2) спазм сосудов кожи;
- 3) урежение пульса;
- 4) увеличение легочной вентиляции;
- 5) увеличение теплопродукции.

При III стадии отмечаются:

- 1) снижение температуры тела ниже 35°C;
- 2) снижение деятельности центральной нервной системы;
- 3) снижение артериального давления;
- 4) уменьшение легочной вентиляции;
- 5) уменьшение теплопродукции.

**Профилактика переохлаждений** возможна за счет двух групп мероприятий (схема 3.7).

Схема 3.7.



При наличии производственных процессов, сопровождающихся выработкой тепла или холода, ухудшающих микроклиматические условия на рабочих местах, предусматриваются помещения для кратковременного отдыха работающих и нормализации их теплового состояния.

В помещениях обогрева температуру воздуха поддерживают на уровне 22-25°C, а скорость его движения – на уровне 0,2 м/с. Для более быстрого восстановления локальной температуры



(лицо, кисти, стопы) дополнительно устанавливают приборы местного лучистого и конвекционного обогрева с температурой поверхности 38-40° С.

Устройства для *охлаждения* (полудуши, кабины или поверхности радиационного охлаждения), в зависимости от интенсивности теплового облучения оборудуют на рабочих местах или в помещениях отдыха.

### 3.5.2. Виброакустические факторы

#### Шум

*Шум* – это беспорядочное сочетание звуков различной частоты и интенсивности, возникающих при механических колебаниях в твердых, жидких и газообразных средах. Механические колебания характеризуются амплитудой и частотой.

Шум отрицательно влияет на организм человека (в первую очередь - на его центральную нервную и сердечно-сосудистую системы). Длительное воздействие шума снижает остроту слуха и зрения, повышает кровяное давление, ослабляет внимание. Профессиональными заболеваниями, вызванными производственным шумом являются «*шумовая болезнь*» (общее воздействие на организм) и тугоухость (воздействие на органы слуха). Источниками шума являются машины, оборудование и инструмент.

Органы слуха человека воспринимают звуковые волны в диапазоне частот от 16 до 20000 Гц. Колебания с частотой ниже 20 Гц (**инфразвук**) и выше 20000 Гц (**ультразвук**) не вызывают слуховых ощущений, но также оказывают биологическое действие на организм.

Орган слуха реагирует не на абсолютный, а на относительный прирост частот: возрастание частоты колебаний вдвое воспринимается как повышение тона на определенную величину, называемую октавой (*октава* – диапазон частот, в которой верхняя граница частоты вдвое больше нижней).

При звуковых колебаниях частиц среды в ней возникает переменное давление, которое называют *звуковым давлением*  $P$ . Распространение звуковых волн сопровождается переносом энергии, величина которой определяется *интенсивностью звука*  $I$ . Минимальное звуковое давление  $P_0$  и минимальная интенсивность звука  $I_0$ , различаемые ухом человека, называются пороговыми. Интенсивности едва слышимых звуков (*порог слышимости*) и интенсивность звуков, вызывающих болевые ощущения (*болевой порог*), отличаются друг от друга более чем в миллион раз. По-



этому для оценки шума удобно измерять не абсолютные значения интенсивности и звукового давления, а относительные их уровни в логарифмических единицах, взятых по отношению к пороговым значениям  $P_0$  и  $I_0$ .

За единицу измерения уровней звукового давления и интенсивности звука принят децибел (дБ). Диапазон звуков, воспринимаемых органом слуха человека, находится в интервале от 0 до 140 дБ. Уровень интенсивности звука определяют по формуле:

$$L_i = 10 \lg(I/I_0),$$

где  $I$  - интенсивность звука в данной точке, Вт/м<sup>2</sup>;  $I_0$  - интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости, равному 10<sup>-12</sup> Вт/м<sup>2</sup> при частоте 1000 Гц.

Уровень звукового давления определяется по формуле:

$$L_p = 20 \lg(P/P_0),$$

где  $P$  - звуковое давление в данной точке, Па;  $P_0$  - пороговое звуковое давление, равное  $2 \cdot 10^{-3}$  Па.

Звуковые колебания различных частот при одинаковых уровнях звукового давления по-разному воздействуют на органы слуха.

По частоте шума подразделяются на низкочастотные (ниже 400 Гц), среднечастотные (400-1000 Гц) и высокочастотные (выше 1000 Гц).

По характеру спектра шум подразделяется на широкополосный (с непрерывным спектром шириной более одной октавы) и тональный (в спектре которого имеются выраженные дискретные тона). Нормирование ведется в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

По временным характеристикам шум подразделяется на постоянный (уровень которого за восьмичасовой рабочий день изменяется не более чем на 5 дБА) и непостоянный (колеблющийся во времени, прерывистый, импульсный - меняющийся более чем на 5 дБА: свистки, гудки, удары, выстрелы и пр.).

Производственный шум нарушает информационные связи, что вызывает снижение эффективности и безопасности деятельности человека (мешает услышать предупреждающий сигнал опасности). Кроме того, шум вызывает обычную усталость (снижаются способность сосредоточения внимания, точность выполнения работ, связанных с приемом и анализом информации, и производительность труда). При постоянном воздействии шума рабочие жалуются на бессонницу, нарушение зрения и вкусовых



ощущений. У них отмечается повышенная склонность к неврозам. Отрицательное воздействие шума может проявиться в трех возможных исходах для органов слуха: временно (от минуты до нескольких месяцев) снизить чувствительность к звукам определенных частот, вызвать повреждение органов слуха или мгновенную глухоту. Уровень звука в 130 дБ вызывает болевое ощущение, а в 150 дБ приводит к повреждению барабанной перепонки и поражению слуха при любой частоте. Чаще слух изменяется под действием высокочастотного шума. *Механизм нарушения слуха* заключается в развитии атрофических процессов в нервных окончаниях кортиева органа. Профессиональная потеря слуха развивается медленно и постепенно прогрессирует с возрастом и стажем работы. В первое время у рабочих шумных профессий снижение слуха адаптационное, временное. Однако постепенно снижается слух сначала на высокие, а затем на средние и низкие частоты (кохлеарный неврит). Механическое повреждение барабанной перепонки и среднего уха происходит чаще при воздействии интенсивного импульсного шума («звуковая травма»).

Пределы воздействия шума (ПДУ) на человека гарантируют, что остаточное понижение слуха после 50 лет работы у 90% работающих будет менее 20 дБ, т.е. ниже порога предела, когда это начинает мешать человеку в повседневной жизни. Потеря слуха на 10 дБ практически не замечается человеком. Профилактика шумовых нагрузок – многофакторная работа (схема 3.8)



Схема 3.8.

**Система профилактики вредного воздействия шума**



**Инфразвук**

В отличие от шумов звукового диапазона *инфразвук* обладает большой длиной волны, которая в результате дифракции легко обходит преграды, не задерживается экранами, проникает в помещения и почти не гасится с расстоянием. Слабое поглощение атмосферой способствует распространению инфразвука на многие километры. Кроме того, из-за резонансных частот инфразвук может вызывать вибрацию крупных объектов и биологических тканей (при частоте 8 Гц). Примеры основных источников инфразвука и их характеристика представлены в табл. 3.5.

Таблица 3.5.

**Примеры источников инфразвука**

Источник инфразвука	Преимущественная частота (Гц)	Уровни звукового давления (дБ)
Мощные вентиляционные системы	4-20	98-106
Салон автотранспорта	2-16	100 (при открытых окнах – 120)
Бульдозер, тягач, роторный экскаватор	30-45	110-123
Компрессор	8-16	123



Запуск космической ракеты и взлет реактивного самолета	10-12	150
Кабина вертолета	28	110-120

Инфразвук является общебиологическим раздражителем, но наиболее чувствительны к его действию сердечно-сосудистая, нервная и вестибулярная сенсорная системы.

В условиях производства часто встречаются уровни инфразвука, превышающие его ПДУ (100 дБ), а *единственной радикальной мерой борьбы* является *гашение его в источнике* (что не всегда возможно). Это приводит к жалобам работников на головную боль, раздражительность, рассеянность, сонливость, головокружения, возникновению нейро-сенсорной тугоухости, вестибулярного синдрома. В отдельных случаях возможны приступы немотивированного страха, сердцебиения, неадекватного поведения.

### **Ультразвук**

*Низкие уровни ультразвука* (80-90 дБ) оказывают *стимулирующее* действие на организм, в связи с чем используются как лечебное и профилактическое средство. Ультразвуковой массаж способствует ускорению обменных процессов, нормализации сосудистых реакций и расширению сосудов, снижению артериального давления.

*Высокие уровни* ультразвука (свыше 120 дБ) оказывают выраженное *повреждающее* действие на организм человека.

Ультразвук широко используется в промышленности, сельском хозяйстве, медицине. Так, *низкочастотный* его спектр (11-100 кГц) применяется для очистки деталей, котлов, стирки тканей, коагуляции взвешенных веществ в воздухе, обработки сверхтвердых материалов, в борьбе с сельхозвредителями и грызунами, при замораживании сухого молока и эмульгировании жиров, для стерилизации медицинских инструментов. *Высокочастотный* ультразвук (100 кГц- 1000 МГц) применяют в дефектоскопии, связи, в медицине (диагностика УЗИ, сращение костей, операции на глазу, разрушение опухолей).

Механизм повреждающего действия ультразвука на границе сред «жидкость – газ» основан на эффекте *кавитации* – образовании пузырьков газа и пара, выделении энергии и разрушении тканей. В твердых средах его разрушающее действие обусловлено возникновением высокочастотной вибрации.

Повреждающие эффекты ультразвука на организм работника (в зависимости от уровня приложения) показаны в табл. 3.6.



Таблица 3.6.

**Виды и эффекты действия ультразвука**

Контактное действие ультразвука (через руки)	Длительное воздействие ультразвука через воздух
<ul style="list-style-type: none"> <li>- вегетативный полиневрит рук;</li> <li>- парезы кистей и предплечий;</li> <li>- фасцикулит рук.</li> </ul> Возможны общецеребральные нарушения и вегетососудистая дисфункция	<ul style="list-style-type: none"> <li>- нарушения нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем;</li> <li>- поражения слухового и вестибулярного анализаторов;</li> <li>- гуморальные сдвиги (астено-вегетативный синдром)</li> </ul>

Профилактические мероприятия при работе с ультразвуковыми установками должны быть направлены на предупреждение контактного озвучивания через твердые и жидкие среды, на борьбу с распространением ультразвука в воздухе рабочей зоны и соблюдение гигиенических нормативов. Необходимо использовать средства индивидуальной защиты (противошумы, перчатки двухслойные: наружный слой – резиновый, внутренний – хлопчатобумажный), через каждые 1,5-2 часа работы с генераторами делать 15-минутный перерыв. Из технических мероприятий используют автоматизированное оборудование, дистанционное управление, автоблокировку в период загрузки и выгрузки деталей, переход на использование оборудования малых мощностей.

*Гигиеническими нормативами* ультразвука на ниже приведенных частотах считаются уровни: 12,5 кГц – 80дБ; 16 кГц – 90дБ; 20 кГц - 100дБ; 25 кГц – 105дБ; 31,5 – 100 кГц – 110дБ.

**Вибрация**

*Производственная вибрация* – это механические колебательные движения упругих тел, передающиеся, в условиях производства непосредственно телу человека или отдельным его частям и оказывающие неблагоприятное воздействие на организм. Как сложный колебательный процесс вибрацию характеризуют спектром частот и кинематическими параметрами (виброскоростью или виброускорением).

Разработана сложная (многовидовая) классификация вибрации:

1. По способу передачи энергии выделяют *общую* (рабочего места) и *локальную* (через руки) вибрацию. Каждая из которых может быть низко-, средне- и высокочастотной.

2. По спектру частот выделяют *широкополосную* (непре-



рывный спектр) и *синусоидальную* (преобладание одной частоты) вибрацию.

3. По времени воздействия возможна *постоянная* (когда кинематические параметры изменяются не более чем в 2 раза за 1 минуту и не более чем на 6 дБ) и *непостоянная* вибрация (кинематические параметры изменяются не менее чем в 2 раза и не менее чем на 6 дБ). Непостоянная вибрация в свою очередь может быть: колеблющейся, прерывистой и импульсной.

4. По направлению воздействия на организм выделяют оси: X и Y – *горизонтальное* (с лицевой и боковой частей тела), Z – *вертикальное*.

5. По источнику возникновения

Общая вибрация бывает:

Категория I – *транспортная* (внутри подвижных машин и транспортных средств);

Категория II – *транспортно-техническая* (внутри машин с ограниченной подвижностью);

Категория III – *технологическая* (от стационарных машин и станков).

Локальная вибрация подразделяется на вибрацию от ручных машин с двигателем и от оборудования, а также - вибрацию от ручных инструментов без двигателей.

Тело человека представляет собой сложную колебательную систему, первичная механическая реакция которой на вибрационное воздействие зависит от диапазона частот и предопределяет последующие физиологические эффекты. При воздействии низкочастотной вибрации, резонанс для *вертикального* направления в положении сидя приходится на диапазон частот 4 – 6 и 8 – 12 Гц, а для *горизонтального* направления – на частоты 1 – 2 Гц. Вибрация относится к факторам, обладающим большой биологической активностью. Изменения, происходящие под ее воздействием в организме, показаны в табл. 3.7. В основе развития **вибрационной болезни** лежат нарушения вегетативно-сосудистых реакций и поломка механизмов гомеостаза на различных уровнях.





Таблица 3.7.

**Влияние вибрации на организм**

Уровень воздействия	Содержание «поломки» в системе
Центральная нервная система	Нарушение возбудительных и тормозных процессов
Вестибулярный анализатор	Перенапряжение отолитового аппарата (при прямолинейных ускорениях) и полукружных каналов (при угловых ускорениях)
Механорецепторы мышц и сухожилий	Тоническое перенапряжение мышц, снижение их силы к статическому усилию, дистрофия
Кожная сенсорная система	Повышение (постоянное смещение) порога болевой и вибрационной чувствительности
Кровеносные сосуды	Нейро-сосудистые расстройства (спазм)
Эндокринная система	Нарушения нейрогуморальной регуляторной функции (сбои в продукции гистамина, серотонина, гидрокортизона, норадреналина)
Обменные процессы	Нарушения: углеводного, белкового, ферментного обмена; окислительно-восстановительных реакций; увеличение концентрации молочной и $\alpha$ -кетоглутаровой кислот в крови
Вегетативная нервная система	Сбои в работе периферических и высших ее отделов

Профилактика вредного воздействия вибрации: нормативные уровни генерации в оборудовании, виброгасящие фундаменты, вставки, кожухи; виброзащитная обувь; ванночки с теплой водой для рук, массаж рук.

**3.5.3. Влияние постоянных магнитных полей на организм**

Наша планета обладает естественным постоянным магнитным полем (ПМП). Практически все физиологические системы организма человека чувствительны к биологическому действию ПМП. При этом изменения в организме отличаются полиморфностью и проявляются в нарушениях биологических ритмов, сердечно-сосудистых (инфаркт, инсульт), нервных (увеличение латентного периода сенсорно-моторных реакций на звук и свет), эндокринных и обменных нарушениях.

Магнитное поле характеризуется двумя величинами – индукцией и напряженностью. *Индукция* ( $B$ ) – это сила, действующая в данном поле на проводник единичной длины с единичным током (единицей ее измерения является Тесла). *Напряженность*



( $H$ ) – это величина, характеризующая магнитное поле независимо от свойств среды (ампер на метр). Естественное ПМП Земли составляет 10 А/м. Вектор напряженности совпадает с вектором индукции.

Для организма плохо как повышение уровня ПМП, так и его искусственное (связанное с условиями труда) снижение. Работа в экранированных сооружениях – метро, морских и речных судах, в кессонах, в фортификационных сооружениях и пр. ослабляет поле Земли, приводит к дисбалансу нервных процессов (преобладание торможения в коре головного мозга над ее возбуждением). Нормируемым параметром ПМП является **коэффициент его ослабления** (отношение интенсивности поля открытого пространства к интенсивности в экранированном объекте). *Ослабление* ПМП на рабочем месте должно быть не более 2-х (**раз** по сравнению с таковым на прилегающей территории).

Источниками повышенных магнитных полей в условиях производства являются постоянные магниты, электромагниты, электролизные ванны, линии передачи постоянного тока, транспорт на магнитной подвеске, шинопроводы и др. электротехнические устройства с постоянным током.

Гигиеническим производственным нормативом (ПДУ) для ПМП является его величина, равная 8 кА/м. Реальные уровни ПМП на различных рабочих местах колеблются:

- при изготовлении постоянных магнитов на уровне рук регистрируется 8-40 кА/м, а на уровне туловища – 1-7 кА/м;
- при работе на установках ядерного магнитного резонанса на руки воздействует 80-200 кА/м, на туловище – 4 – 20 кА/м.

Защита от воздействия повышенного магнитного поля сводится к защите временем (снижение продолжительности обслуживания источников), защите экраном и расстоянием. Экраны изготавливают из магнитомягких (легко намагничивающихся) материалов. Причем экран должен быть замкнут. По мере удаления от источника ПМП оно быстро убывает. Поэтому при работе с постоянными магнитами, магнитными дефектоскопами, станками с магнитным креплением обрабатываемых деталей защита достигается выведением работника из зоны повышенного МП. Установки намагничивания и размагничивания при внесении в них деталей обесточивают.

### 3.5.4. Неионизирующие излучения

Спектр электромагнитного излучения (ЭМИ) природного и



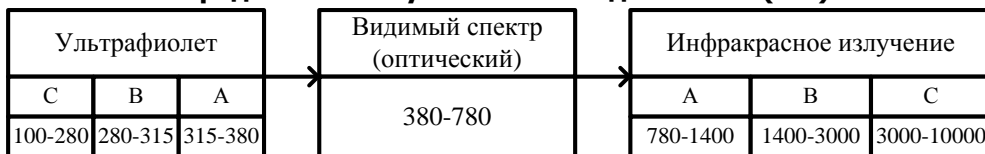
техногенного происхождения имеет диапазон волн от тысяч километров (переменный ток) до триллионной части миллиметра (космические энергетические лучи).

В зависимости от диапазона длин волн различают следующие виды излучений: ультрафиолетовое, видимая область, инфракрасное, излучения радиочастот, лазерное излучение (сумма всех вышеуказанных видов излучений + рентгеновский и гамма диапазоны).

Рассмотрим первые три вида ЭМИ. Если их расположить последовательно на оси длин волн, то излучения распределятся как показано на схеме 3.9. (заглавными буквами на схеме обозначены *спектральные области* каждого вида ЭМИ, а цифрами – их границы, выраженные в *нм*).

Схема 3.9.

### Распределение излучений на оси длин волн (нм)



### Ультрафиолетовое излучение (УФИ)

Источниками УФИ является Солнце и искусственные установки (ртутные, водородные и дейтериевые лампы, дуговая сварка и пр.). Попадая на кожу и слизистую глаза человека, УФИ не только вызывают сдвиги (отрицательные и положительные) в их коллоидном состоянии клеточных и тканевых белков, но и рефлекторным путем влияют на весь организм – образуются биологически активные вещества, стимулирующие физиологические системы (фотохимическое действие).

Острые поражения глаз обычно проявляются в виде кератитов роговицы и катаракты хрусталика. *Фотокератит* имеет (в зависимости от полученной дозы УФИ) латентный период от 30 мин до 24 ч, затем появляются ощущение постороннего тела или песка в глазах, слезотечение и светобоязнь. Обычно указанные явления заканчиваются через 48 ч. Повторные воздействия излучения на глазные среды могут приводить к развитию *катаракты* (потере проводимости света и утрате зрительного образа). Вероятность развития *опухолей* при УФИ-облучении крайне высока и зависит от суммарной дозы облучения (д.б. в тысячи раз больше эритемной), спектра излучения (все спектральные области: А, В и С), длительности экспозиции, интервалов между облучениями,



индивидуальной чувствительностью организма. Однако в связи с последними научными данными о канцерогенезе в Европейских государствах все чаще запрещают работу соляриев. Биологические эффекты УФИ представлены в табл. 3.9. Гигиенические нормативы УФИ: максимальная облученность не должна превышать  $7,5 \text{ мэр} \cdot \text{ч} / \text{м}^2$ , а максимальная суточная доза –  $60 \text{ мэр} \cdot \text{ч} / \text{м}^2$

### **Оптическое (видимое) излучение**

Несмотря на узкий диапазон (400-780 нм) *оптическое* излучение по физиологическому и гигиеническому значению занимает ведущее место в безопасности жизнедеятельности человека.

*Свет* – это возбудитель зрительной сенсорной системы, обеспечивающий нас информацией об окружающей среде (около 80%). С улучшением освещения формируется благоприятное физиологическое состояние человека, повышается работоспособность, снижаются утомляемость, вероятность ошибочных действий и травматизма. *Недостаточное* освещение ведет к перенапряжению глаз и близорукости, общему утомлению человека, снижению внимания, ухудшению координации движений, расстройству нервной системы. Избыточное освещение тоже неблагоприятно влияет на орган зрения (слепящий эффект, ожоги сетчатки глаз).

Основные параметры, определяющие *благоприятную световую среду*:

- 1) уровень освещенности (на постоянных рабочих местах – не менее 200 лк);
- 2) распределение яркости (предпочтительные коэффициенты отражения: потолка – 0,6-0,8; стен – 0,3-0,5; рабочей поверхности – 0,2-0,7; пола – 0,1-0,4);
- 3) блескость (минимальные защитные углы в светильниках, установленных выше линии зрения д.б. 15-30°);
- 4) направленность освещения;
- 5) цветопередача и цвет излучения источников (индекс в интервале от 50 до 100);
- 6) пульсация освещенности (коэффициент пульсации не более 10,15 и 20%).

Рассмотрим отдельные понятия, принятые в физике.

*Световой поток* – мощность лучистой энергии, оцениваемой по световому ощущению человеческого глаза (единица измерения – люмен).

*Сила света* – отношение светового потока к пространственной единице – телесному углу, выражается в *канделах*.



*Освещенность* – мера количества света, падающего на поверхность от окружающей среды и локальных источников, выражается в *люксах*.

*Яркость* – отношение силы света к плоскости, перпендикулярной излучаемой поверхности, *кд/м<sup>2</sup>*.

Освещение, удовлетворяющее гигиеническим требованиям, называется *рациональным*. К этим требованиям относятся: достаточная освещенность, равномерность, отсутствие слепимости и стробоскопического эффекта (извращенного восприятия вращающихся предметов), благоприятный спектральный состав.

Основные функции зрения – *острота* (способность глаза различать 2 точки как изолированные при максимально малом расстоянии между ними), *контрастная чувствительность* (способность различать степень яркости), *быстрота различения* (минимальное время установления величины и формы детали), *устойчивость ясного видения* (время ясного видения предмета).

Физиологический уровень зрения в известных пределах индивидуален, но всегда зависит от освещенности, цвета фона и детали, величины рабочих деталей и т.д. При низкой освещенности быстро наступает зрительное утомление. Например, при зрительной работе в течение 3 часов и освещенности 50 лк устойчивость ясного видения снижается на 37%, а при освещенности 100-200 лк она снижается только на 10-15%.

По типу источника света производственное освещение бывает трех видов: естественное (за счет солнечного излучения), искусственное (за счет источников искусственного света) и совмещенное (сочетание первых двух).

Уровень естественного освещения в помещении зависит от целого ряда факторов:

- погоды, времени года и географической широты, влияющих на освещенность открытой площадки (например, в средней полосе России «уличная» освещенность может достигать в августе 65000, а в январе – 1000 и менее люкс);
- ориентации светопроемов по сторонам света (при южных румбах солнечная радиация внутри помещения составляет 25% наружной, а при других – уменьшается до 16%);
- плотности застройки квартала (близкое расположение домов значительно снижают освещенность, особенно в нижних этажах зданий);
- строительного-архитектурных решений (конструкции светопроемов и площади остекления, окраски стен здания, затеняющих архитектурных деталей и зеленых насаждений, глубины заложения



ния помещения – расстояния от наружной до внутренней стены);

- рациональности планировки рабочих мест относительно окон;
- чистоты стекол (загрязненные стекла снижают естественную освещенность на 30-50%, а ледяная «шуба» - на 80%).

Естественное освещение имеет более благоприятный для глаза (чем искусственное) спектральный состав и нормируется по *коэффициенту естественного освещения* КЕО (процентное отношение освещенности внутри помещения к освещенности на той же горизонтали «на улице»). Чем выше точность зрительных работ, тем выше д.б. КЕО (от 0,2 до 6,0).

При гигиеническом нормировании искусственной освещенности (положения СНиП, таблицы) учитывают разряд зрительной работы (таких разрядов девять). Первые шесть учитывают *размеры объекта* различения, а VII, VIII и IX – нет, поскольку к ним относятся работы, требующие общего наблюдения за ходом технологического процесса, не напрягающие зрение. Например, для **первого** разряда работ (*наивысшей точности*, объект < 0,15 мм) освещенность при комбинированном освещении должна составлять 5000 – 1250 лк, а для **шестого** разряда (*грубые работы*, объект > 5 мм) система общего освещения должна обеспечивать уровень в 200 лк.

Рабочее освещение для зрительных работ I – IV разрядов должно осуществляться за счет систем комбинированного (общего и местного) освещения. Для зрительных работ VI – VIII разрядов допускается использование только системы общего освещения.

Применение одного *местного* освещения не допускается из-за блескости, возникающей при наличии темных окружающих поверхностей и ярких пятен в поле зрения.

Для снижения *показателя ослепленности* на осветительных установках используют отражатели, рассеиватели и затенители.

Для обеспечения *допустимой яркости* рабочей поверхности пользуются следующими нормативными соотношениями:

- яркость рабочей и прилегающей к ней поверхности (стол, оборудование) -3:1;
- яркость рабочей поверхности и окружающих поверхностей (стены, перегородки, колонны) – 10:1;
- при работе с видео дисплейными терминалами отношение яркостей в зоне наблюдения (экран, документ, поверхность стола) так же должно быть не более 10:1.

Для ограничения *пульсации* газоразрядных источников све-



та предусматриваются следующие приемы:

- включение соседних ламп в 3 фазы питающего напряжения и включение их в сеть с электронным пускорегулирующим аппаратом;
- установка в одной точке двух или трех светильников на разные фазы переменного тока;
- питание различных ламп в многоламповых люминесцентных светильниках от разных фаз переменного тока.

*Ксеноновые лампы* для освещения производственных помещений из-за высокой интенсивности ультрафиолетовых излучений в их спектре не допускаются.

### **Инфракрасное излучение (ИКИ)**

Источником ИКИ является любое нагретое тело (литейные, кузнечные, стекольные и прокатные цеха, печи кирпичных заводов и пр.) В ходе гигиенического нормирования ИКИ используют:

- закон Кирхгофа (пропорциональность лучеиспускания и лучепоглощения) - основан выбор окраски оборудования, спецодежды, светофильтров;
- закон Стефана – Больцмана (с повышением температуры излучающего тела интенсивность излучения увеличивается пропорционально 4-й степени его абсолютной температуры) – рассчитывают величину теплообмена излучением на объектах труда;
- закон Вина (закон смещения) произведение абсолютной температуры излучающего тела на длину волны излучения с максимальной энергией – величина постоянная.

Встречая на своем пути молекулы и атомы, ИКИ усиливает их колебательные движения, вызывая тепловой эффект. *Коротковолновая* часть излучения глубоко проникает в ткани (при этом субъективное ощущение тепла и жжения минимально, т.к. терморецепторы сосредоточены в поверхностных слоях кожи). Нарушение теплового баланса организма в этой ситуации (см. раздел 3.5.1) может привести к *тепловому удару*. При этом в организме образуются специфические биологически активные вещества (гистамин, холин), повышается уровень фосфора и натрия в крови, усиливается секреторная функция желудка, поджелудочной и слюнных желез, в центральной нервной системе развиваются тормозные процессы, понижается общий обмен веществ.

*Длинноволновая* часть ИКИ задерживается эпидермисом кожи и может вызывать ее ожоги.

Интенсивность теплового излучения на рабочих местах может колебаться от 175 до 13956 (в литейных цехах 1392 – 3480)



Вт/м<sup>2</sup>.

Время переносимости тепловой радиации уменьшается с увеличением длины волны и ее интенсивности (табл.3.8)

Таблица 3.8.

**Время переносимости инфракрасной радиации (с)**

Интенсивность радиации Вт/м <sup>2</sup>	Длина волны, мкм	
		3,6
1400	159	305
2800	27,3	37,9
4200	12,9	21,2
5600	9,5	14,5

Биологические эффекты всех трех вышерассмотренных излучений (ультрафиолетового, оптического и инфракрасного) представлены в табл. 3.9.

Таблица 3.9.

**Характеристика биологической эффективности излучений**

Биоэффективность	Область излучения	Длина волны
Бактерицидность	УФ (С, В)	100 - 315
Загарное действие	УФ (А), оптический спектр	315 - 430
Синтез витамина D	УФ (В, А), оптический спектр	280 - 450
Тонизирующее действие	УФ (В, А), оптический спектр	280 - 700
Опасность фотоофтальмии	УФ (А, В, С)	100 - 350
Опасность катаракты	УФ (А), ИК (А)	315 – 380, 780 - 1400
Канцерогенез	УФ (А, В, С)	100 - 280
Излучение, проходящее через оконное силикатное стекло	УФ (В, А), оптический спектр, ИК (А, В, С)	280 – 1 мм

**Излучения радиочастот**

Хотя по Международной классификации выделяют 12 диапазонов ЭМИ радиочастот, в гигиенической практике особое внимание уделяют *микроволнам*, как наиболее биологически активным излучениям: диапазоны №№ 9, 10 и 11 (табл. 3.10).





Табл. 3.10.

**Классификация ЭМИ по диапазонам частот и длинам волн**

№ диапазона	Диапазон частот		Длины волн
	Границы диапазона, Гц	Обозначения частот	
V	30 кГц - 300 кГц	Низкие (НЧ)	Километровые (длинные, ДВ)
VI	0,3 – 3 МГц	Средние (СЧ)	Гектометровые (средние, СВ)
VII	3 – 30 МГц	Высокие (ВЧ)	Декаметровые (короткие, КВ)
VIII	30 – 300 МГц	Очень высокие (ОВЧ)	Метровые (ультракороткие, УКВ)
IX	0,3 – 3 ГГц	Ультравысокие (УВЧ)	Дециметровые
X	3 – 30 ГГц	Сверхвысокие (СВЧ)	Сантиметровые
XI	30 – 300 ГГц	Крайне высокие (КВЧ)	Миллиметровые

*Обозначения.* Гц (герц), к (кило), М (мега), Г (гига).

***Биологическое действие СВЧ излучений.***

При взаимодействии СВЧ поля с живыми организмами возникают явления *отражения, проведения и поглощения* электромагнитной энергии тканями и жидкостями. Эффект действия зависит от интенсивности излучения, длины волны, времени облучения, величины облучаемой поверхности, анатомического строения органа или ткани, глубины проникновения и величины поглощенной энергии.

С увеличением частоты колебаний величина отражения энергии тканями уменьшается, а поглощение увеличивается. Однако, биологический эффект обуславливается не только величиной поглощения, но и глубиной проникновения энергии. Чем она больше, тем больше вероятность поражения жизненно важных органов. Волны *миллиметрового* диапазона поглощаются поверхностными слоями кожи, *сантиметрового* – кожей и прилегающими к ней тканями, *дециметровые* проникают на глубину 8 – 10 см. В среднем, глубина проникновения равна 1/10 длины волны.

Поглощаемая часть энергии вызывает изменение пространственной ориентации (колебания, вращения) дипольных молекул



воды. Электромагнитная энергия переходит в тепловую, ткани нагреваются (закипают). Интенсивность нагрева зависит от мощности дозы и скорости оттока тепла от облучаемых участков тела (интенсивности кровоснабжения). Например, в хрусталике глаза, не имеющем кровеносных сосудов, происходит коагуляция белков и появляется катаракта (его помутнение).

Легко подвержены тепловому действию СВЧ поля паренхиматозные органы (печень, поджелудочная железа), полые органы, содержащие жидкости (мочевой пузырь, желудок, желчный пузырь). Нагревание указанных органов может обострить хронически протекающие в них воспалительные процессы, провоцировать возникновение язв, кровотечений, прободений. При интенсивном общем облучении повышается температура тела и наступает смерть.

Термическое действие СВЧ поля проявляется при плотности потока энергии 10 и более  $мвт/см^2$

Расстройство функции нервной и сердечно-сосудистой систем проявляется *астено-вегетативным синдромом* (слабость, утомляемость, головные и сердечные боли, повышенная потливость, гипотония, брадикардия, одышка, сердцебиение, плаксивость, импотенция). Возможны трофические изменения (выпадение волос, ломкость ногтей), рецидивирующие заболевания кожи, эндокринные нарушения и онкологические заболевания.

### ***Зональность СВЧ поля.***

Установлено, что в формировании поля наблюдается определенная зональность. Выделяют три зоны: ближнюю (где отдаленно «живут» магнитная и электрическая составляющие, поле еще не сформировано), промежуточную (где происходит явление интерференции) и дальнюю (где СВЧ поле уже сформировано, начинается от края промежуточной зоны и уходит в бесконечность). При равных длинах волн, чем больше размер антенны, тем больше размеры зон. При равных размерах антенн – чем короче волна, тем больше размеры зон.

Существуют формулы, с помощью которых можно определить размеры той или иной зоны. Для параболических и круглых антенн конец *ближней* зоны определяют по формуле:

$$Rб.з. = L^2 / 4 \lambda$$

Начало *дальней* зоны определяется по формуле:

$$Rд.з. = L^2 / \lambda$$

Район *промежуточной* зоны определяют по формуле:

$$Rп.з. = Rд.з. - Rб.з.,$$



где  $L$  – диаметр параболоида в  $см$ ,  $\lambda$  – длина волны в  $см$ .

### **Расчетный метод определения интенсивности СВЧ поля.**

От антенны радиолокационной станции излучение распространяется в окружающее пространство в виде лепестков (как у цветка): основного, боковых (передних и задних), заднего. Боковые и задний лепестки рассматриваются как паразитное излучение, для работы объекта нужен только основной лепесток. Если в лепестке начертить (представить) ось, то, по мере удаления от этой оси интенсивность поля убывает.

Для расчетного метода необходимо знать границы формирования зон от донной антенны (смотри формулы предыдущего параграфа).

Если интересующая нас точка находится в ближней зоне на оси лепестка, то расчет **плотности потока энергии** ведут по формуле:

$$\text{ППЭб.з. (по оси)} = 3P_{\text{ср}} / A$$

В точке на границе лепестка:  $\text{ППЭб.з. (край)} = P_{\text{ср}} / 3A$

где  $P_{\text{ср}}$  – средняя мощность станции в  $мкВт$ ;  $A$  – площадь раскрытия антенны в  $см^2$  (берется из паспорта станции или измеряется).

Если в паспорте станции указана не средняя, а импульсная мощность, то необходимо произвести перерасчет по формуле:

$$P_{\text{ср}} = P_{\text{имп.}} / N$$

где  $N$  – скважность станции (указана в паспорте).

Практика показывает, что в реальных жизненных ситуациях чаще всего приходится (в интересах защиты населения и персонала) определять уровень интенсивности СВЧ поля на оси основного лепестка в дальней зоне:

$$\text{ППЭ д.з. (по оси)} = P_{\text{ср}} D / 4\pi R^2$$

где  $D$  – коэффициент усиления антенны (берется из паспорта станции);

$R$  – расстояние до определяемой точки в  $см$ .

### **Мероприятия защиты от СВЧ излучений.**

Для организации электромагнитной безопасности на генерирующих и излучающих объектах из числа инженерно-технического состава назначается должностное лицо, ответственное за разработку и выполнение мероприятий по защите от ЭМИ. На указанного специалиста возлагается: согласование с органами Роспотребнадзора зон ограничения застройки и санитарно-защитных зон (СЗЗ), составление документа «Санитарно-



технический паспорт на объект ЭМИ», разработка мероприятий по нормализации электромагнитной обстановки, организация и проведение определений величин ЭМИ (расчетным и инструментальным методами). Санитарно-технический паспорт должен содержать следующие сведения: ситуационный план организации (на карте - схеме) с указанием СЗЗ, секторов работы и зон ограниченных, мощность передатчика (генератора) и его рабочие частоты, тип модуляции, импульсную мощность, длительность и период следования импульсов, характеристику антенны – тип, коэффициент усиления, диаграммы направленности по вертикали и горизонтали; цифровые материалы интенсивности поля (расчетные и измеренные). **Защита** персонала объектов и населения обеспечивается тремя группами мероприятий:

**А** – *организационными* (выбор рациональных режимов работы объекта, ограничение времени и места нахождения людей в зоне воздействия ЭМИ, определение запрещенных секторов работы антенны);

**Б** – *инженерно-техническими* (измерение и расчет уровней СВЧ поля, обозначение и ограждение зон с повышенными уровнями ЭМИ = СЗЗ, применение средств, снижающих плотность потока энергии на рабочих местах и прилегающей территории – поглотителей мощности, эквивалентов антенны, поглощающих и отражающих экранов, подъем антенны над уровнем местности на высоту не менее 6 м.).

**В** – *применение средств индивидуальной защиты* (металлизированный комбинезон – при ППЭ более 1000 мкВт/см<sup>2</sup> и защитные очки с металлизированными стеклами - при ППЭ более 100 мкВт/см<sup>2</sup>).

Против СВЧ излучения «работают» универсальные принципы защиты: временем, расстоянием, экраном, мощностью дозы. Сроки пребывания под облучением зависят от его уровня и должны строго соблюдаться (сведены в справочные таблицы в нормативных документах). Защита расстоянием основана на падении интенсивности излучения, которое обратно пропорционально квадрату расстояния. **Экраны** делятся на *отражающие* и *поглощающие*. К *отражающим* материалам относятся металлы (железо, сталь, медь, латунь, алюминий). Их используют в виде листов, сетки, решеток и металлических трубок. Защитные свойства сетки зависят от величины ячейки и толщины проволоки (существуют формулы для расчета этих показателей). Иногда применяют метод шоопирования (электроискрового нанесения металлической пудры на обои, стены и другие конструкции). В качестве *радиопо-*



*глощающего* материала используют каучук с наполнением из сажи или порошкового железа (резиновые коврики, магнитодиэлектрические пластины, покрытия на основе поролона, ферритовые пластины – смесь окисей металлов в керамике).

### **Гигиенические нормативы СВЧ поля**

Нормируемым показателем СВЧ поля является **плотность потока энергии** (ППЭ), выраженная в мкВт/см<sup>2</sup>. **Для населения** допустимым уровнем ППЭ является 1 мкВт/см<sup>2</sup>. **Для персонала** ПДУ является:

**а) от фиксированных антенн** - 10 мкВт/см<sup>2</sup> при облучении в течение 8 часов; - 100 мкВт/см<sup>2</sup> облучение не более 2 часов за рабочий день; - 1000 мкВт/см<sup>2</sup> облучение не более 15-20 мин за рабочий день (обязательно использование защитных очков и комбинезона).

**б) при работе объектов (антенн) в режиме кругового обзора** или сканирования, указанные в пункте «а» ПДУ могут увеличиваться в 10 раз.

### **Лазерное излучение (ЛИ)**

Согласно СанПиН выделяют три диапазона длин волн квантовых генераторов (нм):

**I.** От 180 до 380;

**II.** От 380 до 1400;

**III.** От 1400 до 100000, а в качестве нормируемых параметров излучения устанавливают:

- 1) энергетическую экспозицию  $H$  (Дж/м<sup>2</sup>);
- 2) облученность  $E$  (Вт/м<sup>2</sup>);
- 3) энергию  $W$  (Дж);
- 4) мощность  $P$  (Вт).

Причем нормирование излучения ведется (с учетом экспозиции облучения) по каждому из трех диапазонов отдельно и представлено в виде табличных справочных данных. Все четыре параметра могут использоваться независимо. ПДУ ЛИ зависит как от параметров самого излучения, так и от биологической структуры, подвергающейся воздействию (кожа, глаз, организм). Все эти зависимости можно представить в виде математических выражений. Однако в этом случае расчет ПДУ будет неоправданно сложен из-за нелинейных зависимостей. Поэтому в нормативных документах прилагается набор графиков, с помощью которых можно легко определить ПДУ ЛИ для интересующего случая.

### **Биологическое действие ЛИ.**

В тканях организма ЛИ вызывает термические, механические



ские, фотохимические и другие процессы. *Малые дозы* излучения вызывают стимулирующее действие (используют в физиотерапии). *Высокоэнергетическое* воздействие приводит к деструкции клеток и тканей (используют в хирургических вмешательствах). В ответ на хроническое лазерное воздействие развивается общая реакция организма по типу вегетоневроза.

*Действие ЛИ на кожу.*

Если температура нагревания кожи ниже 100 град. С, в результате теплопроводности возможны денатурация и распад ее белка с инаktivацией ферментов. При температурах выше 150-200 град. С поверхность кожи чернеет из-за карбонизации (обугливания) тканей. Мощное излучение способно вызывать в коже ударные волны (волны давления). Однако из-за выраженных демпфирующих свойств кожи они довольно быстро затухают и не оказывают существенного влияния на тяжесть повреждения. Наиболее вероятны ожоги от излучения видимой и инфракрасной области спектра с длинами волн 1,06 и 10,6 мкм, т.к. лазеры с этими длинами волн имеют наибольшую выходную мощность. Излучение ультрафиолетового диапазона с длиной волны менее 0,4 мкм могут вызывать специфические фотохимические ожоги кожи, напоминающие солнечные, которые появляются не сразу, а спустя 4-6 часов после воздействия.

*Действие ЛИ на орган зрения.*

Лазерное излучение в зависимости от длины волны способно проникать на различную глубину и воздействовать на разные структуры глаза приводя к различным патологическим изменениям в нем ухудшая здоровье и работоспособность. Поражаются, прежде всего, те ткани, которые в наибольшей степени поглощают излучение (табл.3.11.)



Таблица 3.11.

### Характеристика повреждения органа зрения лазерным излучением

Диапазон	Длина волны, нм	Характер повреждения
УФ-С	100-280	Кератоконъюнктивит, эритема кожи век
УФ-В	280-315	Кератоконъюнктивит, эритема кожи век, катаракта
УФ-А	315-400	Кератоконъюнктивит, катаракта, повреждение сетчатки
Видимый свет	400-780	Фотохимическое повреждение сетчатки, термические и механотермические повреждения радужки, сосудистой оболочки и сетчатки
ИК-А	780-1400	Ожог и механотермическое повреждение сетчатки и сосудистой оболочки, катаракта
ИК-В	1400-3000	Ожоги кожи век, конъюнктивы, роговицы и хрусталика. Механотермическое повреждение роговицы и хрусталика
ИК-С	3000-1000000	Ожог кожи, конъюнктивы и роговицы, механотермическое повреждение роговицы

*Роговица.* Участки повреждения роговицы ЛИ выглядят как округлые помутнения и сопровождаются явлениями раздражения глаза в виде светобоязни, слезотечения и блефароспазма. *Склера.* В связи с отсутствием пигментации склера достаточно устойчива к лазерному излучению, но при интенсивном облучении все же возможны ее ожоги.

*Радужка.* Участки поражения выделяются своим пепельно-серым цветом, возможны дырчатые дефекты. *Хрусталик.* Под действием ИК-А, видимого и УФ-А диапазонов в хрусталике развивается деструкция белков ( $\beta$ -кристаллинов) и помутнение его вещества (лучевая катаракта). *Сетчатка и сосудистая оболочка.* Плотнo прилегая друг к другу эти оболочки поражаются одновременно. Попадающее в глаз излучение фокусируется его оптической системой и уровень энергии видимого диапазона на указанных оболочках (*глазном дне*) может оказаться в 10000 раз больше, чем на поверхности роговицы. Тяжелые повреждения сопро-



вождаются кровоизлияниями в сетчатку, сосудистую оболочку, ретрохориоидальное пространство или в стекловидное тело. Иногда ткани глазного дна разрываются и выбрасываются в стекловидное тело, образуя атрофические участки и рубцы. Если поврежденный участок расположен на диске зрительного нерва, то может наступить быстрое и существенное снижение зрения, иногда – необратимое. Зрительная система, с помощью *зрачкового рефлекса* способна регулировать количество «входящей» световой энергии (в солнечный день зрачок сужается до 1мм, в ночное время он расширяется до 8мм). Этим объясняется особая опасность лазерного излучения в условиях низкой освещенности (менее 5 лк). В ночное время излучение современных лазеров может повреждать человеческий глаз при прямом попадании на расстоянии от двух до десяти километров, в зависимости от погодных условий. Даже низкие интенсивности облучения на больших расстояниях в ночное время вызывают проходящие функциональные нарушения зрения (понижение остроты, снижение контрастной чувствительности, нарушение цветового зрения, снижение интегральных показателей зрительной работоспособности).

*Классификация лазеров – как основа системы профилактики их вредного воздействия.*

Современное состояние квантовой электроники характеризуется большим числом приборов различного назначения. Классификация лазеров по их физико-техническим параметрам учитывает мощность излучения, режим работы, длину волны излучения, активный элемент, метод накачки, способ отвода тепла, назначение и конструктивное исполнение генератора. Учет всех вышеуказанных параметров не дает ясного представления специалисту о той опасности для здоровья, которую несут в себе те или иные установки. Согласно действующих в РФ «Санитарных нормах и правилах устройства и эксплуатации лазеров» по степени опасности для человека лазеры делятся на 4 класса.

К лазерам **I класса** относят *полностью безопасные*, выходное *коллимированное* (заключенное в ограниченном телесном угле) излучение которых не представляет опасности *для глаз и кожи.*

Лазеры **II класса** – это установки, выходное излучение которых *опасно при облучении глаз и кожи коллимированным пучком*, а диффузно отраженное излучение (отраженное от поверхности по всевозможным направлениям в пределах полусферы) безопасно как для кожи, так и для глаз во всех спектральных диапазонах.





У лазеров **III класса** выходное излучение *опасно при облучении глаз* не только *коллимированным*, но и *диффузно отраженным* излучением на расстоянии 10 см от отражающей поверхности.

Лазеры **IV класса** – *диффузно отраженное* излучение *опасно для кожи и глаз* на расстоянии 10 см от отражающей поверхности.

*Средствами индивидуальной защиты* от ЛИ являются: средства защиты глаз (защитные очки, щитки, насадки), средства защиты рук, специальная одежда.

В ходе эксплуатации лазерных установок должен соблюдаться длинный ряд специальных технических и организационных мероприятий, направленный на обеспечение безопасности труда (запрет юстировки, разработка схем размещения устройств, установка ограничителя, прерывателя или аттенюатора пучка, матовая поверхность ограждающих конструкций и инструментов, предупреждающие знаки «Лазерная опасность» и «Невидимое лазерное излучение», невозгораемая спецодежда темных тонов и пр.) В помещениях, где используются защитные очки, уровни освещенности должны быть повышены на одну ступень.

На обслуживающий персонал, *помимо лазерного излучения* (прямого и отраженного) может действовать целый ряд вредных производственных факторов:

- высокое напряжение в цепях управления и источниках питания установок;
- повышенная запыленность и загазованность воздуха (результат воздействия излучения на мишень и радиолиза воздуха);
- повышенный уровень ультрафиолетовой радиации (от импульсных ламп накачки или кварцевых газоразрядных трубок);
- повышенная яркость света от импульсных ламп накачки из зоны излучения на материал мишени;
- повышенные уровни шума и вибрации от работы установки;
- повышенный уровень ионизирующих излучений;
- повышенный уровень электромагнитных излучений ВЧ и СВЧ диапазона;
- повышенный уровень инфракрасной радиации;
- повышенная температура поверхности оборудования;
- взрывоопасность элементов системы накачки лазеров.



### 3.5.5. Ионизирующее излучение

**Ионизирующее излучение** – это электромагнитное излучение, возникающее при радиоактивном распаде, ядерных превращениях или торможении заряженных частиц в веществе, образующее в среде, с которой взаимодействует ионы различных знаков.

При взаимодействии со средой ИИ передает ей свою энергию, однако для каждого вида излучений этот процесс и его последствия, в том числе радиобиологические эффекты, имеют выраженную специфику.

Различают следующие виды ИИ: *корпускулярное* ( $\alpha$ -частицы,  $\beta$ -частицы, нейтроны, протоны и т.д.) и *фотонное* излучение ( $\gamma$ -кванты, рентгеновское и тормозное). Взаимодействие ИИ с веществом происходит по трем типам: упругое соударение (как бильярдные шары), возбуждение и ионизация.

В процессе ионизации образуются две заряженные частицы: положительный ион (или атом, потерявший электрон с внешней оболочки) и свободный электрон. Фотон самостоятельно не способен ионизировать среду, но выбивает электроны из атома, которые и производят ионизацию. Заряженные частицы, взаимодействуя с электрическим полем атома или ядра тормозятся и отклоняются от направления своего движения, испуская при этом *тормозное* (разновидность фотонного) излучение. Кроме того, заряженные частицы при неупругих взаимодействиях могут передавать атомам среды количество энергии, недостаточное для ионизации. Возбужденные атомы передают эту энергию другим атомам, либо испускают кванты характеристического излучения, либо, соударяясь с другими возбужденными атомами, могут получать энергию, достаточную для ионизации.

Любой вид ИИ обладает двумя характеристиками: *ионизирующей* и *проникающей* способностью. Эти явления обратно пропорциональны: например, у  $\alpha$ -излучения минимальная проникающая, но максимальная ионизирующая способность, а у  $\gamma$ -излучения большая глубина проникновения объясняется тем, что оно меньше взаимодействует со средой. Т.е. поражающее действие ИИ в биологической ткани находится в прямой зависимости от удельной ионизации (числа пар ионов, образовавшихся на единицу пути пробега). *Чем меньше скорость ионизирующей частицы, тем больше вероятность ее взаимодействия с атомами среды и короче пробег.* Так, скорость  $\alpha$ -частицы равна 20000 км/сек, длина ее пробега в воздухе составляет 2,2 см, а в биоло-

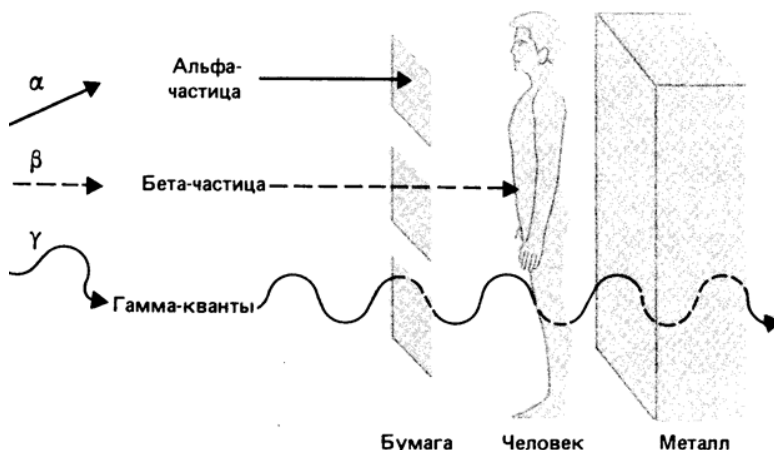


## Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности

гической ткани (которая в 730 раз плотнее воздуха) – всего 30 микрон. Этим объясняется неопасность  $\alpha$ -излучения при внешнем воздействии на человека и крайняя опасность при инкорпорации (внутреннем воздействии). В тоже время скорость  $\beta$ -частицы равна скорости света (270000 км/сек), в воздухе она «пробегает» 17 м, а в биологической ткани – 2 см. (схема 3.10.)

Схема 3.10

## Основные виды ионизирующего излучения и их проникающая способность



Знание глубины проникновения различных видов ИИ в *среде* важно для построения адекватной защиты от него.

1. Так, от  $\alpha$ -частицы не требуется особой защиты человека (при внешнем воздействии), т.к. она присоединяет к себе 2 свободных электрона (которые всегда есть в воздухе) и превращается в нейтральный атом гелия. Задерживается ороговевшим (мертвым) слоем кожи организма.

2.  $\beta$  - частица задерживается обычной одеждой, перчатками, марлевой повязкой, подошвой обуви, оконным, оптическим и органическим стеклом.

3. Ослабление  $\gamma$ -квантов возрастает с увеличением плотности вещества среды: в воздухе «слой половинного ослабления  $\gamma$  - излучения» равен 200м, в дереве – 25см, в бетоне – 10см, в свинце – 1,8см. Поэтому от такого излучения защищаются экранами из *тяжелых* элементов (листы из свинца, просвинцованная резина,



барито-бетонная штукатурка).

4. В качестве замедлителей нейтронов используют экраны из *легких* элементов (водород, бор, углерод) – пластмассы, вода, парафин. А с учетом высокой избирательной способности поглощения тепловых нейтронов, в биозащите (например, зала управления ядерным реактором) используют бериллий, кадмий и европий.

#### Биологическое действие ИИ.

Особенностями биологического действия ИИ являются:

- неощутимость воздействия (у человека нет специфических органов чувств);
- биологические эффекты проявляются не сразу (если только это не «смерть под лучом»), а после скрытого периода;
- наблюдается эффект суммирования поглощенных доз (ни один квант энергии попавший в организм, ему не прощается);
- высокая биологическая эффективность ИИ (поражающая способность).

Теорий и гипотез биологического действия ИИ существует несколько (теория мишеней – прямое разрушение молекул; теория первичных радиотоксинов и цепных реакций, структурно-метаболическая теория и пр.) Наиболее популярна у радиобиологов теория, объясняющая поражение с помощью активных радикалов. Воздействуя на внутриклеточную воду ИИ, вызывает ее радиолиз, т.е. распад на водородный (H) и гидроксильный (OH) радикалы с последующим образованием молекулярного водорода и перекиси водорода. Наличие в системе кислорода усиливает процессы вступления радикалов в химические реакции (хотя они и без того высоко активны – вступают во взаимодействие с биологически важными молекулами).

В зависимости от условий облучения организма возможны три вида биологических эффектов (табл.3.12.)

Таблица 3.12.

#### **Биологические эффекты от воздействия ИИ**

Эффект воздействия	Клинические проявления эффекта
Соматический (пороговый)	Острая и хроническая лучевая болезнь, лучевая катаракта, не злокачественные поражения кожи и глаз, стерилизация, энцефалопатия, гепатит
Стохастический (вероятностный)	Опухоли, лейкозы, сокращение продолжительности жизни
Генетический	Поломка хромосом (абберрации, мутации) – врожденные уродства



Порция энергии, переданная излучением веществу, называется *дозой*.

*Вероятностные* эффекты (толи наступит, толи - нет) возможны как при больших, так и при малых (менее 0,5 Зв) дозах ИИ. Однако, вероятность их наступления тем выше, чем больше людей облучилось (т.е. чем больше популяционная доза).

*Соматические (пороговые)* эффекты линейно связаны с той дозой, которую человек получил (переступил очередной, более высокий *порог* облучения – получи более тяжелое течение лучевого поражения; табл.3.13.)

Таблица 3.13.

**Пороговые эффекты ИИ при одноразовой дозе (продолжительность облучения не более 4-х суток)**

Поглощенная доза ИИ, бэр	Исход облучения
100	Легкая степень острой лучевой болезни
200	Гибель крови (лейкоцитов)
350	Смерть (50% пораженных в течение 30 суток после облучения)
600	Смерть (90% пораженных в течение 2-х недель после облучения)

Для понимания принятых гигиенических нормативов ИИ необходимо ясное представление различий в терминологии доз ИИ, которыми «оперирует» радиобиология. Таких доз четыре.

**Экспозиционная доза (X)** – характеризует ионизационную способность только фотонного излучения при его взаимодействии с воздухом. Т.е. это *доза в воздухе*, ее измеряют существующими дозиметрическими приборами и выражают в рентгенах или кулонах на кг.

**Поглощенная доза (D)** – доза (поглощенная средой) в единице массы облученного тела (*Дж/кг, грей, рад*). *Доза в теле*.

**Эквивалентная доза (H)** – поглощенная доза с учетом коэффициента качества излучения ( $W_R$ ), характеризует хроническое облучение биологической ткани до 25 бэр (*зиверт, бэр*):  
 **$H = D \cdot W_R$**

*Коэффициенты качества* (опасности для организма) излучений: альфа – 20, бета – 1, нейтронного, в зависимости от качества нейтронов – от 5 до 20, гамма – 1. Эквивалентная доза не характеризует отдаленных последствий ИИ, т.к. не учитывает *радиочувствительности* (радиопоражаемости) различных тканей человеческого организма, а она (чувствительность) не одинакова.



Условно (согласно правилу Бергонье-Трибондо) организм человека поделен на 3 группы *критических органов*:

1. Первая группа (наиболее чувствительные): красный костный мозг, гонады, все тело.

2. Вторая группа: мышцы, ЖКТ, жир, хрусталик глаза, все внутренности.

3. Третья группа (менее чувствительные): кожа, кости, кисти, стопы, предплечья, лодыжки.

Например, при одинаковой эквивалентной дозе вероятность риска рака легких будет больше, чем рака щитовидной железы. Для учета и сравнения риска отдаленных стохастических (вероятностных) последствий облучения введено понятие

**Эффективная доза (Нэф.)** – произведение полученной человеком *эквивалентной* дозы на *взвешенный коэффициент чувствительности* ткани:

$$\text{Нэф.} = \text{H} \bullet \text{Wt}$$

Имеется справочная таблица коэффициентов чувствительности, например, у гонад он равен 0,2, костного мозга и кишечника – 0,12, большинства остальных органов – 0,05. Выражается эффективная доза в *зивертах* или *бэрах*. Для оценки общего отдаленного влияния ИИ на организм эффективную дозу рассчитывают как сумму произведений эквивалентной дозы на все взвешенные коэффициенты организма.

Согласно действующих *Норм радиационной безопасности* (НРБ) допустимые *основные дозовые пределы* ИИ для различных категорий людей различны (таблица 3.14.)

Таблица 3.14.

### Основные дозовые пределы, мЗв

Нормируемая величина	Персонал (группа А)	Население
Эффективная доза	20 мЗв/год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв/год	1 мЗв/год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв/год
Эквивалентная доза за год:		
- в хрусталике	150	15
- в коже	500	50
- в костях и стопах	500	50

*Примечание:* для категории Б разрешены уровни в ¼ от уровней для категории А.



## Контрольные вопросы

1. Перечислите и объясните основные законы рационального питания.
2. Приведите классификацию пищевых ксенобиотиков.
3. Дайте характеристику воды, как фактора здоровья человека.
4. Перечислите и объясните основные вредные факторы жилой среды.
5. Напишите уравнение теплового обмена человека и объясните возможные исходы терморегуляции организма.
6. Охарактеризуйте виды теплового состояния организма человека.
7. Сформулируйте мероприятия профилактики перегреваний и переохлаждений организма.
8. Дайте биологическую характеристику влияния шума на организм и сформулируйте методы его профилактики.
9. Дайте биологическую характеристику влияния на организм инфра-, ультразвука и вибрации.
10. Покажите (начертите) распределение неионизирующих излучений на оси длин волн и дайте характеристику их биологических эффектов.
11. Перечислите заболевания человека от воздействия физических факторов среды.
12. Охарактеризуйте биологическое действие излучений СВЧ диапазона и методы защиты от него.
13. Перечислите опасности для здоровья, возникающие при воздействии лазерного излучения.
14. Охарактеризуйте биологические эффекты ионизирующего излучения.
15. Перечислите виды доз ионизирующего излучения и объясните их значения.



## ГЛАВА IV. ОСНОВЫ ГИГИЕНЫ ТРУДА

### 4.1. Профессиональные заболевания

**Профессиональное заболевание** – это ожидаемое (его можно предвидеть) нарушение здоровья работника, условия труда которого оцениваются как *вредные* (подклассы 3.2, 3.3, 3.4), или *опасные* – класс 4 (см. раздел 4.2). Безусловно, пока нарушение здоровья *ожидаемо* – это еще не заболевание; заболеванием оно станет после нарушения гомеостаза организма работника, а официально признают его профессиональным только после заключения медицинского специалиста–профпатолога и утверждения выставленного диагноза медико-социальной экспертной комиссией (МСЭК).

Ступени развития профессионального заболевания представлены на схеме 4.1.

Схема 4.1.

#### Траектория развития профессионального заболевания



Действующий **Перечень профессиональных заболеваний** (приказ МЗ и СР РФ от 27. 04. 2012 г. № 417 н) – это объемный документ, содержащий 188 групп заболеваний (*не нозологических форм, а групп*), классифицированных по *внешней причине* нарушения здоровья на 4 класса (табл. 4.1.):

I. Заболевания, связанные с воздействием *химических* факторов.

II. Заболевания, связанные с воздействием *физических* факторов.

III. Заболевания, связанные с воздействием *биологических*





факторов.

IV. Заболевания, связанные с физическими *перегрузками* и *перенапряжением* отдельных *органов и систем*.

Таблица 4.1.

**Перечень профессиональных заболеваний (структура документа в сокращении)**

Номер внешней причины по МКБ-10	Перечень заболеваний, связанных с воздействием вредных и/или опасных производственных факторов	Код заболевания по МКБ-10	Наименование вредного и/или опасного производственного фактора	Код
<b>I. Заболевания, связанные с воздействием <b>химических</b> факторов (острые отравления, их последствия, хронические интоксикации)</b>				
1.1.	Острое отравление этанолом (Проявления: расстройства вегетативной нервной системы, токсическая энцефалопатия, делирий, галлюциноз, кома токсическая)	T 51.0	Этанол	96
<i>и т.д., всего 123 группы заболеваний</i>				
<b>II. Заболевания, связанные с воздействием <b>физических</b> факторов</b>				
2.1.	Заболевания, связанные с воздействием неионизирующих излучений		Неионизирующие излучения	
2.1.1.	Заболевания, связанные с воздействием СВЧ-излучения (Проявления: катаракта)	H 26.8	СВЧ-излучение	96
<i>и т.д., всего 30 групп заболеваний</i>				
<b>III. Заболевания, связанные с воздействием <b>биологических</b> факторов</b>				
3.1.	Инфекционные и паразитарные заболевания, связанные с воздействием инфекционных агентов	T 75.8	Возбудители инфекционных и паразитарных заболеваний, с которыми работники находятся в контакте во время работы	96
<i>и т.д., всего 11 групп заболеваний</i>				
<b>IV. Заболевания, связанные с физическими <b>перегрузками</b> и функциональным <b>перенапряжением</b> отдельных <b>органов и систем</b></b>				



4.1.	Полинейропатия верхних и нижних конечностей	G 628	Физические перегрузки и функциональное перенапряжение органов соответствующей локализации	X 50. 1-8
<i>и т.д., всего 24 группы заболеваний</i>				

**Примечание:** «МКБ-10» - международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем (десятый пересмотр).

Механизмы развития (патогенез) профессиональных заболеваний могут быть схожими или различными (в зависимости от вредного фактора и «органа-мишени»). Важно понять, что профессиональное заболевание – это адекватное повреждению (фактору) изменение в организме: вибрация = вибрационная болезнь; пыль = пылевой бронхит; ионизирующее излучение = лучевая болезнь; промышленный аллерген = аллергия и т. д.

Принадлежность веществ к группам «аллергенов», «фиброгенов», «канцерогенов», определяют в соответствии с Гигиеническими Нормативами «Химические факторы производственной среды. ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны» ГН 2.2.5.1313-03.

Уровень профессиональной патологии на производстве, в цехе, на участке – это показатель неблагополучия организации труда и сигнал о необходимости проведения срочных оздоровительных мероприятий.

Расследование случаев профессиональных заболеваний проводят в соответствии с требованиями Постановления Правительства РФ от 15.12. 2000г. № 967.

## 4.2. Гигиеническая классификация труда

(по показателям вредности и опасности производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса)

**По степени отклонения** фактических параметров от гигиенических нормативов выделяют **4 класса** условий труда (табл. 4.2.):

- 1) *оптимальные;*
- 2) *допустимые;*



3) *вредные*;

4) *опасные*.

В разделе 1.3 пособия уже приводились варианты воздействия окружающей среды на человека. При их сравнении с данной классификацией труда видно, что это явления одного порядка: классификация труда – частный случай взаимодействия человека со средой (производственной).

Если на рабочем месте фактические значения уровней вредных факторов находятся в пределах оптимальных или допустимых величин, то условия труда относятся соответственно к *первому* или *второму* классу. В первом случае здоровье сохраняется и поддерживается высокая работоспособность. Во втором случае возможны **функциональные** изменения состояния организма, восстанавливающиеся во время регламентированного отдыха.

Если уровень хотя бы одного фактора превышает допустимую величину, то, **в зависимости от величины превышения**, условия труда на таком рабочем месте могут быть отнесены к 1 - 4 степеням *третьего* класса (вредные), или *четвертому* (опасные) классу. Исключением являются частные ситуации, рассмотренные в таблицах (4.3. и 4.4.)

При работе в условиях *степени вредности 3.1* увеличивается риск нарушения здоровья. Условия **3.2** вызывают стойкие функциональные изменения, увеличение *производственно обусловленной* заболеваемости и, после длительного воздействия (более 15 лет), легкие формы **профессиональной** заболеваемости. Условия **3.3** приводят к росту хронической патологии, профессиональным заболеваниям легкой и средней степени тяжести с потерей **профессиональной трудоспособности**. Условия **3.4** могут приводить к тяжелым формам профессиональной патологии с потерей **общей трудоспособности** (т.е. к инвалидности). Опасные (**4-й класс**) уровни производственных факторов создают высокий риск развития острых профессиональных поражений и **угрозу для жизни**. Опасные работы допускаются только при ликвидации и предупреждении аварий, в средствах индивидуальной защиты и при строгом соблюдении режимов для таких работ.

Последовательность действий при необходимости проведения гигиенической оценки труда представлена на схеме 4.2. Измерения реальных уровней вредных факторов проводят специалисты лабораторий (как правило – Роспотребнадзора) имеющие лицензию на право указанной деятельности. Для проведения инструментального мониторинга параметров производственной среды учреждение заключает с лабораторией договор.



Гигиенические критерии оценки и классификация труда - это объемный документ, изданный в форме руководства Р 2.2.2006 - 05, позволяющий правильно заполнить итоговую таблицу оценки труда (№ 4.2.) Потребность в его использовании промышленным предприятием и другими юридическими лицами может возникнуть в случаях:

- 1) установления приоритетности при проведении оздоровительных мероприятий и оценке их эффективности;
- 2) в ходе производственного контроля за условиями труда;
- 3) в процессе расследования случаев профессиональных заболеваний и несчастных случаев на производстве;
- 4) при аттестации рабочих мест персонала по условиям труда и т.п.

Таблица 4.2

## Итоговая таблица оценки труда

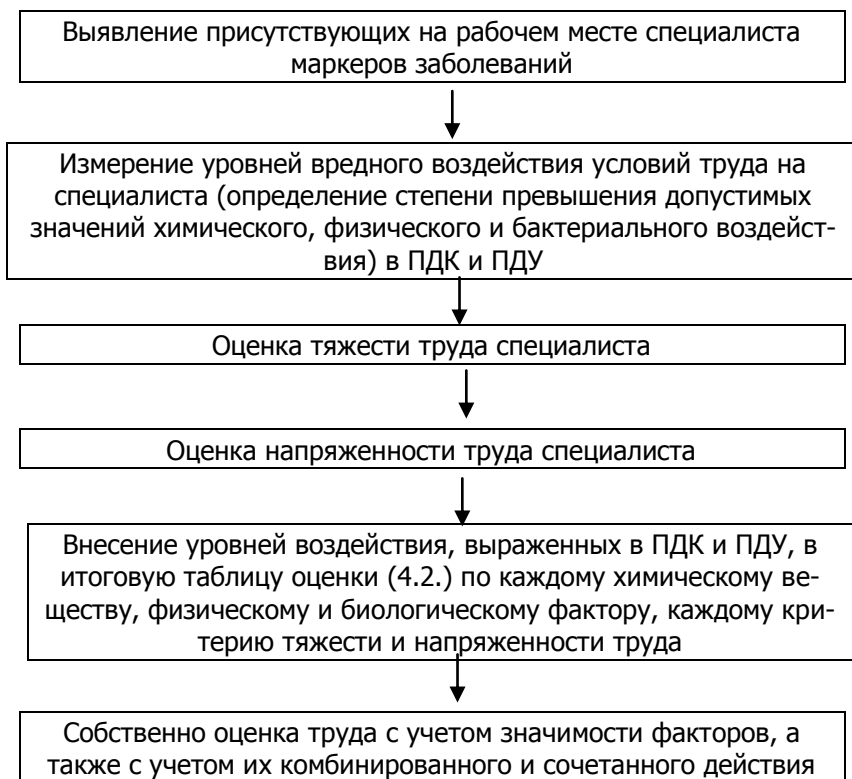
ФАКТОР	Класс условий труда						
	Оптимальный	Допустимый	Вредный				Опасный (экстремальный)
			3.1	3.2	3.3	3.4	
1	2	3				4	
<b>I Маркеры заболеваний:</b>							
- химический							
- биологический							
-аэрозоли-фиброгены							
- шум							
- инфразвук							
- ультразвук							
- вибрация общая							
- вибрация локальная							
-неионизирующие излучения							
-ионизирующие излучения							
- микроклимат							
- освещение							
<b>II Тяжесть труда:</b>							
- физическая динамическая нагрузка							



- масса перемещаемого груза							
-стереотипность движений							
- рабочая поза							
- наклоны корпуса							
- ходьба							
<b>III Напряженность труда:</b>							
-интеллектуальные нагрузки							
- сенсорные нагрузки							
-эмоциональные нагрузки							
- монотонность труда							
- режим работы							
<b>Общая (итоговая) оценка труда</b>							



### Алгоритм гигиенической оценки труда



Общая оценка условий труда с учетом комбинированного и сочетанного действия производственных факторов устанавливается: 1) по наиболее высокому классу и степени вредности; 2) в случае сочетанного действия трех или более факторов, относящихся к классу 3.1., общая оценка труда соответствует классу 3.2.; 3) при сочетании двух и более факторов классов 3.2., 3.3., 3.4 - условия труда оцениваются соответственно на одну ступень выше.

При использовании метода защиты временем условия труда могут быть оценены как менее вредные, но не ниже класса 3.1. Работы в условиях превышения гигиенических нормативов (**классы 3 и 4**) должны осуществляться с **обязательным использованием средств индивидуальной защиты**, что уменьшает уровень профессионального риска повреждения здоровья, но **не**



изменяет класс условий труда специалиста.

### Частные ситуации оценки труда

Таблица 4.3.

#### Оценка труда при работе с биологическим фактором (возбудителями инфекционных заболеваний) и лекарственными препаратами.

Вредный фактор	Микро-организмы – возбудители особо опасных инфекций	Возбудители других (не ООИ) инфекционных заболеваний	Противоопухолевые средства, гормоны (эстрогены)	Наркотические анальгетики
Соответствующий фактору класс труда	4	3.3	3.4	3.2

**Примечание:** независимо от концентрации веществ в воздухе рабочей зоны, только по факту контакта с вредным фактором, труд специалистов относится к указанному в таблице классу.

Таблица 4.4.

#### Частные ситуации оценки труда при воздействии на человека физических факторов.

Вредный фактор	Частная ситуация воздействия вредного фактора	Соответствующий ситуации класс труда
Аэроионизация	Превышение максимально допустимого и (или) несоблюдение минимально необходимого числа ионов и показателя полярности	3.1
Электромагнитные излучения	Превышение ПДУ для установленного времени облучения	3
	Превышение максимальных ПДУ для кратковременного воздействия	4

### 4.3. Система профилактики профессиональной и профессионально - обусловленной заболеваемости

Медицинская наука выделяет *три вида профилактики* заболеваний (схема 4.3.):

**1. Первичная профилактика** направлена на идентифика-



цию и нормирование опасностей среды, устранение вредного фактора или снижение его уровня до реально достижимых минимальных значений.

Недопущение вредного воздействия и развития заболевания.

**2. Вторичная профилактика** – это мероприятия по раннему выявлению *предболезни*, повышению *резистентности* (адаптационных возможностей) организма, обучению приемам безопасной работы и жизни.

Раннее (более эффективное) начало лечения «зарождающегося» заболевания, ноксологическое поведение и риск-ориентированное мышление работника.

**3. Третичная профилактика** – это предотвращение осложнений уже возникшего *заболевания*, реабилитация больных и инвалидов.

Улучшение качества жизни больных.

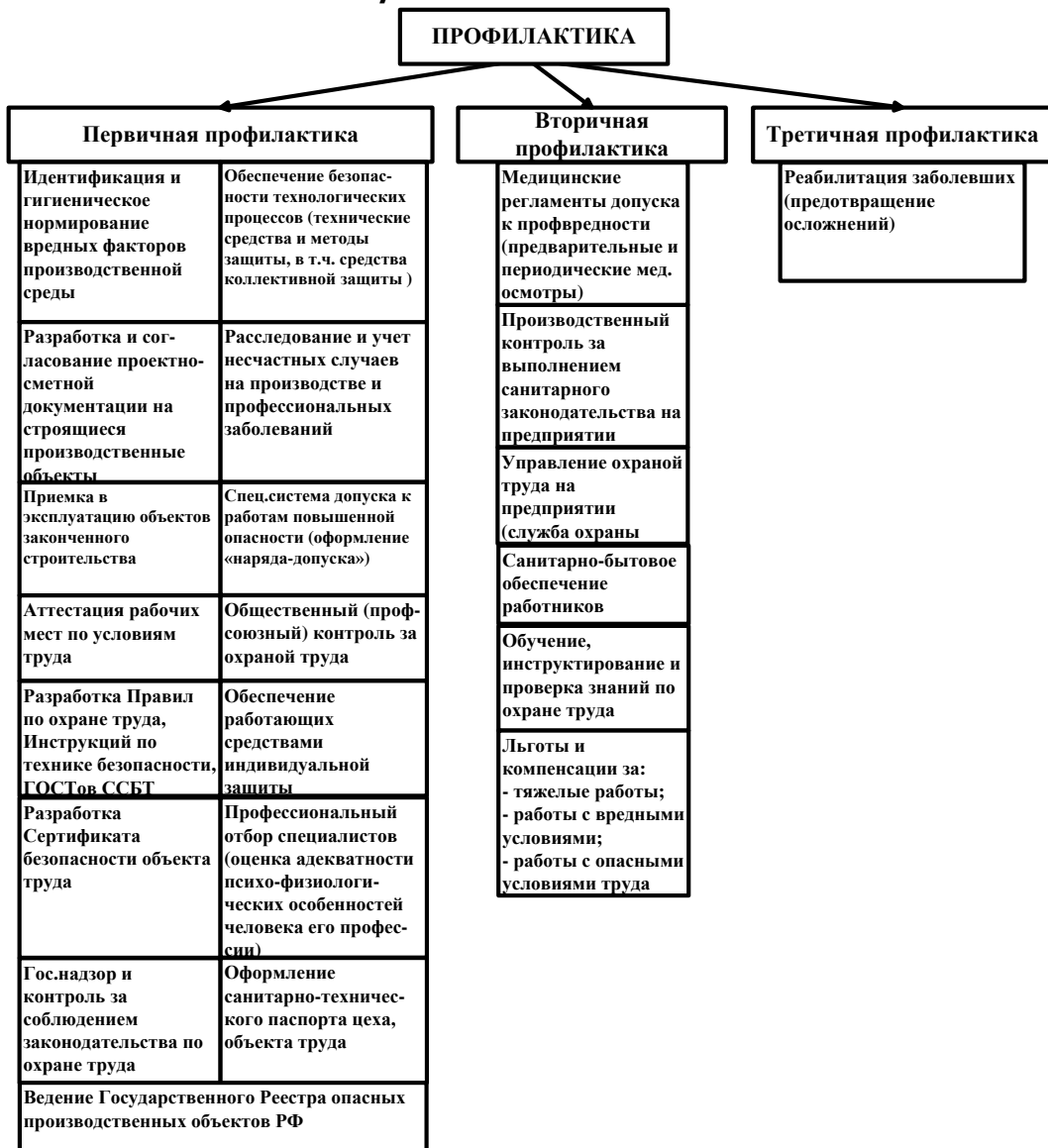
В интересах профилактики используются все методы и средства снижения опасности: организационные, технические, правовые, экономические, медицинские, конструктивные и пр.





Схема 4.3.

### Система профилактики профессиональных и профессионально-обусловленных заболеваний в РФ



В ходе реализации указанной системы обязательно используются **универсальные принципы защиты** работников от



вредностей:

**1. Защита временем** (сокращенные рабочий день, рабочая неделя, общий трудовой стаж; наличие технологических перерывов в работе). *Чем короче время вредного воздействия на организм, тем меньше глубина поражения органов и систем, а значит – меньше вероятность заболевания или травмы.*

**2. Защита расстоянием** (дистанционное управление вредными и опасными технологическими процессами, использование манипуляторов и пр.). *Чем больше расстояние от источника вредного воздействия, тем меньше уровень воздействия, а значит, меньше вероятность заболевания. Надежда на то, что вредность «не дотянется» до работника.*

**3. Защита экраном** (экранирование вредности в ее источнике, экранирование рабочего помещения или рабочего места, экранирование организма средствами индивидуальной защиты). Экран выполнит роль прерывателя распространения вредного фактора в пространстве лишь в том случае, если будет изготовлен из *адекватного материала*, т.е. не проникаемого для данной, конкретной вредности и если его *толщина* будет правильно рассчитана.

**4. Защита мощностью источника вредности** (с учетом законодательно утвержденного положения о приоритете здоровья работника над экономической выгодой предприятия в технологическом процессе целесообразно использовать установки с минимально возможной генерацией вредности. Например, радиоактивные источники с разрешенной для данной технологии удельной активностью).

При **разработке документации на строительство объектов труда** в *Проекте* обязательно учитываются требования гигиены труда, эргономики, коммунальной гигиены и экологии, а **в ходе государственной приемки объектов** законченного строительства проверяется полнота реализации этих требований.

**Аттестация рабочих мест по условиям труда** – законодательно утвержденная профилактическая процедура, осуществляемая в соответствии с Постановлением Министерства труда РФ и проводимая по алгоритму: 1) назначение аттестационной комиссии на предприятии; 2) утверждение графика аттестации цехов; 3) составление перечня рабочих мест; 4) составление перечня опасных и вредных производственных факторов, имеющих на предприятии; 5) аттестация (инструментальное измерение уровней вредных факторов); 6) определение класса вредности труда на каждом рабочем месте. Документы аттестации хранятся



на предприятии 45 лет (*всегда можно ретроспективно установить причину профессионального заболевания работавшего ранее на данном рабочем месте специалиста*).

В ходе аттестации эффективным является использование руководством предприятия методических приемов, применяемых представителями Роспотребнадзора в ходе медицинского контроля за условиями труда. Такая практика, по мнению автора данного пособия не будет лишней и для специалистов направления подготовки «Техносферная безопасность».

Медицинский контроль за безопасностью труда на предприятии проводится по алгоритму:

1) изучают *интегральный показатель безопасности труда – здоровье* работников (специалистов). Проводят анализ заболеваемости по классам и нозологическим формам заболеваний, по объектам труда (цехам), по профессиям, по группам риска; анализируют результаты периодических медосмотров «вредников». Проще говоря, *отвечают на вопросы: «Чем, где (в каком цехе, на каком рабочем месте) и кто из специалистов болен?»*

2) Проводят инвентаризацию имеющихся на предприятии профессиональных вредностей, изучают правила работы с ними (гигиенические нормативы) изложенные в соответствующих нормативно-правовых документах (ГОСТах, ОСТах, СанПиНах, законах). Другими словами – *отвечают на вопрос: «Как должно быть все устроено и организовано?»*

3) Выявляют и учитывают всех лиц на предприятии, которые могут подвергаться неблагоприятному воздействию в процессе труда. Оценивают (*по гигиенической классификации*) степень вредности, опасности, тяжести и напряженности труда указанных специалистов. Словом, *отвечают на вопрос: «Чего (какого повреждения здоровью) можно ожидать?»*

4) Проверяют соблюдение возрастных и медицинских допусков к работе во вредных условиях труда. *Отвечают на вопрос: «Можно ли данному человеку подвергаться воздействию имеющихся на его рабочем месте вредных факторов?»*. Существует перечень медицинских противопоказаний к работам с профвредностями в зависимости от наличия тех или иных заболеваний у конкретного человека. *Чтобы не усугубить его состояние, а иногда и не вызвать смерть работника.*

5) Режим труда оценивают по продолжительности рабочих смен и продолжительности сна (в т. ч. непрерывного); контролируют наличие необходимых технологических перерывов в работе; определяют уровень работоспособности специалиста. *Отвечают*



**на вопрос: «Правильно ли (законно) построен режим труда?».**

6) Оценивают объект труда (цех) на его соответствие СНиП по планировочным решениям, инженерным системам жизнеобеспечения (системы освещения, вентиляции, кондиционирования, водоснабжения, канализации, отопления, воздушных завес, защитных экранов, и т. д.), экологичности.

7) Проверяют выполнение на объекте Санитарных Правил по ведущим вредным факторам (физическим, химическим, биологическим).

При необходимости проведения инструментальных или лабораторных исследований и испытаний для оценки уровней (параметров) производственных вредных факторов, силами лицензированных в этой области учреждений проводят таковые и получают протокол измерений.

Кроме того, в ходе обследования (шаги алгоритма №6, №7) оценивают:

1) (фактически и по учетным документам) обеспеченность специалистов средствами индивидуальной защиты и спецодеждой;

2) адекватность средств защиты имеющимся на рабочем месте вредным факторам;

3) наличие и эффективность коллективных средств защиты;

4) достаточность бытовых помещений и санитарных приборов;

5) организацию лечебно – профилактического питания.

**Отвечают на вопрос: «Что на объекте (предприятии, в цехе) неправильно с точки зрения гигиены труда?».**

8) Проводят гигиеническую диагностику. Т. е. **отвечают на вопрос: «Почему работники предприятия болеют, чего ожидать от заболеваемости в будущем при таких условиях труда, и что необходимо сделать (как улучшить условия труда), чтобы заболеваемость снизить?».**

**Медосмотры** всегда проводят для чего – то конкретного. **В данном случае** медицинское освидетельствование проводят исходя из тех вредных факторов, с которыми каждый сотрудник работает. То есть, **с учетом ожидаемого индивидуального повреждения здоровья**. На государственном уровне (в приказе МЗ РФ регулирующем организацию профилактических медицинских осмотров) утверждены:

- перечень работ, перечень вредных веществ и производственных факторов при работе с которыми обязательны МО;



- перечень врачей-специалистов, которые должны участвовать в обследовании работника в зависимости от того, с какой вредностью он соприкасается;
- перечень анализов, которые должен сдать работник в зависимости от того, с какой вредностью он имеет профессиональный контакт;
- перечень болезней, являющихся противопоказаниями к контакту с вредностью;
- перечень профессиональных заболеваний.

Безусловно, здоровья медосмотр не прибавляет, но он позволяет осуществить три важных для профилактики мероприятия:

1. Выявить у кандидата на рабочее место наличие медицинских противопоказаний к контакту с тем или иным вредным производственным фактором. Если у человека есть нарушения здоровья (предболезнь или болезнь) которые еще больше усугубятся при **избирательном воздействии вредного фактора** на больной орган, то этого усугубления можно не допустить, не приняв кандидата на работу.

2. Если человек начинает в процессе работы заболевать профессиональным заболеванием, то его переводят на работу, где нет вызвавшего болезнь вредного фактора (т.е. не усугубляют состояние) и начинают лечить. Чем раньше начато лечение, тем оно эффективнее, т. е. появляется надежда на выздоровление.

3. Если на конкретном рабочем месте человек получил профессиональное заболевание, значит, рабочее место «плохое», требует инженерно-технических усилий для улучшения (оздоровления) условий труда.

К таким техническим усилиям относятся: 1) оборудование новой системы вентиляции или повышение эффективности уже существующей; 2) оборудование систем отопления и кондиционирования воздуха; 3) установка ионизаторов или деионизаторов воздуха; 4) механизация или автоматизация труда; 5) смена опасной производственной технологии на не опасную или менее опасную; 6) замена устаревшего технологического оборудования на новое, более рациональное с точки зрения гигиены труда; 7) обеспечение работника средствами индивидуальной защиты и спецодеждой; 8) организация для работника адекватного вредности профилактического питания; 9) реконструкция системы производственного освещения; 10) оборудование санитарно-бытовых помещений (санпропускников, душевых, комнат обогрева, гардеробных и пр.); 11) экранирование рабочего места от профессиональной вредности (ИИ, СВЧ, шума, лазерного или теплового из-



лучения); 12) пересмотр системы защиты работника от вредности; 13) изменение режима труда и отдыха работника и т.д. То есть все делается для того, чтобы пришедший на опасное рабочее место новый работник тоже (как его предшественник) не получил профессионального заболевания.

Существуют Санитарные Правила, заставляющие руководителя (хозяина) предприятия осуществлять на своем производстве (параллельно с проверками Роспотребнадзора) собственный = **производственный контроль (ПК)** за выполнением профилактических мероприятий (санитарного законодательства РФ). Объектами ПК является все, что есть на предприятии: 1) здания, территория; 2) технологическое оборудование; 3) персонал; 4) производственные технологии; 5) транспорт; 6) рабочие места; 7) сырье, продукция и отходы производства.

**ПК** включает в себя следующие мероприятия: 1) приобретение официальных документов, т.е. Санитарных Правил и Методик контроля факторов среды (только тех, которые имеются на предприятии); 2) проведение инструментальных и лабораторных измерений уровней вредных факторов на рабочих местах; 3) проведение медицинских профилактических смотров персонала (*для осуществления регламента допуска к профессии*); 4) обоснование безопасности для людей и окружающей среды используемых на производстве технологий; 5) ведение учета и отчетности по **ПК**; 6) визуальный и документальный контроль специально назначенным лицом за выполнением «**Программы ПК**» на предприятии.

Для обеспечения безопасности на производстве (исходя из способов защиты) применяют **средства коллективной защиты (СИЗ)** работающих (от шума, вибрации, электростатических разрядов, химического загрязнения воздуха, электромагнитных излучений и т.д.). По техническому использованию СИЗ подразделяются на следующие группы: ограждения, блокировочные, тормозные, предохранительные устройства, световая и звуковая сигнализация, приборы и знаки безопасности, цвета сигнальные, устройства автоматического контроля, дистанционного управления, заземления и зануления, вентиляция, отопление, освещение, изолирующие, герметизирующие средства и др.

**Санитарно-бытовое обслуживание** на производстве является элементом вторичной профилактики и направлено на минимизацию уже состоявшегося вредного воздействия на организм или СИЗ.

При технологических процессах, связанных с выделением пыли и вредных веществ, в *гардеробных* предусматриваются *рес-*



*пираторные*, оборудованные установкой для очистки фильтров от пыли и контроля их сопротивления, приспособлениями для мойки, дезинфекции и сушки полумасок, шкафами и гнездами для хранения респираторов и самоспасателей.

*Сушка спецодежды* осуществляется в специальном помещении или в закрытых гардеробных шкафах (оборудованных вытяжной вентиляцией с механическим побуждением).

Для *обеспыливания спецодежды* (ежесменно, периодически или эпизодически) применяются разнообразные устройства (механические, с использованием сжатого воздуха, аэродинамические обеспыливатели и пр.)

*Стирку спецодежды* проводят в централизованных прачечных (с отделениями химической чистки), обслуживающих группы промышленных предприятий. При производственных процессах групп 3б и 4 используют децентрализованные прачечные и помещения обезвреживания спецодежды.

В зависимости от групп производственных процессов в составе административно-бытовых зданий предприятий предусматриваются помещения медико-профилактического назначения: здравпункт, комнаты для личной гигиены женщин, ингаляторий, фотарий, ручные и ножные ванны, комната психологической разгрузки.

*Комната личной гигиены женщин* состоит из тамбура и индивидуальных кабин, оборудованных вешалками для одежды, биде с подводом и смесителем горячей и холодной воды, унитазом, бачком с крышкой для использованных гигиенических пакетов.

*Ингаляторий* оборудуют на предприятиях, где производственные процессы связаны с выделением пыли или газообразных веществ, кабины оснащают ингаляционными установками групповой или индивидуальной аэрозольной профилактики (кислородной, щелочной и др.)

*Фотарий* оборудуют на предприятиях, расположенных выше Северного полярного круга, осуществляющих подземную добычу полезных ископаемых, а также при работах, выполняемых в помещениях без естественного освещения. Однако при этом необходимо учитывать противопоказания к применению профилактического ультрафиолетового облучения, в частности наличие у работающих контакта с фотосенсибилизаторами и токсическими веществами, действие которых усиливается под влиянием ультрафиолета.

*Помещения для гидромассажа ног* предусматриваются на предприятиях, характеризующихся трудом, связанным с длитель-



ным пребыванием работающих в позе «стоя», или с технологическим оборудованием, генерирующим вибрацию, передающуюся на ноги.

*Кабины физиотерапевтических процедур* с целью профилактики вибрационной болезни (тепловых гидропроцедур, воздушного обогрева рук с микромассажем, гимнастики и пр.) оборудуют на производствах с технологическими процессами, генерирующими вибрацию.

*Комната психологической разгрузки* предусматривается на предприятиях, характеризующихся выраженным напряженным трудом (физическим и психоэмоциональным). Нормируемыми параметрами для такой комнаты являются: уровень звука (не более 65 дБА, температура воздуха – 18-22°C.)

#### 4.4. Оценка профессионального риска для здоровья работников (принципы и критерии)

В Российской Федерации оценку профессионального риска для здоровья (в интересах обоснования мер профилактики) проводят в соответствии с требованиями Руководства Р 2.2. 1766-03. При этом в процедуре оценки должен участвовать целый ряд специалистов: инженеры, химики, физики, биологи, экологи, гигиенисты, врачи клиницисты и профессиональные патологи. Используются акты расследования несчастных случаев, истории болезни, международные карты химической безопасности, листки опасности по профессиям, компьютерные базы данных, математические программы и другие современные технологии. *Мерой* риска является класс условий труда. *Мерой доказанности риска* считается его соответствующая категория.

Выделяют следующие категории доказанности риска (критерии ООН):

- категория 1А **«доказанный профессиональный риск»** (на основе результатов гигиенической оценки условий труда, материалов периодических медицинских осмотров, физиологических, лабораторных и экспериментальных исследований, эпидемиологических данных);

- категория 1Б **«предполагаемый профессиональный риск»** (на основе результатов гигиенической оценки условий труда, дополненных отдельными клинико-физиологическими, лабораторными и экспериментальными данными или данными литературы);





- категория 2 «**подозреваемый профессиональный риск**» (на основе результатов гигиенической оценки условий труда).

*Исходными данными для оценки профессионального риска являются результаты:* 1) производственного контроля; 2) государственного санитарно-эпидемиологического надзора; 3) санитарно-эпидемиологической оценки производственного оборудования и продукции производственного назначения; 4) аттестации рабочих мест.

**Анализ риска состоит из: оценки риска, управления риском и информации о риске.**

Для оценки риска используют следующие критерии: 1) гигиенические (предварительные) по Р 2.2. 2006-05; 2) категорирование риска по классам условий труда; 3) медико-биологические показатели здоровья работников (в т.ч. репродуктивного и здоровья потомства); 4) тяжесть нарушения здоровья работников; 5) категорирование риска по степени доказанности; 6) степень связи нарушений здоровья с работой (по эпидемиологическим данным).

При оценке тяжести нарушения здоровья учитывают, что несчастные случаи на производстве бывают *тяжелыми* и *легкими*. Квалифицирующими признаками тяжести являются характер полученных повреждений и осложнения, связанные с ними, а также – усугубление имеющихся и развитие хронических заболеваний; длительность расстройства здоровья и последствия полученных повреждений.

Признаки *тяжелого* несчастного случая:

- 1) повреждения, угрожающие жизни пострадавшего;
- 2) длительное расстройство здоровья с временной утратой трудоспособности (60 дней и выше);
- 3) стойкая утрата трудоспособности (инвалидность);
- 4) потеря профессиональной трудоспособности на 20% и более.

В ходе оценки риска через класс условий труда учитывают *индекс профзаболеваемости* (по шкале от 0 до 1, табл.4.5.). Границе между классами вредных (3.4) и экстремальных (4) условий труда соответствуют следующие значения медико-биологических показателей:

- 1) общесоматические заболевания и мутагенные нарушения – относительный риск выше 5;
- 2) акселерация старения и недожитие – 10 лет и более;
- 3) риск профессионально-обусловленной смертности – выше 7.

При выборе комплекса мер профилактики (**управление**



**риском**) в соответствии с рекомендациями МОТ руководствуются следующими приоритетами:

- 1) устранение опасного фактора или риска;
- 2) борьба с опасным фактором или риском в источнике;
- 3) снижение уровня опасности фактора или внедрение безопасных систем работы;
- 4) при сохранении остаточного риска использование средств индивидуальной защиты.

При использовании СИЗ учитывают:

- 1) необходимость их правильного обслуживания и применения;
- 2) что СИЗ могут создавать неудобства или быть вредными для здоровья, опасными для работы;
- 3) что СИЗ защищают только пользователя, в то время как другие работники, оказывающиеся в данной рабочей зоне, остаются незащищенными;
- 4) что СИЗ могут создавать ложное чувство безопасности при их неправильном использовании или обслуживании.

В ходе управления риском руководствуются данными табл. 4.5.

*Таблица 4.5.*

**Срочность мер по снижению риска в зависимости от его уровня**

Класс условий труда	Индекс профзаболеваний	Категория профессионального риска	Срочность мероприятий по снижению риска
Оптимальный (1)	-	Риск отсутствует	Меры не требуются
Допустимый (2)	< 0,05	Пренебрежимо малый (переносимый) риск	Меры не требуются, но уязвимые лица нуждаются в дополнительной защите (несовершеннолетние, беременные женщины, кормящие матери, инвалиды)
Вредный (3.1)	0,05 – 0,11	Малый (умеренный) риск	Требуются меры по снижению риска
Вредный (3.2)	0,12 – 0,24	Средний (существенный) риск	Требуются меры по снижению риска в установленные сроки
Вредный (3.3)	0,25 – 0,49	Высокий (непереносимый) риск	Требуются неотложные меры по снижению риска



Вредный (3.4)	0,5 – 1,0	Очень высокий (непереносимый) риск	Работы нельзя начинать или продолжать до снижения риска
Опасный (экстремальный)	> 1,0	Сверхвысокий риск и риск для жизни, присущий данной профессии	Работы должны проводиться только по специальным регламентам

Обязательной мерой профилактики также является систематическое информирование работников о существующем (на их рабочем месте) риске нарушений здоровья, необходимых мерах защиты и профилактики.

### Контрольные вопросы

1. Напишите траекторию (этапы) развития профессионального заболевания.
2. Перечислите классы профессиональных заболеваний человека.
3. Приведите гигиеническую классификацию труда и укажите риск нарушения здоровья по классам труда.
4. Напишите алгоритм гигиенической оценки труда.
5. Опишите Систему профилактики профессиональных заболеваний (по видам профилактики) в РФ.
6. Перечислите и объясните универсальные принципы защиты от профессиональных вредностей.
7. Напишите алгоритм аттестации рабочих мест по условиям труда.
8. Напишите алгоритм контроля за условиями труда.
9. Что вам известно о содержании и организации проведения предварительных и периодических медицинских осмотров на производстве?
10. Что такое производственный контроль за выполнением санитарных норм и как он проводится?
11. Что такое оценка профессионального риска для здоровья работников (принципы, критерии, содержание)?
12. Чем руководствуются при управлении профессиональным риском (при выборе мер профилактики)?
13. Начертите таблицу срочности мер по снижению риска в зависимости от его уровня (класса условий труда).



## ГЛАВА V. ОСНОВЫ БИОХИМИЧЕСКОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ ТОКСИКОЛОГИИ

### 5.1. Глоссарий главы

**Аддитивное действие** – суммирование биологических (токсических) эффектов нескольких химических веществ

**Антидот** – противоядие

**Антагонизм** - противодействие

**Абсорбция (всасывание)** – перенос токсиканта из места его поступления в организм в системный кровоток.

**Биотрансформация** – ферментное превращение токсиканта в более полярные (гидрофильные, легко выводимые почками) и менее токсичные соединения.

**Доза** – количество вещества, попавшее в организм (отношенное, как правило, к единице массы тела человека) и дающее определенный токсический эффект.

**Доза токсическая** – доза, вызывающая в организме патологические изменения, не приводящие к смертельному исходу.

**Доза токсическая минимальная** – пороговая доза в отношении эффекта, выходящего за пределы нормальных физиологических реакций.

**Доза смертельная минимальная** – доза, вызывающая за фиксированный период времени гибель единичных подопытных животных.

**Доза смертельная абсолютная** – доза, вызывающая за фиксированный период времени гибель не менее 99% подопытных животных.

**Доза смертельная средняя** – доза, вызывающая за фиксированный период времени гибель 50% подопытных животных.

**Интоксикация** (лат. *in* внутрь + греч. *toxikon* яд) – патологическое состояние, вызванное общим действием на организм токсичных веществ.

**Клиренс** – скорость выведения вещества из организма.

**Ксенобиотик** – вещество, чужеродное для организма (не требующееся ему в обмене веществ), чаще всего – вредное для здоровья.

**Кумуляция** – накопление в организме биологически активного вещества (материальная кумуляция) или его эффектов (функциональная кумуляция) при повторных воздействиях.

**Коэффициент кумуляции** – отношение величины суммарной дозы вещества, вызывающей определенный эффект у



50% подопытных животных при многократном дробном введении, к величине дозы, вызывающей тот же эффект при однократном введении.

**Летальный синтез (метаболическая активация)** – биологическая (внутриорганизменная) трансформация токсиканта с образованием токсичных продуктов.

**Метаболиты** – вещества, образующиеся в результате биологической трансформации (химических превращений под воздействием ферментов организма).

**ПДК (предельно допустимая концентрация)** – максимальное количество вещества, в единице объема воздуха (воды, пищи), которое при ежедневном воздействии на организм в течение длительного времени не вызывает в нем патологических изменений и не нарушает нормальную жизнедеятельность человека.

**ПДК среднесменная** – наибольшая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны, которая при ежедневной работе (кроме выходных), но не более 41 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболевание или отклонение в состоянии здоровья, обнаруживаемое современными методами исследования (определяется как среднеарифметическая величина от нескольких измерений).

**ПДК для коротких интервалов времени** – максимальная концентрация, которая не может быть превышена в течение не более чем 15-минутной экспозиции.

**ПДК максимальная** – концентрация, которая никогда не должна превышать.

**Рецептор токсичности** – химически активная группировка, в норме участвующая в метаболизме клеток, к которой способна присоединяться молекула ксенобиотика.

**Синергизм** – усиление, потенцирование эффекта воздействия

**Токсикант** – яд антропогенного (промышленного) происхождения (яды животные и растительные называют *токсинами*).

**Токсичность** – способность вещества вызывать нарушения физиологических функций организма, в результате чего возникает интоксикация (заболевание) или гибель.

**Толерантность** (от лат. *tolerantia* - переносимость) – способность организма переносить воздействие яда без развития токсического эффекта.

**Токсикодинамика** – раздел токсикологии, изучающий механизмы формирования токсического эффекта на различных уровнях (системном, органном, тканевом, клеточном, субклеточ-



ном, молекулярном, субмолекулярном).

**Токсикокинетика** – раздел токсикологии, изучающий кинетические закономерности этих процессов: скорость всасывания, распределения, элиминации).

**Эндогенные вещества** – образовавшиеся внутри организма.

**Экскреция** – удаление (выведение) токсиканта во внешнюю среду (с мочой, потом, выдыхаемым воздухом, экскрементами).

**Элиминация** – полное выведение токсиканта из организма, включающее биотрансформацию и экскрецию.

**Яд** – вещество, вызывающее отравление или смерть при попадании в организм.

## 5.2. Основы биохимической токсикологии

### 5.2.1. Факторы токсичности ксенобиотика

Токсичность химического вещества, попавшего в организм человека, зависит от целого ряда факторов: как от физико-химических свойств самого вещества, так и от качества биологической среды нахождения токсиканта.

К таким факторам токсичности можно отнести:

- 1) устойчивость вещества;
- 2) проницаемость клеточных мембран;
- 3) pH среды;
- 4) растворимость вещества;
- 5) липофильность (жирорастворимость) вещества;
- 6) диффузионную способность вещества;
- 7) окислительно-восстановительный потенциал вещества;
- 8) поверхностную активность вещества;
- 9) адсорбционные свойства вещества;
- 10) способность токсиканта к электродиссоциации (ионизации);
- 11) способность токсиканта к комплексообразованию.

### 5.2.2. Механизмы формирования токсического эффекта

Механизмы формирования токсического эффекта могут быть описаны на основе II начала термодинамики и вытекающего из него закона действующих масс для равновесия. Возможно прогнозирование направления химических процессов с участием ток-



сиканта (для этого необходимо учесть значения энергии Гиббса и константы равновесия процессов, а также характеристики, представленные в разделе 5.2.1.)

Формирование токсического эффекта протекает в 4 стадии:

1. Доставка токсиканта к органу (органам) – мишени.
2. Взаимодействие с рецепторами токсичности (молекулами-мишенями).
3. Инициирование нарушений в структуре и/или функции клеток (изменение свойств организменных биологически активных веществ).

4. Восстановительные процессы на молекулярном, клеточном и тканевом уровнях.

**Если нарушения**, вызываемые токсикантом, **преобладают** над восстановительными процессами – **проявляется токсичность**.

Роль токсиканта может играть как само исходное химическое вещество, поступившее в организм, так и его метаболиты, а также – образующиеся активные формы кислорода и азота.

Биотрансформация токсиканта, сопровождающаяся снижением его содержания в организме, называется **детоксикацией** (схема 5.1.).

Схема 5.1.

### Направления биотрансформации токсиканта



Практически все эндогенные (внутриорганизменные) соединения – потенциальные мишени для токсикантов. Обычно роль мишени токсического воздействия играют макромолекулы, находящиеся либо на поверхности, либо внутри отдельных видов клеток, чаще всего это внутриклеточные ферменты. При *летальном синтезе* мишенью токсического метаболита чаще всего становится



фермент, ответственный за его образование, или близлежащие внутриклеточные структуры: 1) макромолекулы на поверхности и внутри клеток (внутриклеточные ферменты); 2) ДНК; 3) белки; 4) клеточные мембраны.

Взаимодействие токсиканта с молекулярными мишенями происходит по лиганд-рецепторному механизму. Рецепторами токсичности оказываются химически – активные группировки в формуле вещества. Например, химическими рецепторами для соединений мышьяка и ртути служат тиоловые (сульфгидрильные) группы (-SH). Размер иона ртути в миллион раз меньше размера (длины) клетки и без специфичности взаимодействия он был бы не способен отыскать нужный рецептор.

Механизмы взаимодействия соединений металлов с клеткой:

- 1) связывание с мембраной;
- 2) восстановление (или метилирование) с образованием летучих соединений;
- 3) комплексообразование с металлотioneином;
- 4) выведение ионов через ионные каналы мембраны клетки.

Существует две теории, объясняющие взаимодействие токсиканта с рецептором. **Оккупационная** теория гласит: максимальный токсический эффект будет при полном заполнении рецепторов токсикантом (образование ковалентных связей с биомолекулами). Однако токсический эффект не всегда пропорционален числу рецепторов, занятых токсикантом (величина ответа на токсическое воздействие нелинейно зависит от доли занятых рецепторов). Такую ситуацию объясняет **кинетическая** теория: максимальный токсический эффект определяется не числом занятых рецепторов, а скоростью и механизмом связывания токсиканта с рецептором.

Кроме рассмотренных специфических взаимодействий между токсикантом и рецептором, известны многочисленные неспецифические реакции при которых токсикант разрушает молекулы-мишени, изменяет структуры эндогенных субстратов, разрушает существующие химические связи и участвует в формировании новых химических связей: 1) радикальные реакции, протекающие при избыточном накоплении в организме активных форм кислорода и азота (анион-радикал  $O_2^{\cdot-}$ , гидропироксид  $HO_2^{\cdot}$ , гидроксильный радикал  $HO^{\cdot}$  и радикал оксида азота  $\cdot NO$ ). После их химической атаки возможен спонтанный распад эндогенных веществ; 2) изменение параметров отдельных участков биосред (рН, концентрации окислителей или восстановителей, поверхно-





стной активности, адсорбционных свойств).

**При оценке воздействия токсиканта на биосреду учитывают свойства токсиканта и параметры самой среды.**

**а)** На токсичность **твердых** химических веществ влияет их растворимость в биосредах, т.е. переход из твердой фазы в жидкую (**ТВ↔Ж**). Например, малорастворимые высокодисперсные порошки металлов цинка, меди, свинца, железа и их оксиды независимо от способа поступления в организм проявляют меньшую токсичность, чем хорошо растворимые их соединения – нитраты [Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>] или сульфаты [ZnSO<sub>4</sub>, CuSO<sub>4</sub>, Fe (SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>]. Образование малорастворимых соединений в биосреде приводит к снижению их всасывания, что снижает токсичность (в нейтральной или слабощелочной среде кишечника образуются основные соли сурьмы или железа, которые плохо всасываются и «транзитом» удаляются из организма). Растворимость оксида мышьяка («белый мышьяк») As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> возрастает в кислой среде (желудочный сок, вино, фруктовые соки) – образуется устойчивая катионная форма AsO<sup>+</sup>, которая легко абсорбируется по ионным каналам катионов биогенных элементов (этим можно объяснить исторические факты отравлений вином, в которое добавлен «белый мышьяк»).

**б)** Токсичность зависит не только от равновесия между твердой и жидкой фазами, но и от межфазных равновесий при распределении между двумя несмешивающимися **жидкостями (Ж1↔Ж2)**. Например, жидкая металлическая ртуть Hg (**Ж1**) не опасна при попадании в ЖКТ, т.к. не переходит в растворимую ионную форму Hg<sup>2+</sup> (**Ж2**), способную транспортироваться через стенки ЖКТ подобно катионам других металлов.

**в) Липофильность** токсиканта:

Вещества, химически инертные в полярном растворителе - воде, могут угнетать клетки, богатые липидами (центральной нервной системы). При этом токсичность тем выше, чем выше коэффициент распределения между липофильным растворителем (L) и водой:

$$K = CL / CH_2O$$

Распределение ксенобиотика между органической фазой (липидный слой клеточной мембраны) и водной фазой (внутри- или внеклеточная жидкость) – важная характеристика токсичности. Высокими значениями **K** алкильных производных ртути (диметилртуть, диэтилртуть) и мышьяка (мышьяковистые кислоты) объясняется их избирательное накопление в тканях мозга и нейротоксичность.

**г)** Зная **pH** среды и ее окислительно-восстановительный



потенциал ( $E^\circ$ ), можно прогнозировать форму существования токсиканта в этой среде. Для этого в токсикологии пользуются диаграммами «рН-потенциал».

Нормативные значения рН биосред: моча – 4,8-7,4; плазма крови – 7,35-7,45; желудочный сок – 1,5-1,8. Стандартные значения потенциалов, ограничивающих область устойчивости воды в организме, лежат в интервале 0,82 – 0,00. Любой токсикант, область устойчивости которого находится вне этой зоны проявляет свойства окислителя или восстановителя по отношению к биогенным соединениям. Ксенобиотики, участвуя в переносе электронов (окисляя или восстанавливая нативные соединения), способствуют образованию токсичных побочных продуктов и нарушают естественные метаболические пути. Искусственное увеличение рН мочи (например, мочегонное средство «фурасемид») повышает почечную экскрецию ксенобиотиков. Различные метгемоглинообразователи окисляют  $Fe^{2+}$  гемоглобина до  $Fe^{3+}$ . Все сильные восстановители «нападают» на гемоглобин, поэтому, например, летучие гидриды – это яды гемолитического действия. Соединения трехвалентного мышьяка (арсин  $AsH_3$ ) более токсичны, чем пятивалентного.

**д)** Существует корреляция **структуры** ксенобиотика и его токсичности.

Так, в соответствии с правилом разветвленных цепей *соединения с линейной углеродной цепочкой более токсичны по сравнению со своими разветвленными изомерами* (пропиловый и бутиловый спирты – более наркотические вещества, чем изопропиловый и изобутиловый; пропиленбензол более токсичнее изопропиленбензола).

*Циклические соединения с одной длинной боковой цепочкой более токсичны по сравнению с изомерами, имеющими две или несколько коротких цепочек* (этилциклогексан более сильное наркотическое вещество, чем диметилциклогексан).

Согласно правилу Ричадсона *сила наркотического действия углеводов нарастает в гомологических рядах низших членов ряда к высшим* (правило справедливо для метанового, этиленового, диэтиленового, ацетиленового, циклопарафинового и др. рядов). Ему не подчиняются углеводороды ароматического ряда, обладающие не только большей токсичностью чем высшие представители ряда, но и оказывающие специфическое действие (например, метиловый спирт поражает зрительный нерв, что обусловлено его биотрансформацией с образованием формальдегида и муравьиной кислоты).



*При замыкании цепи углеродных атомов в кольцо токсичность углеводородов при ингаляционном воздействии возрастает (пары циклопропана, циклопентана и циклогексана более токсичны, чем их пары их алифатических аналогов – пропана, пентана и гексана).*

Наркотическое и раздражающее действие нарастает при введении в молекулу кратных (ненасыщенных) связей. Ацетилен ( $\text{CH}\equiv\text{CH}$ ) токсичнее этилена ( $\text{C}_2\text{H}_2=\text{CH}_2$ ) и в большей степени – этана ( $\text{CH}_3\text{-CH}_3$ ).

Введение в молекулу гидроксильной группы приводит, как правило, к ослаблению токсичности (увеличивается растворимость в биосредах).

Введение же в молекулу органического соединения атома галогена почти всегда сопровождается усилением токсичности (если этот атом концевой в цепи, то он активнее, чем присоединенный к углероду, включенному в структуру циклического или ароматического ядра).

Введение в молекулу нитро- ( $\text{NO}_2$ ) и нитрозо – ( $\text{NO}$ ) групп наделяет вещества сосудорасширяющими и гипотензивными свойствами (нироглицерин, этилнитрат, амилнитрат). Для нитрозосоединений жирного и ароматического ряда, ароматических аминов, нитробензола, анилина, толуидинов, оксидинов характерно метгемоглобинообразование и действие на центральную нервную систему.

Наличие карбоксильной и ацетатной групп (увеличение полярности и гидрофильности) уменьшает токсичность веществ за счет более быстрой их детоксикации в организме.

Сила токсического действия, как правило, ослабевает при переходе от параизомеров к мета- и ортоизомерам (исключение – ортотрикрезилфосфат и орто-нитробензальдегид, более токсичные чем их изомеры).

В настоящее время предложено более 1000 различных видов структурного описания химических соединений, это делает зависимость токсичности от структуры вещества сложной и громоздкой. Поэтому в токсикологии популярны **ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ИНДЕКСЫ**, которые вычисляют на основании молекулярной структуры (индексы учитывают разветвленность, форму, цикличность, симметрию и пр. особенности вещества) и используют для оценки токсичности и прогнозирования изменения токсического действия вещества при введении в его формулу заместителей (обобщенная база данных – см. Toxnet – <http://toxnet.nlm.nih.gov/>).



### 5.2.3. Поступление, абсорбция, распределение и выведение токсиканта из организма

(указанные процессы подчиняются как законам термодинамики, так и кинетики).

Молекулы токсикантов проникают в организм через клеточные мембраны.

**Транспорт** ксенобиотика через клеточные мембраны осуществляется двумя путями:

- 1) пассивный транспорт (простая диффузия, фильтрация);
- 2) специальный активный транспорт (с помощью транспортных пептидов; облегченной диффузии; эндоцитоза: фаго- и пиноцитоза токсикантов клетками) против градиента концентраций или градиента электрохимического потенциала т.е. сопровождается энергозатратами (гидролизом АТФ).

При простой диффузии направление и скорость движения вещества зависят от разности его концентраций по обе стороны клеточной мембраны (закон Фика): а) белки клеточных мембран образуют поры, через которые проходят небольшие гидрофильные молекулы ( $M$  до 600); б) ионизированные формы слабых органических кислот и оснований – (гидрофильные вещества) имеют низкую растворимость в липидах и не способны легко преодолевать липидное пространство клеточных мембран. Неионизированные формы (гидрофобные/липофильные вещества) хорошо растворимы в липидах и свободно диффундируют через мембраны.

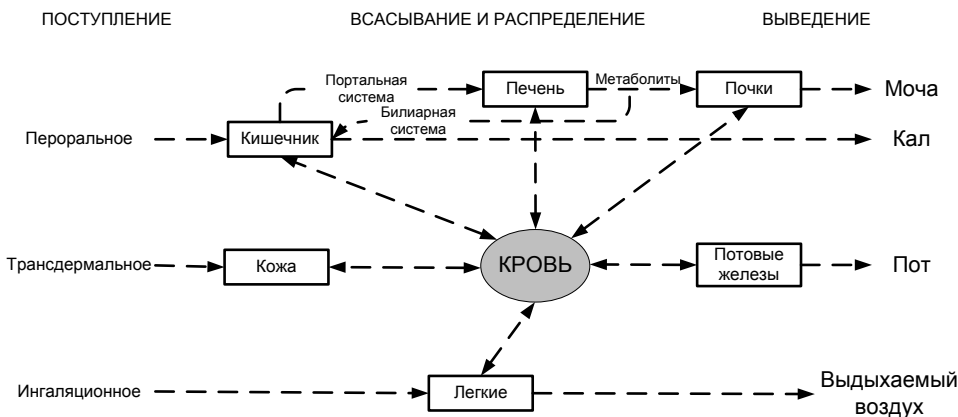
**Фильтрация** – это прохождение растворенного в воде ксенобиотика через поры клеточных мембран; способны проходить только небольшие молекулы (с молекулярной массой не более нескольких сотен:  $M_r < n \cdot 100$ ).

Известно, что одинаковые дозы ксенобиотиков могут давать различные токсические эффекты. Это в первую очередь обусловлено разными способами (путями) поступления их в организм, а также особенностями их распределения, биотрансформации и экскреции (схема 5.2.)



Схема 5.2.

### Пути поступления ксенобиотика в организм, его абсорбции, распределения и экскреции



Поступление токсикантов в организм возможно *энтеральным* и *парентеральным* (раг - минуя) путями: 1) энтеральный (рот – ЖКТ); 2) парентеральный (трансдермальный - чрезкожный, ингаляционный, внутривенный и внутримышечный).

### Абсорбция

Преодолевая защитные барьеры (кожа, легкие, ЖКТ), токсикант поступает в кровоток и распределяется по всему организму. Исключение – разъедающие вещества (кислоты, основания, соли, окислители), оказывающие местное токсическое действие.

Абсорбция в ЖКТ возможна во всех его отделах, от ротовой полости до прямой кишки. В пищеварительной «трубке» человека имеются специальные транспортные системы для всасывания питательных веществ и электролитов, некоторые из них служат для абсорбции ксенобиотиков. Большое значение имеет способность токсического вещества подвергаться химическому превращению в кислой среде желудка. Большинство ксенобиотиков всасываются по механизму простой диффузии. Липофильные вещества абсорбируются быстрее и эффективнее, чем водорастворимые соединения. Кислоты и щелочи всасываются там, где преобладают неионизированные формы: кислоты – при низких рН, основания – при высоких рН. Если токсикант долго находится в кишечнике (время зависит от его растворимости и от кишечной моторики) – пропорционально растет продолжительность его всасывания.

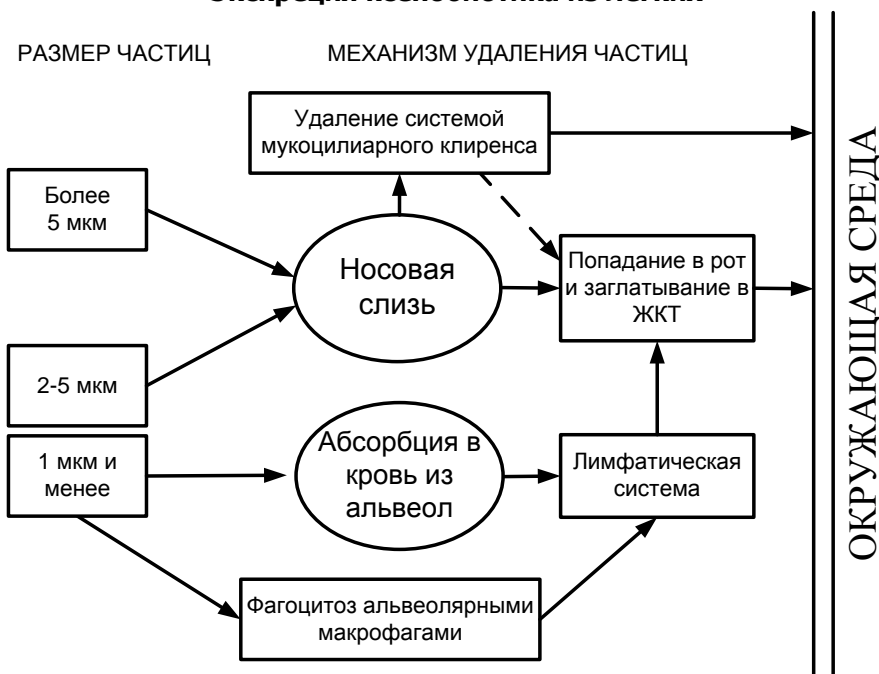
В альвеолах, имеющих мощное кровоснабжение, абсорби-



руются газы, пары и аэрозоли. Активное всасывание в легких происходит на площади = 100 м<sup>2</sup>. Яд диффундирует в кровь пока не выровняются его концентрации в альвеолах (газовая фаза) и в крови. На тяжесть отравления влияют частота и глубина дыхания, размер частиц и их растворимость. Крупные частицы (более 5 мкм) и средние (2-5 мкм) – оседают в носоглотке откуда со слизью удаляются (системой мукоцилиарного клиренса) наружу, или заглатываются и удаляются через ЖКТ. Мелкие частицы (менее 1 мкм) проникают глубоко по бронхиальному дереву, абсорбируются в кровь альвеол, поглощаются макрофагами (фагоцитоз) и удаляются через лимфосистему; или, циркулируя в крови «бьют мишени» (схема 5.3.)

Схема 5.3.

### Экскреция ксенобиотика из легких



Кожные покровы человека контактируют со многими токсичными агентами (кожа – барьер, отделяющий организм от окружающей среды). Некоторые вещества (жирорастворимые) всасываются через кожу в больших количествах и «травят» весь организм. Проникновение ксенобиотика через несколько защитных слоев кожи происходит методом пассивной диффузии. Чем толще



## Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности

кожа, тем медленнее проникновение (не ладонях и подошвах толщина составляет – 400-600 мкм, на спине и животе – 5-15 мкм). В общий кровоток токсикант попадает через капилляры и лимфатические сосуды кожи.

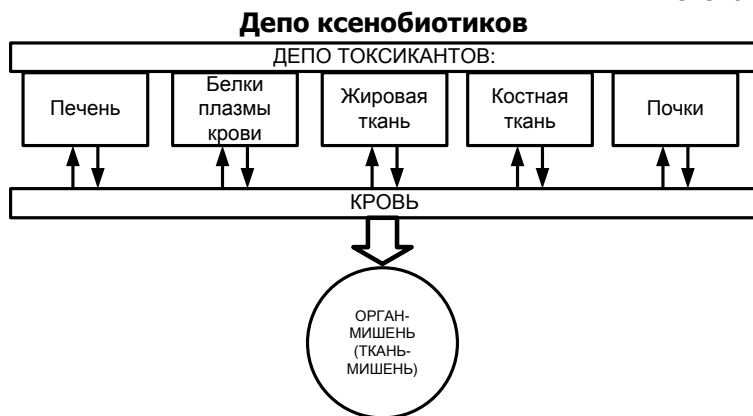
Организм человека можно представить в виде шести жидкостных камер по которым токсиканты могут передвигаться (перемещаясь из одной в другую).

Массовые доли камер относительно массы организма составляют (%):

- 1) лимфа (1,2);
- 2) плазма крови (4,5);
- 3) интерстициальная = межтканевая жидкость (16);
- 4) жировая ткань (20); 4) внутриклеточная жидкость (40);
- 5) межклеточная жидкость (2,5).

Ксенобиотики, не способные беспрепятственно проникать через клеточные мембраны, имеют ограниченное распределение в организме. Другие, напротив, легко транспортируются через липидные слои мембран, перемещаются между камерами или накапливаются в отдельных депо (Схема5.4.)

Схема 5.4.



Примечание: центры накопления могут одновременно оказаться не только депо, но и органами-мишенями.

### Биотрансформация

Обычно при биотрансформации свойства токсиканта изменяются от липофильных, благоприятствующих абсорбции через липидные мембраны, к гидрофильным, способствующим почечной экскреции. Строение ферментов, катализирующих процессы биотрансформации в организме человека имеет заметные индивиду-



альные различия. Это в свою очередь приводит к различиям в скорости биотрансформации ксенобиотиков у различных людей. Кроме того, у людей различного возраста и пола количество таких ферментов различно, это также влияет на глубину токсического эффекта. Ферменты трансформирующие ксенобиотики распределены по всему организму, но наибольшее их содержание обнаружено в печени, ЖКТ, почках, легких, в и на коже, в слизистой носа, в микроорганизмах кишечника.

#### Фазы биотрансформации:

I Фаза – гидролиз, восстановление и окисление (эти процессы приводят к незначительному увеличению гидрофильности молекулы токсиканта)

II Фаза – глюкуронирование, сульфатирование, ацетилирование, метилирование, соединение с аминокислотами (обеспечивают значительное увеличение гидрофильности молекулы токсиканта).

*Гидролизу* подвергаются токсиканты различных химических классов – эфиры, тиоэфиры, производные карбоновых кислот (хлорангидриды, ангидриды, амины), эпоксиды. *Восстановлению* поддаются металлы (галогены - F, Cl, Br, I), альдегиды, кетоны, дисульфиды, сульфоксиды. Азо- и нитросоединения восстанавливаются при участии кишечной микрофлоры в анаэробных условиях. *Окисляются* – этанол и другие спирты, альдегиды, полициклические ароматические углеводороды, сульфит (превращается в менее токсичный сульфат), амины и фенолы – образуют свободные радикалы. *Метилирование* сопровождается снижением растворимости в воде фенолов и тиолсодержащих токсикантов.

#### **Экскреция**

Выведение токсикантов из кровотока и организма в целом может осуществляться разными способами. Виды экскреции:

- *Почечная* (полярные соединения выводятся с мочой легко; связанные с белками, т.е. крупные – плохо; вещества с высоким коэффициентом распределения масло/вода – реабсорбируются, т.е. возвращаются в кровоток).

- *Кишечная* (через кишечник удаляются связанные, трансформированные кишечными бактериями вещества; но могут и реабсорбироваться).

- *Легочная* (вещества, находящиеся при 37°C в газовой фазе, и летучие жидкости, например, этанол, выделяются из организма преимущественно через легкие с помощью простой диффузии. Скорость элиминации газа с низкой растворимостью в крови контролируется интенсивностью кровотока. При высокой растворимости газа вступает в силу вентиляционный контроль, опреде-





ляемый частотой и глубиной дыхания).

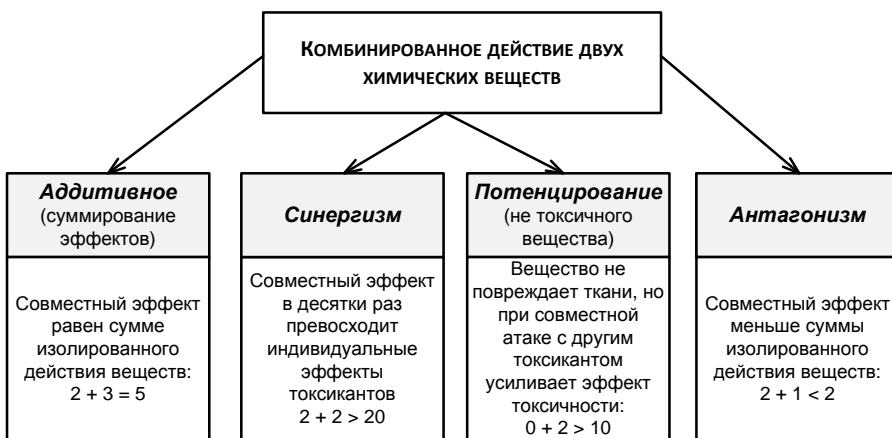
- *Другие способы* (с потом и слюной токсиканты экскретируются незначительно, с молоком выделяются только те, которые имеют основные свойства, т.е. щелочи и липофильные ксенобиотики).

#### 5.2.4. Формирование токсического эффекта при комбинированном воздействии токсикантов

При комбинированном действии токсикантов (в зависимости от их природы) возможно 4 пути формирования токсического эффекта и соответственно - 4 исхода такого воздействия: токсичность усиливается, ослабляется или не изменяется (схема 5.5.)

Схема 5.5.

#### Варианты комбинированного действия токсикантов на организм



Антагонизм при комбинированном воздействии возникает в случае взаимодействия двух токсичных веществ между собой или при их конкурирующем влиянии на мишень токсичности. Различают 4 основных вида антагонизма: функциональный, химический, рецепторный и диспозиционный. *Функциональным* называют такой антагонизм, при котором оба химических вещества компенсируют действие друг друга, оказывая противоположное влияние на орган или систему. *Химический* антагонизм (инактивация), возникает при обычном химическом взаимодействии двух веществ. *Диспозиционный* антагонизм проявляется при снижении



абсорбции токсиканта, изменении механизмов его биотрансформации, распределения и экскреции, т.е. снижение токсичности одного из компонентов комбинированной смеси происходит под влиянием другого. Так, можно снизить всасывание токсиканта с помощью активированного угля, усилить активность разрушающих ксенобиотик ферментов, или ускорить экскрецию токсикантов из организма, назначая диуретики (мочегонные средства). *Рецепторный* антагонизм возникает тогда, когда два токсиканта связываются с одним и тем же рецептором и их совместный эффект меньше индивидуального или по действию на рецептор они являются антагонистами.

В производственных условиях наиболее часто из перечисленных выше комбинированных воздействий промышленных ядов (схема 5.5) встречаются два: синергический и антагонистический эффекты.

### 5.3. Основы промышленной токсикологии

В современном производстве находят применение более 60 тысяч химических соединений, которые находятся в газообразном, жидком и твердом состоянии. Ежегодно разрабатывается более 1000 новых веществ с широкой перспективой использования. В связи с этим возникает определенный риск для здоровья людей и задачами промышленной токсикологии являются:

- 1) гигиеническая экспертиза токсических веществ;
- 2) гигиеническое нормирование содержания вредных веществ в объектах среды обитания;
- 3) гигиеническая стандартизация сырья и продуктов производства.

#### 5.3.1. Классификация вредных химических веществ

Существует несколько классификаций вредных химических веществ.

I. По агрегатному состоянию вещества делятся на *газы, пары и аэрозоли* (жидкие и твердые).

II. По химическому строению вещества бывают *органическими, неорганическими и элементоорганическими*.

III. По цели применения – промышленные яды (органические растворители, топлива, красители, хладогенты, химические реагенты, пластификаторы), ксенобиотики пищи, агрохимикаты, лекарственные средства, косметические средства, боевые отрав-



ляющие вещества.

IV. Токсикологическую классификацию можно условно разделить на две подклассификации:

а) по характеру токсического действия на организм – общетоксические вещества, нервно-паралитические, кожно-резорбтивные, удушающие, слезоточивые и раздражающие, психотропные;

б) по избирательной токсичности – сердечные, нервные, печеночные, почечные, кровяные, желудочно-кишечные, аллергенные (сенсibiliзирующие), канцерогенные (вызывающие опухоли), мутагенные (повреждающие наследственную функцию), тератогенные (вызывающие отклонения в развитии эмбриона).

V. По параметрам токсичности – учитывающая такие показатели токсиканта как величина его смертельной дозы или смертельной концентрации, порог острого и хронического действия, зоны специфического и биологического действия, безопасные уровни воздействия (ПДК, ОБУВ) и коэффициент запаса.

VI. По степени токсичности (гигиеническая классификация)

Показатель	Класс опасности токсиканта			
	Чрезвычайно опасные <b>I</b>	Высоко-токсичные <b>II</b>	Умеренно токсичные <b>III</b>	Малотоксичные <b>IV</b>
ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup>	<0,1	0,1 - 1	1,1 - 10	>10
Среднесмертельная концентрация при введении в желудок DL50, мг/кг	<15	15 - 150	151 - 5000	>5000
DL50 для кожи, мг/кг	<100	101 - 500	501 - 2000	>2000
DL50 для воздуха, мг/м <sup>3</sup>	<500	501 - 5000	5001 - 50000	>50000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления: КВИО = ЛК <sub>max</sub> / ЛК <sub>50</sub>	>300	299 - 30	29 - 3	<3
Зона острого отравления: Z <sub>ac</sub> = ЛД <sub>50</sub> / Lim ac	<6	6,1 - 18	18,1 - 54	>54
Зона хронического действия: Z <sub>ch</sub> = Lim ac / Limch	>10	9,9 - 5	4,9 - 2,5	<2,5

***Перечни химических веществ, опасных для развития острого отравления, канцерогенов, опасных для репродуктивного здоровья, аллергенов, веществ односторонней***



**ленного действия с эффектом суммации, веществ, для которых должно быть исключено вдыхание и попадание на кожу представлены в приложениях №№ 1 – 6 данного пособия.**

### 5.3.2. Классификация отравлений:

I. По пути поступления яда в организм – через пищеварительную систему (*пероральные*), через дыхательные пути (*ингаляционные*), через кожу (*перкутантные*), внутривенные (*инъекционные*).

II. По условиям и месту возникновения – *производственные, бытовые*.

III. По времени поступления яда в организм – *острые* (поступление менее 24 ч), *подострые* (поступление менее 1 месяца), *субхронические* (поступление от 1 до 3 месяцев), *хронические* (поступление яда в организм более 3 месяцев).

IV. По тяжести течения отравления – *легкие, средней тяжести, тяжелые, крайне тяжелые, смертельные*.

**Хроническое отравление** развивается при длительном, часто прерывистом поступлении ядов в малых, субтоксических дозах (например, действие тетраэтилсвинца на автотрассах). Реакцию организма на воздействие токсиканта, проявляющуюся через длительное время после воздействия яда, называют отдаленными последствиями (возможны при хронических отравлениях бензолом, галогенпроизводными углеводородов, нирозаминами, органическими производными фосфорной кислоты, диоксинами и другими соединениями). DL50 при хроническом отравлении может быть значительно (в 30 раз) ниже, чем при остром. На определенном этапе хронического отравления при повторном введении яда могут развиваться признаки острого отравления (например, повышенная возбудимость при отравлении парами или соединениями ртути). Некоторые вещества могут проявлять только острую токсичность (цианид водорода), другие, например порошок кварца, проявляют в основном хроническую токсичность. Однако большинство токсичных веществ в зависимости от дозы способны проявлять как хроническую, так и острую токсичность (соединения мышьяка, бензола, ртути и пр.) Почти все случайные и смертельные отравления относятся к категории острых. Профессиональные отравления (например, парами металлов в условиях медеплавильного цеха) и воздействие токсикантов окружающей среды (в воздухе, воде, продуктах питания), как правило, храни-



ческие. При хроническом отравлении большое внимание следует уделять мутагенным, тератогенным и канцерогенным воздействиям.

### 5.3.3. Периоды отравления и методы детоксикации организма.

Клинически отравление протекает в 4 периода (скрытый, токсикогенный, соматогенный, восстановительный) и методы детоксикации зависят от того, в каком периоде отравления находится организм. Детоксикацию принято разделять на *естественную, антидотную и искусственную*.

1. В *скрытом периоде* отравления проводится естественная детоксикация, направленная на усиление физиологических процессов выведения яда из организма:

1) очищение ЖКТ (рвотные и слабительные средства, простое или зондовое промывание желудка, промывание кишечника с помощью клизм);

2) форсированный диурез (обильное питье, мочегонные средства);

3) медикаментозная регуляция активности ферментов;

4) гипер- и гипотермия организма пострадавшего;

5) гипервентиляция легких (искусственная вентиляция при отравлениях СО).

2. В *токсикогенный период* отравления (может продолжаться от долей секунды до 12 суток) проводят антидотное лечение. Антидотная терапия бывает двух видов – противодействие яду на уровне рецептора токсичности (фармакологические антагонисты и сыворотки) и связывание яда в системном кровотоке (окисление, восстановление, осаждение, хелатообразование, изменение метаболизма, адсорбция).

3. В *соматогенный период* отравления проводят искусственную детоксикацию различными патогенетическими средствами и реанимационными мероприятиями.

В реанимации широко используют такие приемы как *разведение, разделение и поглощение*:

а) для разведения яда проводят гемоферез (замещение крови) и плазмоферез (замещение плазмы) пострадавшего;

б) для очищения жидкостей организма от яда применяют их предварительное разделение (диализ), позволяющий удалять из организма низкомолекулярные токсические вещества;

в) для выведения более крупных молекул токсиканта ис-



пользуют их поглощение в специальных аппаратах (гемосорбция, плазмасорбция, лимфосорбция, энтеросорбция). Необходимо более раннее (в первые 6 часов) проведение указанных реанимационных процедур при отравлении человека нефротоксическими ядами иначе реанимация может быть не эффективной (например, при пероральном отравлении этиленгликолем, последний биотрансформируется с образованием солей щавелевой кислоты, которые закупоривают почечные каналцы, процесс фильтрации прекращается, а почки, продолжая прокачивать кровь «сами себя разрывают»).

### **5.3.4. Оценка потенциальной опасности химических веществ.**

Потенциальную опасность химических веществ оценивают по двум направлениям: а) на основании информации о физико-химических свойствах вещества; б) на основании знания параметров токсикометрии.

Важными гигиеническими показателями возможной опасности вещества являются абсолютная летучесть, температура вспышки, температура самовоспламенения, коэффициент растворимости паров или газов вещества в жидкостях, коэффициент распределения масло/вода, термодинамическая активность (т.е. - компоненты формирования токсического эффекта, см. разделы 5.2.1. и 5.2.2). Существуют формулы для вычислений указанных показателей.

При оценке опасности вещества на основании параметров токсикометрии изучают зону его острого и хронического действия.

*Зона острого действия* – это отношение среднесмертельной концентрации к пороговой или минимально действующей, вызывающей при однократном воздействии достоверные изменения интегральных показателей живого организма. Она характеризует способность организма приспосабливаться к воздействию яда и свидетельствует об интенсивности процессов детоксикации. Чем шире данная зона, тем сильнее выражены компенсаторные свойства организма к яду, узость зоны указывает на большую возможность острых отравлений.

*Зона хронического действия* определяется отношением пороговой концентрации по интегральному показателю, полученной при однократном воздействии к пороговой концентрации по интегральным (или специфическим показателям интоксикации), полу-



ченная при хроническом воздействии яда. Если интервал между указанными показателями велик, т.е. пороговая концентрация хронического воздействия слишком мала по сравнению с пороговой концентрацией острого воздействия, значит, в организме создаются хорошие условия для суммирования эффекта малых концентраций и развития хронического отравления. Иными словами, чем шире зона хронического действия, тем опаснее химическое вещество, т.к. кумулятивные свойства (накопление эффекта) будут сильнее. Напомним, что по величине **коэффициента кумуляции** способность токсических веществ к накоплению в организме характеризуется ( $K_{\text{кум}}$ ):

- 1) коэффициент равен, или менее 1 – значит, вещество способно к сверхкумуляции в организме;
- 2) коэффициент находится в интервале 1-3 – вещество обладает выраженной кумуляцией;
- 3) коэффициент колеблется от 3 до 5 – вещество обладает средней кумуляцией;
- 4) коэффициент более 5 – вещество способно к слабой кумуляции.

### Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятиям «токсикокинетика» и «токсикодинамика».
2. От чего зависит токсичность яда (перечислите факторы токсичности)?
3. Объясните механизм формирования токсического эффекта.
4. Укажите направления и фазы биотрансформации токсикантов в организме.
5. Перечислите и охарактеризуйте виды транспорта токсиканта через клеточные мембраны.
6. Начертите схему «Пути поступления ксенобиотиков в организм, их абсорбция, распределение и выведение».
7. Начертите схему миграции токсиканта по организму с учетом депо.
8. Начертите схему вариантов комбинированного действия токсикантов на организм.
9. Укажите виды и объясните содержание классификаций вредных химических веществ.
10. Приведите классификацию отравлений человека.
11. Перечислите методы детоксикации организма (в зависимости от периода отравления человека).
12. Укажите направления оценки потенциальной опасности хими-



ческих веществ и объясните их содержание.

13. Что такое «кумуляция» химического вещества в организме (ее виды и градация в зависимости от показателя).

14. Понятие «доза» в токсикологии; виды доз и их характеристика.

15. «Рецептор токсичности» (понятие, примеры).

16. Предельно-допустимая концентрация (понятие, виды, способы определения).





## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методологическую основу в познании средового влияния на здоровье человека составляют науки: физиология, экология, гигиена, валеология, радиология, эпидемиология и токсикология. Для конкретного человека здоровье, как обязательный компонент его безопасной жизнедеятельности определяется по уровню динамического равновесия организма с окружающей средой. Поскольку под окружающей средой необходимо понимать природную, производственную, социальную и жилую среду, то важно знать все риски, существующие в этих секторах среды, а так же – определить границы допустимых воздействий на организм.

Выявлять причинно-следственные связи между качеством среды и состоянием здоровья человека призвана, в том числе и наука «Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности».

Приоритетными и в тоже время – трудно решаемыми ее проблемами являются моделирование и прогнозирование многофакторного воздействия среды на организм. Анализ тенденций и «конструирование» образа нежелательного будущего проводится сегодня по многим направлениям на основе системного подхода. Уже разработаны такие системные документы, как «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10. 1920-04), «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников...» (Р 2.2. 1766-03), «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (Р 2.2. 2006-05), «Методика оценки ущерба здоровью, обусловленного неблагоприятными условиями жизненного пространства», «Методика расчета средней продолжительности жизни населения, проживающего на территории, загрязненной радионуклидами», «Методические рекомендации МЗ РФ №5168-90 по оценке теплового состояния человека» и целый ряд подобных работ, позволяющих приблизиться к решению существующих проблем безопасности жизнедеятельности.

Мы думаем, в будущем (в связи с урбанизацией жизни, усложнением технологических производственных процессов, увеличивающимся прессингом на природную среду) данный учебный предмет будет динамично развиваться и занимать все более значимое место в учебных планах ВУЗов различного профиля.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гигиена: Учебник / Под ред. акад. РАМН Г.И. Румянцева. - М.,:ГЭОТАР – МЕД, 2002. – 608 с.
2. Занько Н.Г. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: Учебник для ВУЗов / Н.Г. Занько, В.М. Ретнев. – М.: «Академия», 2004.- 288 с.
3. Занько Н.Г. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: Лабораторный практикум / Н.Г. Занько, В.М. Ретнев. – М.: «Академия», 2005.- 256 с.
4. Келина Н.Ю. Физиология в таблицах и схемах: Учебное пособие / Н.Ю. Келина, Н.В. Безручко. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 352 с.
5. Кукин П.П. Безопасность технологических процессов и производств: Учебное пособие для ВУЗов / П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Е.А. Подгорных и др. – М.: Высш. шк. , 1999. – 318 с.
6. Методические рекомендации МЗ РФ № 5168-90 «Оценка теплового состояния человека с целью обоснования требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания. – М, 1990. – 13 с.
7. Национальный стандарт РФ EN 12464-1:2011 «Свет и освещение. Освещение рабочих мест».
8. Пивоваров Ю.П. Гигиена и основы экологии человека: Учебное пособие / Ю.П. Пивоваров, В.В. Королик, Л.С. Зиневич. - Ростов н/Д: Феникс, 2003. – 511 с.
9. Приказ МЗ и СР РФ от 27.04. 2012 г. № 417н «Об утверждении перечня профессиональных заболеваний».
10. Р 2.2. 2006-05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
11. Руководство по профессиональным болезням. / Под ред. Н.Ф. Измерова. – М.: Медицина, том II, 1983. – 384 с.
12. Руководство по гигиене труда. В 2 томах / Под ред. Н.Ф. Измерова. – М.: Медицина, 1987.- Т. 1 – 368 с., Т. 2 – 448 с.
13. Р 2.2. 1766-03 Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки.
14. Р 2.1.10. 1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при оценке химических веществ, загрязняющих окружающую среду.
15. СП 2.2.1. 1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных



предприятий (в ред. 2010 г.)

16. Токсикологическая химия: Учебник для вузов / Под ред. Т.В. Плетеневой. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 512 с.

17. Халилов Ш.А. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие / Ш.А. Халилов, А.Н. Маликов, В.П. Гневанов. – ФОРУМ, 2012. – 576 с.



## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1 (справочное)

#### Вещества однонаправленного действия<sup>1</sup> с эффектом суммации

*Однонаправленным* действием на организм работников, как правило, обладают

**а)** комбинации веществ с одинаковой спецификой клинических проявлений (прилож. 2 – 6):

1) вещества раздражающего типа действия (кислоты и щелочи и др.);

2) аллергены (эпихлоргидрин и формальдегид и др.);

3) вещества наркотического типа действия (комбинации спиртов и др.);

4) фиброгенные пыли;

5) вещества канцерогенные для человека;

**б)** комбинации веществ, близкие по химическому строению:

1) хлорированные углеводороды (предельные и непредельные);

2) бромированные углеводороды (предельные и непредельные);

3) различные спирты;

4) различные щелочи;

5) ароматические углеводороды (толуол и бензол; толуол и ксилол);

6) аминокислоты;

7) нитросоединения и т. п.;

**в)** комбинации, изученные в эксперименте:

1) оксиды азота и оксид углерода;

2) аминокислоты и оксид углерода;

3) нитросоединения и оксид углерода.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия, сумма отношений фактических концентраций каждого из них ( $K_1, K_2, \dots, K_n$ ) в воздухе рабочей зоны к их ПДК ( $ПДК_1, ПДК_2, \dots, ПДК_n$ ) не должна превышать единицы:

$$\frac{K_1}{ПДК_1} + \frac{K_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{K_n}{ПДК_n} \leq 1$$

<sup>1</sup> Справку о характере биологического действия вредных веществ можно получить в органах и учреждениях Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека



## Приложение 2 (справочное)

### Перечень веществ опасных для развития острого отравления

#### 1. Вещества с остронаправленным механизмом действия

1	2	3	4			7
№ п/п	Наименование вещества	№ CAS	ПДК мг/м <sup>3</sup> *	Агрегатное состояние**	Класс опасности	Особенности действия***
1	2	3	4			7
1	Азота диоксид	10102-44-0	2	п	3	Р
2	Азота оксиды (в пересчете на NO <sub>2</sub> )****		5	п	3	Р
3	Арсин; (водород мышьяковистый)	7784-42-1	0,1	п	1	
4	Бензилцианид +	140-29-4	0,8	а	2	
5	Бор трифторид	7637-07-2	1	п	2	Р
6	Бром +	7726-95-6	0,5	п	2	Р
7	Бут-3-енонитрил +; (аллилцианид)	109-75-1	0,3	п	2	
8	Гидробромид	10035-10-6	2	п	2	Р
9	Гидрофторид (в пересчете на F)	7664-39-3	0,5/0,1	п	2	Р
10	Гидрохлорид	7647-01-0	5	п	2	Р
11	Гидроцианид +; (водород цианистый)	74-90-8	0,3	п	1	
12	Гидроцианида соли + (в пересчете на гидроцианид)		0,3	п	1	
13	Дигидросульфид; (сероводород)	7783-06-4	10	п	2	Р
14	Дигидросульфид смесь с углеводородом C <sub>1-5</sub>		3	п	2	
15	Диметилсульфат +	77-78-1	0,1	п	2	Р
16	2-(2,6-Дихлорфениламино) имидазолина хлорид гидрохлорид +	4205-91-8	0,001	а	1	
17	Карбонилдихлорид; (фосген)	75-44-5	0,5	п	2	Р
18	Кобальт гидридотетракарбонил (по Co)	16842-03-8	0,1	п	1	А
19	Кремний тетрафторид (по F)	7783-61-1	0,5/0,1	п	2	Р
20	Метилизоцианат +	624-83-9	0,05	п	1	А, Р
21	4-Метилфенилен-1,3-Диизоцианат +; толуилендиизоцианат)	584-84-9	0,05	п	1	А, Р
22	(1-Метилэтил) нитрит; изопропилнитрит)	541-42-4	1	п	2	
23	Натрий нитрит	7632-00-0	0,1	а	1	
24	Никель тетракарбонил	13463-39-3	0,003	п		К, А
25	Озон	10028-15-6	0,1	п		Р
26	Октафтор-2-метилпроп-1-ен (перфтор-изобутилен)	382-21-8	0,1	п		



Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности

1	2	3	4			7
27	Пропандинитрил <sup>+</sup>	109-77-3	0,3	п+а		
28	Пропан-1,2,3-триола тринитрат <sup>+</sup>	55-63-0	0,02	п		
29	Селен гексафторид		0,2	п		
30	диСера декафторид <sup>+</sup>	5714-22-7	0,1	п		
31	(Т-4)Сера тетрафторид	7782-60-0	0,2	п	2	
32	Тетраэтилсвинец <sup>+</sup>	78-00-2	0,005	п	1	
33	Трихлорнитрометан <sup>+</sup>	76-06-2	0,5	п	2	
34	Углерод оксид <sup>*****</sup>	630-08-0	20	п	4	
35	Фенилизоцианат <sup>+</sup>	103-71-9	0,5	п	2	Р
36	Формальдегид <sup>+</sup>	50-00-0	0,5	п	2	А, Р
37	Фосфин; (водород фосфористый)	3803-51-2	0,1	п	1	
38	Фосфорилхлорид <sup>+</sup> ; (фосфора хлороксид)	10025-87-3	0,05	п	1	Р
39	Фтор	7782-41-4	0,03	п	1	
40	Хлор <sup>+</sup>	7782-50-5	1	п	2	Р
41	Хлор диоксид <sup>+</sup>	10049-04-4	0,1	п	1	Р
42	Хлорфенилизоцианат <sup>+</sup> (3- и 4-изомеры)	1885-81-0	0,5	п	2	А, Р
43	Хлорциан <sup>+</sup>	506-77-4	0,2	п	1	
44	2-Хлорэтанол <sup>+</sup> ; (этиленхлоргидрин)	107-07-3	0,5	п	2	Р
45	Этиленимин <sup>+</sup>	151-56-4	0,02	п	1	А, Р
46	2,2 -[(1,4-Диоксо-1,4-бутандиил) бис-(окси) бис-N,N,N-триметилэтан]-аммоний диодид <sup>+</sup> ; (дитилин)	541-19-5	0,1 ОБУВ	а		

\* В числителе максимальная, а в знаменателе среднесменная ПДК.  
 \*\* Преимущественное агрегатное состояние вещества в воздухе в условиях производства: п - пары и (или) газы, а - аэрозоль.  
 \*\*\* Наряду с остронаправленным механизмом действия приведены дополнительные особенности действия вещества: А - аллерген, К - канцероген, Р - раздражающее действие.  
 \*\*\*\* Азота пятиокись и азота окись на воздухе переходит в азота двуокись.  
 \*\*\*\*\* При длительности работы в атмосфере, содержащей оксид углерода, не более 1 ч, ПДК оксида углерода может быть повышена до 50 мг/м<sup>3</sup>, при длительности работы не более 30 мин - не более 100 мг/м<sup>3</sup>, при длительности работы не более 15 мин - 200 мг/м<sup>3</sup>. Повторные работы при условии повышенного содержания оксида углерода в воздухе рабочей зоны могут проводиться с перерывом не менее чем в 2 ч.  
 \* Требуется специальная защита кожи и глаз.

**2. Вещества раздражающего действия**

1	2	3	4	5	6	7
№ п/п	Наименование вещества по IUPAC и основные синонимы	№ по ГН 2.2.5. 1313-03	ПДК мг/м <sup>3</sup> *	Агрегатное состояние*	Класс опасности	Особенности действия*
1	2	3	4	5	6	7
1	Азота диоксид	410102-44-0	2	п	3	О
2	Азота оксиды / в пересчете на NO <sub>2</sub> /		5	п	3	О
3	Азотная кислота <sup>+</sup>	7697-37-2	2	а	3	
4	α-Аминобензацетилхлорид гидрохлорид <sup>+</sup>	39878-87-0	0,5	а	2	



Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности

1	2	3	4	5	6	7
5	2-Аминопропан <sup>+</sup> ; (метилэтиламин)	75-31-0	1	п	2	
6	Аммиак	7664-41-7	20	п	4	
7	Ацетальдегид <sup>+</sup>	75-07-0	5	п	3	
8	Ацетангидрид <sup>+</sup> ; (ацетонгидрид)	108-24-7	3	п	3	
9	Барий дигидроксид <sup>+</sup> ; (гидроокись бария)	17194-00-2	0,3/0,1	а	2	
10	Барий дихлорид; (бария хлорид)	10361-37-2	1/0,3	а	2	
11	Бензилхлорформиат <sup>+</sup> ; (карбобензоксидхлорид)	501-53-1	0,5	п+а	2	
12	Бензилцианид; (фенилацетонитрил)	140-29-4	0,8	а	2	О
13	Бензохин-1,4-он; (п-бензохинон)	106-51-4	0,05	п	1	
14	Бор трифторид	7637-07-2	1	п	2	О
15	Бром <sup>+</sup>	7726-95-6	0,5	п	2	О
16	Бутаналь <sup>+</sup>	123-72-8	5	п	3	
17	Бутановая кислота	107-92-6	10	п	3	
18	Бутановой кислоты ангидрид <sup>+</sup> ; (бутановый ангидрид)	106-31-0	1	п	2	
19	1-Бутоксибут-1-ен-3-ин; (этилен виниловый эфир)	2798-72-3	0,5	п	2	
20	Гексановая кислота; (капроновая, бутилуксусная)	142-62-1	5	п	3	
21	Германий тетрахлорид (в пересчете на германий)	10038-98-9	1	а	2	
22	Гидробромид	10035-10-6	2	п	2	о
23	1-Гидрокси-2-нитро-4-хлорбензол <sup>+</sup> ; (4-нитро-2-хлорфенол, нихлофен)	619-08-9	3/1	п+а	2	
24	Гидрофторид (в пересчете на фтор)	7664-39-3	0,5/0,1	п	2	о
25	Гидрохлорид	7647-01-0	5	п	2	о
26	Дигидросульфид; (гидросульфид)	7783-06-4	10	п	2	О
27	3-Диметиламинопропан-1-ол	3179-63-3	2	п	3	
28	Диметил гексан-1,6-диоат <sup>+</sup> ; (диметилсебацинат, диметил-2,8-гексадиоат)	627-93-0	10	п+а	3	
29	(Е, 1R)-2,2-диметил-3(2-метилпроп-1-енил)-циклопропан-1-карбоновая кислота; (1,3-хризантемовая кислота)	4638-92-0	10	п+а	3	
30	2,2-Диметилпропилгидропероксид <sup>+</sup>	14018-58-7	5	п	3	
31	Диметилсульфат <sup>+</sup> ; (0,0 диметилсульфат)	77-78-1	0,1	п	1	О
32	Диметил (4-фторфенил)хлорсилан /по гидрохлориду/	2355-84-4	1	п	2	
33	3,3 -Диметил-1-хлор-1 (4-хлорфенокси)-бутан-2-он; (син. хлорфеноксипинако-лин)	57000-78-9	10	п+а	4	
34	1,1-Диметилэтилгидропероксид <sup>+</sup> ; (трет-бутил-гидропероксид)	5618-63-3	5	п	3	
35	1,1 -Диметилэтилгипохлорид	507-40-4	5	п	3	
36	Дихлорметилбензол	98-87-3	0,5	п	1	
37	Дихлорэтановая кислота; (дихлоруксусная кислота)	79-43-6	4	п+а	3	
38	3-Диэтиламинопропил-1-амин	104-78-9	2	п+а	3	
39	N,N-диэтилэтанамины <sup>+</sup> ; (триэтиламин)	121-44-8	10	п	3	

1	2	3	4	5	6	7
40	Йод <sup>+</sup>	7553-56-2	1	п	2	
41	Кальций сульфат дигидрат; (гипс)		2	а	3	
42	Карбонилдихлорид; (фосген)	75-44-5	0,5	п	2	о
43	Кремний тетрафторид (по фтору)	7783-61-1	0,5/0,1	п	2	о
44	Магний оксид	1309-48-4	4	а	4	
45	Метансульфонилхлорид <sup>+</sup>	124-63-0	4	п	3	
46	Метановая кислота <sup>+</sup> ; (муравьиная кислота)	64-18-6	1	п	2	
47	1-Метилбутановая кислота; (изовалериановая)	503-74-2	2	п	3	
48	3-Метилбутан-1-ол; (изоамиловый спирт)	123-51-3	5	п	3	
49	2-Метилбут-3-ин-2-ол; (изовалериановый альдегид; 3-бутин-2-ол-2-метил)	115-19-5	10	п	3	
50	Метил-2-гидрокси-3-хлорпропионат		0,5	п	2	
51	Метилдихлорацетат	116-54-1	15	п	4	
52	Метилизоцианат <sup>+</sup>	624-83-9	0,05	п	1	А, О
53	Метил-3-оксобутаноат; (метиловый эфир ацетоуксусной к-ты)	105-45-3	5	п	3	
54	4-Метилпентановая кислота <sup>+</sup> ; (2-метилпентановая кислота)	646-07-1	5	п	3	
55	4-Метилпентаноилхлорид <sup>+</sup> ; (2-метилпентановой кислоты хлорангидрид)		3	п	3	
56	2-Метилпропаналь <sup>+</sup>	78-84-2	5	п	3	
57	2-Метилпропан-1-ол <sup>+</sup> ; (изобутиловый спирт)	75-65-0	10	п	3	
58	2-Метилпроп-2-еновая кислота	79-41-4	10	п	3	
59	2-Метилпроп-2-еноилхлорид <sup>+</sup>	920-46-7	0,3	п	2	А
60	4-Метилфенилен-1,3-диизоцианат	584-84-9	0,05	п	1	А, О
61	диНатрий карбонат <sup>+</sup>	7542-12-3	2	а	3	
62	диНатрий пероксокарбонат	15630-89-4	2	а	3	
63	Натрий хлорид	7647-14-5	5	а	3	
64	Озон	1028-15-6	0,1	п	1	О
65	4-Оксо-5-хлорпентацетат <sup>+</sup>	13045-16-4	2	п	3	
66	Ортофосфористая кислота <sup>+</sup>	10294-56-1	0,4	а	2	
67	Пентан-1-ол <sup>+</sup>	71-41-0	10	п	3	
68	Пиридин	110-86-1	5	п	2	
69	Проп-2-ен-1-аль	107-02-8	0,2	п	2	
70	Проп-2-енамин	107-11-9	0,5	п	2	
71	Проп-1-енилацетат <sup>+</sup> ; (2-пропенил-ацетат)	591-87-7	2	п	3	
72	Н-проп-1-енил-проп-2-ен-1-амин <sup>+</sup>	124-02-7	1	п	2	
73	Проп-2-еноилхлорид <sup>+</sup> ; (акриловой кислоты хлорангидрид)	814-68-6	0,3	п	2	А
74	Пропилацетат	109-60-4	200	п	4	
75	Проп-2-ин-1-ол	107-19-7	1	п	2	
76	Пропиональдегид <sup>+</sup>	123-38-6	5	п	3	
77	Пропионилхлорид <sup>+</sup> ; (хлорангидрид пропионовой к-ты)	79-03-8	2	п	3	
78	Рубидий гидроксид; (гидроокись рубидия)	1310-82-3	0,5	а	2	
79	диСера декафторид <sup>+</sup>	5714-22-7	0,1	п	1	О





Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности

1	2	3	4	5	6	7
80	Сера диоксид <sup>+</sup>	7446-09-5	10	п	3	
81	диСера дихлорид <sup>+</sup> ; (серы хлорид)	10025-67-9	0,3	п	2	
82	(Т-4) сера тетрафторид	7782-60-0	0,3	п	2	О
83	Сера триоксид <sup>+</sup>	7446-11-9	1	п	2	
84	Серная кислота <sup>+</sup>	7664-93-9	1	а	2	
85	Спирты непредельного ряда (аллиловый, кротониловый)		2	п	3	
86	Тетрабромметан <sup>+</sup>	558-13-4	0,2	п	2	
87	Тетрагидро-1,4-оксазин <sup>+</sup> ; (морфолин)	110-91-8	1,5/0,5	п	2	
88	3,3,3,4-Тетрахлорбицикло[2,2,1]гепт-5-ен-2-спиро-1-циклопент-3-ен-2,5-дион (ЭФ-2)	68089-39-4	0,2	п+а	2	
89	1,1,2,2-Тетрахлорэтан <sup>+</sup>	79-34-5	5	п	3	
90	Титан тетрахлорид (по гидрохлориду)	7550-45-0	1	п	2	
91	2,4,6, -Триметил-1,3,5-триоксан	123-63-7	5	п	3	
92	3,5,5-Триметилциклогексанон	873-94-9	1	п	2	
93	3,5,5-Триметил-циклогекс-2-ен-1-он	78-59-1	1	п	2	
94	Трихлорацетилхлорид <sup>+</sup> ; (трихлоруксусной кислоты хлорангидрид)	76-02-8	0,1	п	1	
95	Трихлорнитрометан <sup>+</sup> ; (хлорпикрин)	76-06-2	0,5	п	2	О
96	Трихлорэтановая кислота <sup>+</sup> ; (трихлоруксусная кислота)	76-03-9	5	п+а	3	
97	Фенилизоцианат	103-71-9	0,5	п	2	О
98	Фенилтиол <sup>+</sup> ; (тиофенол, меркаптобензол)	108-98-5	0,2	п	2	
99	Феноксиэтановая кислота <sup>+</sup> ; (феноксуксусная кислота)	122-59-8	1	а	3	
100	Формальдегид <sup>+</sup>	50-00-0	0,5	п	2	О, А
101	Фосфин	3803-51-2	0,1	п	1	О
102	диФосфор пентаоксид <sup>+</sup>	1314-56-3	1	а	2	
103	Фосфор пентахлорид <sup>+</sup>	10026-13-8	0,2	п	2	
104	Фосфор трихлорид <sup>+</sup>	7719-12-2	0,2	п	2	
105	Фосфорилхлорид <sup>+</sup>	10025-87-3	0,05	п	1	О
106	Фтор	7782-41-4	0,03	п	1	О
107	2,5-Фурандион <sup>+</sup>	108-31-6	1	п+а	2	А
108	2-Фурилхлорид <sup>+</sup>	527-69-5	0,3	п	2	
109	Хлор <sup>+</sup>	7782-50-5	1	п	2	О
110	Хлорангидрид хризантемовой кислоты		2	п	3	
111	Хлорацетилхлорид <sup>+</sup> ; (хлорангидрид монохлоруксусной кислоты)	79-04-9	0,3	п	2	
112	3-Хлорбутан-2-он; (1-хлорэтилметилкетон)	4091-39-8	10	п	3	
113	2-Хлор-2-гидроксипропионовая кислота <sup>+</sup>	35060-81-2	0,5	п	2	
114	Хлор диоксид <sup>+</sup>	10049-04-4	0,1	п	1	О
115	(Хлорметил) бензол	100-44-7	0,5	п	1	
116	Хлорметоксиметан <sup>+</sup> (по хлору)	107-30-2	0,5	п	2	
117	3-Хлорпроп-1-ен <sup>+</sup>	107-05-1	0,3	п	2	
118	Хлорфенилизоцианат (3 и 4-изомеры)	1885-81-0	0,5	п	2	О, А
119	Хлорциан	506-77-4	0,2	п	1	О
120	2-Хлорэтанол <sup>+</sup>	107-07-3	0,5	п	2	О



1	2	3	4	5	6	7
121	2-Хлорэтансульфоновой кислоты гидрохлорид	1622-32-8	0,3	п	2	
122	Хлорэтановая кислота <sup>+</sup> ; (хлоруксусная кислота)	79-11-8	1	п+а	2	
123	1-Циклопропилэтанон; (циклопентадиен)	765-43-5	1	п	3	
124	Этандионовая кислота дигидрат <sup>+</sup> ; (щавелевая кислота)	6153-56-6	1	а	2	
125	Этановая кислота <sup>+</sup> ; (уксусная кислота)	64-19-7	5	п	3	
126	Этиленимин; (азиридин)	151-56-4	0,02	п	1	А, О
127	Этил-3-(метиламино)бутан-2-оат <sup>+</sup> ; (этил-3-метилбут-2-еноат, н-метиламинокротоновый эфир)	870-85-9	5	п	3	
128	Этил-6-оксо-6-хлоргексаноат; (этиладипината хлорангидрид)	1071-71-2	2	п+а	3	
129	Этил-6-оксо-8-хлороктаноат	50628-91-6	1	п+а	2	
130	Этилпроп-2-еноат; (N-винилпирролид-2-он)	2373	15/5	п	3	

\* Преимущественное агрегатное состояние вещества в воздухе в условиях производства: п - пары и (или) газы, а - аэрозоль.

\*\* Наряду с раздражающим приведены дополнительные особенности действия вещества: А - аллерген, К - канцероген, О - вещества с остронаправленным механизмом действия.

\* Требуется специальная защита кожи и глаз.



### **Приложение 3 (справочное)**

#### **Перечень веществ, продуктов и производственных процессов, канцерогенных для человека\***

***1. Соединения и продукты,  
производимые и используемые промышленностью\*\****



№ п/п	Наименование вещества, продукта	ПДК мг/м <sup>3</sup>		Особенности действия***
		максимальная	среднесменная	
1	2	3	4	5
1	Асбесты: природные (хризотил, антофиллит, актинолит, тремолит, магнезиарфведсонит) и синтетические асбесты, а также смешанные асбестопородные пыли при содержании в них асбеста более 20 % асбестопородные пыли при содержании в них асбеста от 10 до 20 % асбестопородные пыли при содержании в них асбеста менее 10 % асбестоцемент неокрашенный и цветной при содержании в нем диоксида марганца не более 5 %, оксида хрома не более 7 %, оксида железа не более 10 %	2 2 4 6	0,5 1 2 4	Ф Ф Ф Ф
2	Бензол +	15	5	
3	Бенз(а)пирен	-	0,00015	
4	Бериллий и его соединения (в пересчете на Be)	0,003	0,001	A
5	Бисхлорметилловый и хлорметилловый (технические) эфиры: хлорметоксиметан + (по хлору)	0,05	-	
6	Возгоны каменноугольных смол и пеков при среднем содержании в них бенз(а)пирена: менее 0,075 % 0,075–0,15% 0,15–0,3 %	-	0,2 0,1 0,05	
7	Кадмий и его соединения: Кадмий и его неорганические соединения Кадмий ртуть теллур (твердый раствор) (контроль паров ртути) Октадеканоат кадмия	0,05 1 0,3	0,01 - 0,1	
8	Масла минеральные нефтяные (неочищенные и не полностью очищенные)****	5	-	
9	Мышьяк, неорганические соединения (по мышьяку)	0,04	0,01	
10	Никель и его соединения: никель, никель оксиды, сульфиды и смеси соединений никеля (файнштейн, никелевый концентрат и агломерат, оборотная пыль очистных устройств (по Ni)) никеля соли в виде гидроаэрозоля (по Ni) никель тетракарбонил никель хром гексагидрофосфат гидрат (никель-хромфосфат) (по Ni) гептаникель гексасульфид	0,05 0,05 0,005 0,05 0,15	- - - - 0,05	A A O, A A A
11	Сажи черные промышленные с содержанием	-	4	Ф



	бенз(а)пирена не более 35мг/кг			
12	Хлорэтен (винилхлорид)	5	1	
13	Хрома шестивалентного соединения: хром (VI) триоксид + хромовой кислоты соли (в пересчете на Cr+6) дихромовая кислота, соли (в пересчете на Cr+6)	0,03 0,03 0,01	- 0,01 0,01	A A
14	Эпоксидэтан (этиленоксид)	3	1	
<p>* Извлечения из ГН 1.1.725-98 «Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека», ГН 1.2.1841-04 (Дополнения и изменения № 1 к ГН 1.1.725-98), ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны».</p> <p>** Вещества, имеющие гигиенический норматив (ПДК) для воздуха рабочей зоны.</p> <p>*** Дополнительно к канцерогенному эффекту приведены особенности биологического действия вещества: А - аллерген, О - вещества с остронаправленным механизмом действия, Ф-аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.</p> <p>**** При контроле кроме аэрозоля масла дополнительно определяют содержание бенз(а)пирена в воздухе рабочей зоны.</p>				

## 2. Производственные процессы

№ п/п	Наименование процесса	Вещества для контроля воздуха	ПДК, мг/м <sup>3</sup>
1	Деревообрабатывающее и мебельное производство в закрытых помещениях с использованием: фенолформальдегидных смол	формальдегид фенол древесная пыль	-/6 0,05 0,1
	карбамид-формальдегидных смол	формальдегид древесная пыль	-/6 0,5
2	Медеплавильное производство: плавильный передел, конверторный передел, огневое и электролитическое рафинирование меди	никель и его соединения мышьяк и его соединения бенз(а)пирен	0,05 0,04/0,01 0,00015
3	Производство изопропилового спирта сильнокислотным процессом	серная кислота	1
4	Производство кокса, переработка каменноугольной, нефтяной и сланцевой смол, газификация угля	возгоны каменноугольной смолы и пека бен(а)пирен	0,2/0,05** 0,00015
5	Производство резины и изделий из нее: подготовительное, основное и вспомогательное производство резины, шин, обуви, резинотехнических изделий	сажи черные бенз(а)пирен	-/4 0,00015
	отделение вулканизации	газы шинного производства (вулканизационные газы)	0,5
	изготовление обуви из поливинилхлорида	хлорэтен (винила хлорид) проп-2-енонитрил (акрилнитрил) бенз(а)пирен	5/1 1,5/0,5 0,00015



	прессование обуви с вулканизацией	газы шинного производства (вулканизационные газы)	0,5
6	Производство технического углерода	сажи черные бенз(а)пирен	-/4 0,00015
7	Производство угольных, графитовых изделий, анодных и подовых масс (с использованием некое), обожженных анодов	бенз(а)пирен углерода пыли (кокс)	0,00015 -/6
8	Производство чугуна и стали (агломерационные фабрики, доменное и сталеплавильное производство, горячий прокат) и литья из них	***	
9	Электролитическое производство алюминия с использованием самоспекающихся анодов	***	
10	Производственные процессы, связанные с экспозицией к аэрозолю сильных неорганических кислот, содержащих серную кислоту	серная кислота	1
11	Производство 1,1 -Диметилгидразина		
12	Комбинированная химиотерапия с использованием винкристина, прокарбазина, преднизолона, эмбихина и других алкилирующих агентов	****	
<p>* Вещества, предлагаемые для контроля, не обязательно относятся к канцерогенам  ** В зависимости от содержания в возгонах бенз(а)пирена: менее 0,075 % - ПДК 0,2 мг/м<sup>3</sup>, от 0,075 до 0,15 % - 0,1 мг/м<sup>3</sup>, от 0,15 до 0,3 % - 0,05 мг/м<sup>3</sup>.  *** В зависимости от технологического процесса.  **** Контроль не проводится, условия труда для медицинского персонала, проводящего химиотерапию, относят к 3.4 классу вредности.</p>			



## Приложение 4 (справочное)

### Перечень веществ, опасных для репродуктивного здоровья человека<sup>2</sup>

1	2	3	4	5	6	7
№ п/п	Наименование вещества	№ CAS	ПДК мг/м <sup>3</sup> *	Агрегатное состояние**	Класс опасности	Особенности действия***
1	2	3	4	5	6	7
1	Аммоний фторид (по фтору)	12125-01-8	1,0/0,2	а	2	
2	Барий дифторид (по фтору)	7787-32-8	1,0/0,2	а	2	
3	Бенз(а)пирен, (3,4-бензопирен)	50-32-8	-/0,00015	а	1	К
4	Бензилкарбинол (трикрезол)	100-51-6	5	п	3	
5	Бензин (растворитель, топливный)	8032-32-4	300/100	п	4	
6	Бензол (циклогексаatriен)	71-43-2	15/5	п	2	К
7	Бериллий и его соединения		0,003/ 0,001	а	1	К, А
8	2-бром-1,1,1-трифтор-2-хлорэтан (фторотан, галотан)	151-67-7	20	п	3	
9	Ванадий европий иттрий оксид фосфат (контроль по иттрию); люминофор Л-43	122434--46-2	1	а	3	
10	Гексагидро-2Н-азепин-Зон(капролактама)	105-60-2	10	а	3	
11	Гидроксibenзол (фенол)	108-95-2	1/0.3	п	2	
12	4-Гидрокси-3-(3-оксо-1-фенилбу-2Н-1-бензопиран-2-онтил), (варфарин)	81-81-2	0,001	а	1	
13	Гидрофторид (в пересчете на фтор)	7664-39-3	0,5/0,1	п	2	О
14	N,N- Диметилацетамид	127-19-5	3/1	п	3	
15	Диметилбензол (смесь 2-,3-,4 изомеров), (ксилол)	1330-20-7	150/50	п	3	
16	N,N- Диметилформамид	68-12-2	10	п	2	
17	1,5-диметил-5-( 1-циклогексен-1-ил) барбитурат натрия	50-09-9	1	а	2	

<sup>2</sup> В соответствии с СанПиН 2.2.0.555–96 «Гигиенические требования к условиям труда женщин», Методическими рекомендациями №11–8/240–02 «Гигиеническая оценка вредных производственных факторов и производственных процессов, опасных для репродуктивного здоровья человека»; Detailed review document on classification systems for reproductive toxicity in OECD member countries / OECD series on testing and assessment № 15. – Paris: OECD. – 1999. – 18 p.



## Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности

1	2	3	4	5	6	7
18	Дихлорметан (метилхлорид)	75-09-2	100/50	п	4	
19	Калий фторид (по фтору)	7789-23-3	1,0/0,2	а	2	
20	Криолит (по фтору)	15096-52-3	1,0/0,2	а	2	
21	Литий фторид (по фтору)	7789-24-4	1,0/0,2	а	2	
22	2-метилбута-1,3-диен (1,3-бутадиен, дивинил)	78-79-5	40	п	4	
23	Марганец в сварочных аэрозолях при его содержании: до 20 % от 20 до 30 %	7439-96-5 7439-96-5	0,6/0,2 0,3/0,1		2 2	
24	Марганец карбонат гидрат	34156-69-9	1,5/0,5	а	2	А
25	Марганец нитрат гексагидрат	17141-63-8	1,5/0,5	а	2	А
26	Марганца оксиды (в пересчете на марганец диоксид): аэрозоль дезинтеграции аэрозоль конденсации		0,3 0,05	а	1	
27	Марганец сульфат пентагидрат	10034-96-5	1,5/0,5	а	2	А
28	Марганец трикарбонилциклопентадиен	12079-65-1	0,1	п	1	
29	Метил бензол	108-88-3	150/50	п	3	
30	2-Метоксиэтилацетат	110-49-6	10	п	3	
31	Мышьяк, неорганические соединения (мышьяк более 40 %) (по мышьяку)		0,04/ 0,01	а	1	К
32	Мышьяк, неорганические соединения (мышьяк до 40 %) (по мышьяку)		0,04/ 0,01	а	2	К
33	Натрий фторид (по фтору)	7681-49-4	1,0/0,2	а	2	
34	Никель тетракарбонил	13463-39-3	0,0005	п	1	,К, А
35	Олово фторид (по фтору)	13966-74-0	1,0/0,2	а	2	
36	Полимер (1-метилэтилен) бензола с этилбензолом	9011-11-4	-/5	а	4	
37	Пропан-2-он (ацетон)	67-64-1	800/ 200	п	4	
38	Проп-2-енонитрил (акрилонитрил)	107-13-1	1,5/0,5	п	2	А
39	Ртуть	7439-97-6	0,01/ 0,005	п	1	
40	Свинец и его неорганические соединения (по свинцу)		-/0,05	а	1	
41	Серебро фторид (по фтору)	7775-41-9	1,0/0,2	а	2	
42	Сурьма и ее соединения: пыль сурьмы металлической	0,5/0,2	0,5/0,2	а	2	
43	Тетрагидро-1,4-оксазин (морфолин)	110-91-8	1,5/0,5	п	2	
44	Тетрахлорметан	56-23-5	20/10	п	2	
45	Трис (метилфенил)фосфат (содержание о-изомера >3%), (трикрезилфосфат)	1330-78-5	0,1	а	1	
46	Трис (метилфенил)фосфат (содержание о-изомера < 3%), (трикрезилфосфат)	1330-78-5	0,5	а	2	
47	1,1'-(2,2,2-трихлорэтилиден) бис-(4-хлорбензол), (ДДТ)	50-29-3	0,1	+а	1	
48	Уайт-спирит (в пересчете на С)	8052-41-3	900/ 300	п	4	
49	Углерод дисульфид, (сероуглерод)	75-15-0	10/3	п	2	
50	Углерод оксид	630-08-0	20	п	4	О
51	Формальдегид	50-00-0	0,5	п	2	О, А





1	2	3	4	5	6	7
52	1-хлорбута-1,3-диен; ( $\alpha$ -хлоропрен)	627-22-5	5	п	3	
53	2-хлорбута-1,3-диен; ( $\beta$ -хлоропрен)	126-99-8	2	п	3	
54	Хлорметан	74-87-3	10/5	п	2	
55	Хлорэтен, (хлорэтилен, хлорвинил)	75-01-4	5/1	п	1	К
56	Хром (VI) триоксид	1333-82-0	0,03/ 0,01	а	1	К
57	Эпоксидэтан (оксиран, оксид этилена)	75-21-8	3/1	п	2	К
58	2-этоксиэтанол	110-80-5	30/10	п	3	
59	2-этоксиэтилацетат	111-15-9	10	п	3	

\* В числителе максимальная, а в знаменателе среднесменная ПДК.

\*\* Преимущественное агрегатное состояние вещества в воздухе в условиях производства: п - пары и (или) газы, а - аэрозоль.

\*\*\* Наряду с остронаправленным механизмом действия приведены дополнительные особенности действия вещества: А - аллерген, К - канцероген, Р - раздражающее действие.



## Приложение 5 (справочное)

### Перечень аллергенов

#### 1. Высоко опасные аллергены

1	2	3	4	5	6	7
№ п/п	Наименование вещества	№ CAS	ПДК мг/м <sup>3</sup> *	Агрегатное состояние*	Класс опасности	Особенности действия** в/я
1	2	3	4	5	6	7
1	2-Амино-2-дезоксид-Д-глюкозы гидрохлорид; Хитозамин; Глюкозамин гидрохлорид	66-84-2	0,005	а	1	
2	Бациллийн (по бацитрацину)	140587-4	0,01	а	1	
3	Бензол-1,4-дикарбоновая кислота; Теревталевая кислота	100-21-0	0,1	+а	1	
4	Бериллий и его соединения (в пересчете на бериллий)		0,003/ 0,001	а	1	К
5	Гексаметилендиизоцианат <sup>+</sup>	822-06-0	0,05	п	1	
6	(1α,2α,3α,4β,5β,6β)-Гекса(1,2,3,4,5,6) хлорциклогексан <sup>+</sup> ; γ-Гексахлоран	6108-10-7	0,05	п+а	1	
7	Гентамицин <sup>+</sup> (смесь гентамицинсульфатов 1:2,5) - C <sub>1</sub> (40 %), C <sub>2</sub> (20 %), C <sub>1a</sub> (40 %)	1403-66-3	0,05	а	1	
8	Гептаникель гексасульфид	12503-53-6	0,15/0,05	а	1	К
9	Гигромицин Б <sup>+</sup>	31282-04-9	0,001	а	1	
10	Гризин		0,002	а	1	
11	0-2-Дезокси-2-(N-метиламино)-α-L-глюко-пиранозил-(1 →2)-O-5-дезоксид-3-С-формил-α -L-глюкофуранозил-(1 →4)-N,N <sup>1</sup> -бис (аминоиминометил)-D-стрептамин <sup>+</sup> ; Стрептомицин	57-92-1	0,1	а		
12	0-3-Дезокси-4-С-метил-3-(метиламино)-β -L-арабинопиранозил-(1 →6)-0-[2,6-диамино-2,3,4,6-тетрадезоксид-α -D-глицерогекс-4-енопиранозил-(1 →4)]-2-дезоксид-D-стрептамин; Синтомицин	32385-11-8	0,05	а	1	
13	1,4-Диаминобензол; п-Фенилендиамин	106-50-3	0,05	+а	1	
14	1,4-Диаминобензол дигидрохлорид 1,4-Фенилендиамин дигидрохлорид	624-18-0	0,05	+а	1	
15	1,6-Диаминогексан; Гексаметилендиамин	124-09-4	0,1	п	1	
16	Диаммоний гексахлорплатинат		0,005	а	1	

1	2	3	4	5	6	7
17	Диаминодихлорпалладий <sup>+</sup>	14323-43-4	0,005	a	1	
18	Диаммоний хром тетрасульфат-2,4-гидрат [по хрому (Cr <sup>+3</sup> )]; Хромаммиачные квасцы		0,02	a	1	
19	N,N-Дибутил-4-(гексилокси)нафталин-1-карбоксимидамид <sup>+</sup> ; Бунамидин гидрохлорид	1055-55-6	0,01	a	1	
20	1,3-Дигидро-1,3-диоксо-5-изобензофуранкарбоновая кислота; Бензол-1,2,4-трикарбоновой кислоты 1,2-ангидрид; Тримеллитовой кислоты ангидрид	552-30-7	0,05	a	1	
21	[2S-(2a,5a,6β)]-3,3-Диметил-6[[[5-метил-3-фенилизоксазол-4-ил]карбонил]амино]-7-оксо-4-тиа-1-азабигло[3,2,0]гептан-2-карбоновая кислота; Оксациллин	66-79-5	0,05	a	1	
22	1,3-Ди(1-метилэтил)фенил-2-изоцианат <sup>+</sup> ; Диизопропилфенилизоцианат	28178-42-9	0,1	п	1	
23	1,3-Динитро-5-трифторметил-2-хлорбензол	393-75-9	0,05	+a	1	
24	2,4-Динитро-1-хлорбензол	97-00-7	0,2/0,05	+a	1	
25	Дихромовая кислота, соли (в пересчете на Cr <sup>+6</sup> )		0,01	a	1	K
26	Кобальт гидридотетракарбонил	16842-03-8	0,01	п	1	O
27	Кобальт и его неорганические соединения <sup>+</sup>		0,05/ 0,01	a	1	
28	Меркаптоэтановая кислота <sup>+</sup>	68-11-1	0,1	+a	1	
29	Метилдитиокарбамат натрия <sup>+</sup> (по метилизоцианату); Карбатион; Метилдитиокарбаминовой кислоты натриевая соль	137-42-8	0,1	a	1	
30	Метилизотиоцианат <sup>+</sup>	556-61-6	0,1	п	1	
31	Метилизоцианат <sup>+</sup>	624-83-9	0,05	п	1	O
32	3-[[[(4-Метилпиперазин-1-ил)имино]метил] рифамицин <sup>+</sup>	13292-46-1	0,02	a	1	
33	4-Метилфенилен-1,3-диизоцианат	584-84-9	0,05	п	1	o
34	3-Метилфенилизоцианат	621-29-4	0,1	п	1	
35	Никель тетракарбонил	13463-39-3	0,0005	п	1	к
36	Никель хром гексагидрофосфат гидрат (по никелю); 1,7-Никель хром гекса (диводородфосфат)гидрат		0,005	п	1	к
37	Никель, никель оксиды, сульфиды и смеси соединений никеля (файнштейн, никелевый концентрат и агломерат, оборотная пыль очистных устройств) (по никелю)		0,05	a	1	к
38	Никеля соли в виде гидроаэрозоля (по никелю)		0,005	a		K



1	2	3	4	5	6	7
39	Самарий пентакобальтид <sup>+</sup> (по кобальту); Кобальт-самариевая композиция магнитов	12017-68-4	0,05	a		
40	2-Фенил-4,6-дихлорпиридазин-3-(2H)-он	2568-51-6	0,05	a		
41	Хром гидроксид сульфат (в пересчете на Cr <sup>+3</sup> ); Хром серно-кислый основной	12336-95-7	0,06/ 0,02	a		
42	Хром-2-6-дигидрофосфат (по хрому Cr <sup>+3</sup> ); Хром фосфат однозамещенный	27096-04-4	0,06/ 0,02	a		
43	Хром трихлорид гексагидрат (по хрому Cr <sup>+3</sup> )	10060-12-5	0,03/ 0,01	a		
44	Хромовой кислоты соли (в пересчете на хром Cr <sup>+6</sup> )		0,03/ 0,01	a		K
45	Этиленимин <sup>+</sup> ; Азиридин	151-56-4	0,02	п		O

**2. Умеренно опасные промышленные аллергены** - антибиотики, витамины, синтетические моющие средства, биологические препараты, эпоксидные смолы и клеи, пыль растительного и животного происхождения, фенолформальдегидные смолы и пр. (всего 147 наименований).



## Приложение 6 (справочное)

### Перечень веществ, для которых должно быть исключено вдыхание и попадание на кожу

#### 1. Противоопухолевые лекарственные средства, гормоны-эстрогены

№ п/п	Наименование вещества	№ CAS	ПДК мг/м <sup>3</sup> *	Агрегатное состояние	Класс опасности	Особенности действия
1	2	3	4	5	6	7
1	N'-[3-[4 Аминобутил)амино]пропил] блеомицинамида гидрохлорид; блеомицетин гидрохлорид	55658-47-4	-	а	1	
2	5-{ [4,6-Бис( 1 -азиридирил)-1,3,5-тиазин-2-ил]амино}-2,2-диметил-1,3-диоксан-5-метанол; диоксадет	67026-12-4	-	а	1	
3	14-Гидроксирубомидин	25316-40-6	-	а	1	
4	3-Гидрокси-эстра-1,3,5(10)триен-17-он; эстрон	53-16-7	-	а	1	К
5	Диэтиленимид 2-метилтиозолидо-3-фосфорной кислоты; имифос	1078-79-1	-	а	1	
6	2,2,6-Тридеокси-3-амино-α-ликсозо-4-метокси-6,7,9,11 -тетраокси-9-ацето-7,8,9,10-тетрагидротетраценхинон; рубо-мицин	20830-81-3	-	а	1	
7	2-Хлор-N-(2-хлорэтил)-N-метилэтанамин гидрохлорид; эмбихин	55-86-7	-	а	1	
8	17-Этинилэстра-1,3,5(10)-триендиол-3,17; этинилэстрадиол	57-63-6	-	а	1	К

**2. Наркотические анальгетики**

№ п/п	Наименование вещества	№ CAS	ПДК мг/м <sup>3</sup> *	Агрегатное состояние	Класс опасности	Особенности действия
1	2	3	4	5	6	7
1	(5α,6α)-7,8-Дидегидро-4,5-эпокси-3-метокси-17-метилморфин-6-ол; кодеин	76-57-3	-	а	1	
2	[S-(R*,S*)]-6,7-Диметокси-3-(5,6,7,8-тетрагидро-4-метокси-6-метил-1,3-диоксоло-[4,5-g]-изохинолин-5-ил)-1-(3H)-изобензофуранон; наркотин	128-62-1	-	а	1	
3	Морфин гидрохлорид	52-26-6	-	а	1	
4	Тебаин	115-37-7	-	а	1	
5	1,2,5-Триметил-4-фенилпиперидин-4-ол пропионат; промедол	64-39-1	-	а	1	
6	N-Фенил-N-[1-(2-фенилэтил)-4-пиперидинил]-пропанамид; фентанил	437-38-7	-	а	1	
7	1-(2-Этоксипропионил)-4-пропионилокси-4-фенилпиперидин гидрохлорид; просидол		-	а	1	