

**К.В. Тихомирова**

**Медико-биологические  
основы безопасности  
жизнедеятельности.**

**Ответы на основные вопросы.**



Полный курс лекции.

**Белгород 2023**

**К.В. Тихомирова**

**МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**ПОЛНЫЙ КУРС ЛЕКЦИЙ**

**ОТВЕТЫ НА ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ**

Белгород 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова

**К.В. Тихомирова**

**МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**ПОЛНЫЙ КУРС ЛЕКЦИЙ**

**ОТВЕТЫ НА ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ**

Белгород  
2023

ББК 51.20я7  
УДК 614.8(075)  
Г 65

#### Рецензенты

Директор областного автономного учреждения «Центр Охраны Труда Белгородской области» Кобченко В.Н.

Директор химико-технологического института Белгородского Государственного технологического университета, профессор, доктор технических наук Ястребинский Р.Н.

#### **Тихомирова К.В.**

Учебное пособие по дисциплине Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности Полный курс лекций Ответы на основные вопросы / К.В. Тихомирова. – Г 65 Белгород: Изд-во БГТУ, 2023. – 298 с.

В книге рассмотрены основные виды воздействия опасных и вредных производственных факторов и влияние их на человека, вопросы правового обеспечения безопасности, условий труда и показателей профессионального риска для здоровья работников. Приводятся основные методы оценки влияния химических веществ, параметры токсикометрии, которые необходимы для контроля производственных условий, основы нормирования как физических, так и химических факторов, основные виды профессиональных заболеваний.

Издание предназначено для студентов очной и заочной формы обучения. Для лучшего изучения дисциплины, рекомендуется к изучению совместно с сборниками по практическим и лабораторным работам.

Издание публикуется в авторской редакции.

УДК 658.38 (07)  
ББК 65.246.я7

© Белгородский государственный  
технологический университет  
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2023

## ВВЕДЕНИЕ

Данное пособие написано в соответствии с утвержденной программой курса «Медико-биологические основы безопасности». Рекомендуется к изучению в комбинации с методическими рекомендациями по выполнению лабораторных и практических работ.

Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности – комплексная дисциплина, изучающая взаимодействие окружающей среды и человека. Она находится на стыке медицины и экологии, объединяя эргономику, физиологию, физику, химию, биологию, гигиену, токсикологию, медицину труда, психологию труда.

Объект изучения медико-биологических основ безопасности – среда обитания, как правило производственная среда, предмет – свойства среды, проявляющиеся во влиянии на здоровье человека, а цель – разработка профилактических мероприятий, обеспечивающих сохранение оптимального здоровья человека и долгой творческой активности.

Известно множество факторов риска, которые могут вести к возникновению заболеваний. Снижение или устранение этих факторов может быть достигнуто с помощью инженерно-технических мер и средств, лечебно-профилактическими мероприятиями и повышением устойчивости человека к неблагоприятному воздействию окружающей среды.

Основные направления при изучении данной дисциплины:

1. Причинно-следственные связи и факторы, порождающие экологически и производственно-обусловленные профессиональные заболевания.

2. Предупреждение заболеваний на основе анализа, моделирования и прогнозирования неблагоприятных ситуаций в среде обитания человека.

3. Защита людей от экологических и производственно-обусловленных заболеваний за счёт использования защитных инженерных, технических решений, лечебно-профилактических мероприятий.

В процессе изучения дисциплины МБО БЖД будущий специалист должен научиться:

анализировать качественные и количественные характеристики опасных и вредных факторов среды обитания человека;

разрабатывать санитарно-технические и другие мероприятия по оптимизации среды обитания и укрепления здоровья человека;

проводить эколого-техническую и эколого-гигиеническую экспертизу на основе требований нормативных актов действующего законодательства;

выявлять причинно-следственные связи изменений состояния здоровья человека с неудовлетворительной средой его обитания.

В начале каждой главы пособия дается краткий теоретический экскурс, а в завершение – контрольные вопросы, тесты или задачи, отражающие основные моменты. Предложены задания для оценки реальной обстановки на предприятиях, принятия решений по ее оздоровлению и контролю за реализацией проведенных мероприятий. Владение методами сбора информации, оценки факторов производственной среды, работоспособности экономически активного населения и состояния здоровья работников необходимо специалисту по охране труда и окружающей среды.

Освоив материал учебника, читатель будет:

**знать**

- основные принципы взаимосвязи человека со средой обитания;
- негативные факторы окружающей среды, влияющие на организм человека;
- основы промышленной токсикологии;
- руководящие и нормативные документы, справочную литературу по организации мероприятий, направленных на сохранение здоровья работающего населения;

**уметь**

- использовать нормативные правовые документы в своей деятельности;
- применять руководящие и нормативные документы, справочную литературу по организации мероприятий, направленных на сохранение здоровья, предупреждение травматизма;
- проводить осмотр пострадавших в результате несчастных случаев, травм, отравлений и других состояний и заболеваний, угрожающих их жизни и здоровью;

**владеть**

- основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий;
- навыками использования типовых нормативов по выполнению требований безопасности, правил сохранения здоровья и соблюдения норм здорового образа жизни;
- способами оказания первой помощи.

### Словарь терминов и определений

*Адаптация* - способность организма приспосабливаться к меняющейся среде обитания (окружающей среде).

*Акроцианоз* – (гр. акроп - конечность) – синюшная окраска конечностей преимущественно при расстройствах кровообращения.

*Аллергия* – состояние повышенной реактивности животного (в т.ч. человеческого) организма по отношению к определенному веществу или веществам, преимущественно органическим, развивающееся при повторном воздействии этих веществ. Проявляется сильным раздражением слизистых оболочек, кожными сыпями, общим недомоганием и др.

*Аллерген* - фактор, способный, повысив чувствительность организма к себе, вызвать аллергию.

*Анализаторы* – системы чувствительных нервных образований, воспринимающие и анализирующие различные внешние и внутренние раздражения.

*Антагонизм* - противостояние, противоположность.

*Астения* - состояние организма, характеризующееся повышенной утомляемостью, частой сменой настроения, раздражительностью, общей слабостью, слезливостью, расстройством чувствительности и сна.

*Атеросклероз* - болезнь, характеризующаяся липидной инфильтрацией (наполнением) внутренней оболочки артерий с последующим развитием в их стенке соединительной ткани, клинически проявляющейся общими и местными расстройствами кровообращения.

*Атония* – утрата нормального тонуса мышц скелета и внутренних органов при истощении, нервных и других заболеваниях.

*Аудиометрия* - измерение остроты слуха и порогов его восприятия с помощью аудиометра.

*Бактерия* - одноклеточный микроорганизм, обладающая свойствами вызывать развитие заболевания.

*Безопасность* - отсутствие недопустимого риска, связанного с возможностью нанесения ущерба (ГОСТ Р 1.0-92).

*Болезнь* - нарушение нормальной жизнедеятельности организма, которое характеризуется ограничением приспособляемости и понижением трудоспособности.

*Больные* - лица, предъявляющие жалобы на состояние своего здоровья, у которых при объективном исследовании выявляются патологические изменения тех или иных органов и систем.

*Вирус* - клеточная форма жизни, обладающая свойствами вызывать развитие заболевания.

*Вредное вещество* - вещество, способное при определенных условиях воздействовать на организм, вызывая заболевание общего характера, профессиональное заболевание, производственно обусловленное заболевание и другие отклонения в здоровье человека и его потомства.

*Вредные условия труда* - условия труда, характеризующиеся наличием вредных производственных факторов, оказывающих неблагоприятное воздействие на организм работающего и (или) его потомство.

*Вредный производственный фактор* - производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его заболеванию (статья 209 ТК РФ).

*Гигиена* - наука, изучающая влияние факторов окружающей среды (среды обитания) на здоровье человека, его работоспособность и продолжительность жизни, разрабатывающая нормативы, требования и санитарные мероприятия по оздоровлению населенных мест, улучшению условий жизни и деятельности человека.

*Гигиена труда* - раздел профилактической медицины, изучающий условия и характер труда, их влияние на здоровье и функциональное состояние человека и разрабатывающая научные основы и практические меры, направленные на профилактику вредного и опасного действия факторов рабочей среды и трудового процесса на работников.

*Гигиеническое нормирование* - установление пределов интенсивности и продолжительности воздействия на организм человека факторов окружающей среды (среды обитания).

*Гипергидроз* – общее или местное повышение потоотделения.

*Гипоксия* – кислородное голодание, понижение содержания кислорода в тканях или крови (гипоксемия).

*Гипотермия* – нарушение теплового баланса, сопровождающееся снижением температуры тела ниже нормальных значений.

*Гомеостаз* – состояние динамического равновесия системы, характеризующееся постоянной функциональной саморегуляцией во всех ее звеньях.

*Диагноз* - медицинское заключение о состоянии здоровья обследуемого, об имеющемся заболевании (травме), о причине смерти, выраженное в официальном названии болезни (травмы).

*Демография* - наука, изучающая численность и структуру населения и процессы его движения и воспроизводства в целях социально-экономического развития общества, оценки состояния здоровья населения.

*Доза* – количество вещества, воздействующее на организм, отнесенное к массе тела организма. Доза за единицу времени называется *уровнем дозы*.

*Допустимые остаточные количества (ДОК)* – это такие количества веществ в продуктах питания, которые не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья контингентов населения, потребляющих эти продукты, или отрицательно влиять на последующие поколения.

*ДУ (ПДК)* - допустимый уровень (предельно допустимая концентрация) токсичных элементов, соединений и ядохимикатов в продуктах, мг/кг, не представляющий опасность для здоровья.

*Заболеваемость* - медико-статистический показатель распространенности (совокупности) многих или отдельных заболеваний.

*Заболевание* - болезнь отдельного человека.

*Здоровье* - состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов (устав ВОЗ).

*Защита временем* - уменьшение вредного действия неблагоприятных факторов рабочей среды и трудового процесса на работников за счет снижения времени их действия: введение внутрисменных перерывов, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, ограничение стажа работы в данных условиях.

*Иммунитет* - невосприимчивость организма к инфекционным и не-инфекционным агентам и веществам.

*Инвалидность* - стойкая нетрудоспособность - постоянная или длительная, полная или частичная потеря трудоспособности, причинами которой могут быть заболевания (общие и профессиональные), травмы.

*Интоксикация* - отравление, вызванное общим действием на организм ядовитых (токсических) веществ внешнего или внутреннего происхождения

*Канцероген* – вещество или физический агент, способный вызвать развитие злокачественных новообразований или способствующий их возникновению.

*Канцерогенное (онкогенное) вещество* - фактор, обладающий способностью вызвать возникновение онкологического заболевания (рака).

*КВИО (коэффициент возможности ингаляционного отравления)* представляет собой отношение концентраций насыщенных паров вещества в воздухе при 20° С к средней смертельной концентрации вещества для мышей (при 2 - недельном сроке наблюдения).

*Кератит* – воспаление роговицы глаза, проявляется ее помутнением, изъязвлением, болью, покраснением.

*Комбинированное действие* вредных веществ – это одновременное или последовательное действие на организм нескольких веществ при одном и том же пути поступления.

*Комплексное воздействие* веществ, когда они поступают в организм одновременно, но разными путями (через дыхательные пути с вдыхаемым воздухом, через желудок с пищей и водой, через кожные покровы).

*Кумуляция* - накопление биологически активного вещества или вызываемых им эффектов при повторных воздействиях веществ, факторов на организм.

*Лимитирующий фактор* - экологический фактор, наиболее удаленный от своего оптимального значения и ограничивающий жизнедеятельность организма.

*Медицина труда* - наука, изучающая в совокупности условия труда и состояние здоровья работников.

*Мониторинг* - постоянное наблюдение за каким-либо процессом, в частности за оценкой состояния окружающей среды и состояния здоровья населения.

*Напряженность труда* - характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника. К факторам, характеризующим напряженность труда, относятся интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, степень монотонности нагрузок, режим работы.

*Неврит* – воспалительное заболевание периферических нервов, причиной может быть травма, интоксикация, инфекционные заболевания, недостаточность кровоснабжения нерва и др.

*Неврит кохлеарный (профессиональная тугоухость)* – постепенное снижение остроты слуха, обусловленное длительным

(многолетним) воздействием производственного шума (преимущественно высокочастотного).

*Некроз* - необратимое прекращение жизнедеятельности тканей какой-то части организма.

*Нозология* – (гр. *nosos* - болезнь) учение о болезнях, их классификации и номенклатуре.

*ОБУВ* (ВДК) - ориентировочный безопасный уровень воздействия (временно допустимая концентрация) в воздухе, установленный расчетным путем.

*ОВПФ* – опасный вредный производственный фактор

*Окружающая среда* - совокупность оппонентов природной среды, природных и природно-антропогенных и антропогенных (созданных человеком) объектов.

*Оптимальные условия труда* - предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности.

*Осмотр* (медицинский) - врачебное освидетельствование состояния здоровья человека.

*Остеопороз* – (гр. *osteon* – кость, *poros* – отверстие, пора) разрежение костного вещества на ограниченном участке какой-либо кости или во многих костях при различных заболеваниях, либо после переломов.

*Отравление* - см. Интоксикация.

*Патология* - наука, изучающая закономерности возникновения и развития болезней, отдельных патологических процессов и состояний.

*Пневмокониоз* – (от лат. *pneumon* – легкое, *conia* – пыль) – болезни легких, связанные с повышенной концентрацией пыли в воздухе. Силикоз – частная форма пневмокониоза, связанная с вдыханием пыли двуокиси кремния, антракоз – при вдыхании угольной пыли.

*Порог вредного действия* (однократного и хронического) – это минимальная концентрация (доза) вещества в объекте окружающей среды, при воздействии которой в организме (при конкретных условиях поступления вещества в стандартной статистической группе биологических объектов) возникают изменения, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций, или скрытая (временно компенсированная) патология.

*Производственная среда* - совокупность физических, химических, биологических, психофизиологических вредных и опасных факторов, воздействующих на человека в процессе его трудовой деятельности.

*Профессиональное заболевание* - хроническое или острое заболевание работника, являющееся результатом воздействия на него вредного (вредных) производственного (производственных) фактора (факторов) и повлекшее временную или стойкую утрату им профессиональной трудоспособности (Федеральный закон «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний»).

*Работоспособность* - состояние человека, определяемое возможностью физиологических и психических функций организма, которое характеризует его способность выполнять определенное количество работы заданного качества за требуемый интервал времени.

*Рабочее время* - время, в течение которого работник в соответствии с правилами внутреннего трудового распорядка и условиями трудового договора должен исполнять трудовые обязанности, а также иные периоды времени, которые в соответствии с ТК РФ, другими федеральными законами и иными нормативными актами РФ относятся к рабочему времени (ст. 91 ТК РФ).

*Рабочее место* - место, в котором работник должен находиться или в которое ему необходимо прибыть в связи с его работой и которое прямо или косвенно находится под контролем работодателя (ст. 209 ТК РФ).

*Реабилитация* - комплекс медицинских и социальных мероприятий, направленных на восстановление или компенсацию нарушенных функций организма, а также социальных функций и трудоспособности больных и инвалидов.

*Реактивность* - свойство организма отвечать определенным образом на воздействие каких-либо факторов окружающей и внутренней среды.

*Резистентность* - сопротивляемость, устойчивость организма к воздействию различных повреждающих его факторов.

*Рефлекс* - ответ организма на раздражение, осуществляемое при участии центральной нервной системы.

*Риккетсии* - род микроорганизмов, вызывающих возникновение некоторых инфекционных заболеваний (например, сыпного тифа).

*Риск* - вероятность возникновения какого-либо события, в частности, ущерба здоровью человека.

*Санитария* - совокупность практических мероприятий, направленных на осуществление требований санитарных норм и правил, гигиенических нормативов и других нормативных актов.

*Сенсибилизация* - повышение чувствительности организма или отдельных его систем и органов к воздействию факторов окружающей или внутренней среды.

*Симптом* - признак болезни или патологического состояния.

*Синдром* - совокупность признаков болезни, объединенных единым механизмом развития, а иногда и отдельное заболевание или его стадия развития.

*Смертность* - убыль населения в связи со смертью, которая оценивается по особым коэффициентам

*Сочетанное действие* – одновременное или последовательное воздействие на организм факторов различной природы (химических, биологических, физических).

*Спазм* - непроизвольное сокращение мышц, не сопровождающееся немедленным расслаблением.

*Стресс* - состояние напряжения реактивности организма, возникающее при действии чрезвычайных внешних и внутренних причин и проявляющееся в виде адаптационного синдрома.

*Тендовагинит* – (лат. tendo – сухожилие, vagina – влагалище) – воспаление сухожильных влагалищ (чаще кисти, предплечья, голени), признаки – припухлость по ходу сухожилия, боли, хруст.

*Токсикология* (греч. *toxicon* - яд, *logos* - учение) – наука о потенциальной опасности вредного воздействия веществ на живые организмы и экосистемы, изучающая механизмы токсического действия, диагностику, профилактику и лечение отравлений.

*Травма* - телесное повреждение целостности и функции тканей (органа) в результате внешнего воздействия.

*Трудоспособность* - состояние человека, при котором совокупность физических, умственных и эмоциональных возможностей позволяет выполнять работу определенного объема и качества (Руководство по врачебной и трудовой экспертизе).

*Тяжесть труда* - характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечно-сосудистую, дыхательную и др.), обеспечивающие его деятельность.

*Условия труда* - совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье человека (ст. 209 ТК РФ).

*Фотосенсибилизация* – придание несветочувствительным веществам способности к фотохимическим превращениям.

*Фототоксичность* – это общая реакция организма, развивающаяся при УФ-облучении кожи в присутствии

фототоксических агентов. *Фотоаллергия* клинически проявляется в виде экзематозных реакций, образования кожных папул и т. п.

*Экологическое нормирование* - нормирование любого антропогенного воздействия на экосистему в пределах ее экологической емкости, не приводящей к нарушению механизмов саморегуляции; основные критерии при определении экологической нагрузки: не нарушение биотического баланса, стабильности и разнообразия экосистемы.

*Экспозиция* (воздействие) - контакт организма человека с химическим, физическим или биологическим агентом.

## Глава 1. ЗДОРОВЬЕ - ОСНОВНОЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

1.1. Введение в медико-биологические основы безопасности.

Предмет и научные основы. Задачи медико-биологических основ.

1.2. Понятие здоровья человека.

1.3. Здоровье населения и окружающая среда.

1.4. Соматическое (физическое) здоровье. Психическое здоровье.

Нравственное здоровье. Показатели индивидуального и популяционного здоровья.

1.5. Факторы, влияющие на здоровье

Контрольные вопросы

### **1.1. Введение в медико-биологические основы безопасности.**

#### **Предмет, задачи и научные основы.**

**Медико-биологические основы безопасности** - комплексная дисциплина, изучающая взаимодействие окружающей среды и человека. Предметом являются свойства среды, проявляющиеся во влиянии на здоровье человека, а целью - разработка профилактических мероприятий, обеспечивающих сохранение оптимального здоровья человека, его долгой творческой активности. Медико-биологические основы включают в себя знания в области таких дисциплин как анатомия, физиология, эргономика, биология, химия, физика, математика, информатика.

Приоритетные задачи:

- выявление причинно-следственных связей и факторов, вызывающих

экологически и производственно обусловленные, профессиональные заболевания;

- профилактика заболеваний на основе анализа, моделирования и прогнозирования неблагоприятных ситуаций в среде обитания человека;

- защита людей от экологически и производственно обусловленных заболеваний путем снижения техногенных и природных нагрузок со стороны среды обитания, а также использования лечебно-профилактических мероприятий;

- информационное обеспечение и образование по вопросам гигиены окружающей среды.

Методы исследований:

- физиологические – для исследования функциональных изменений в организме под влиянием условий и характера труда;

- клинико-статистические и санитарно-статистические – для изучения состояния здоровья (общей и профессиональной заболеваемости) работающих;

- физические, химические, биологические и эргономические – для исследования условий труда на производстве;

- экспериментальные исследования с применением физических, физико-химических, биологических, токсикологических и других методов.

Многообразие факторов, влияющих на организм человека в процессе трудовой деятельности, экологического неблагополучия, продолжающееся ухудшение количества и качества здоровья населения в настоящее время привело к тому, что состояние здоровья, как трудно выполнимый ресурс, превратилось в лимитирующий фактор социально-экономического развития страны.

Необходимо широкое осознание и практическое применение аксиомы о потенциальной опасности любой деятельности, базового постулата о наличии тесной функциональной взаимосвязи между состоянием здоровья населения и состоянием окружающей среды - концептуальной основы формирования конструктивной экологоэкономической политики первичной профилактики рисков. Особого внимания требует решение проблемы демографической ситуации в стране, в которой продолжительность жизни является интегральным показателем безопасности жизнедеятельности (рис. 1.).



**Рис.1.** Показатели рождаемости и смертности в России, Москве и Московской области в октябре 2022 года.

Так же если говорить о смертности от несчастных случаев в трудоспособном возрасте, то можно наблюдать, что данный показатель стоит на 3-м месте в мире после сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. Значительное место ухудшению демографической ситуации, угрозы здоровью принадлежит вредным условиям труда, являющимся риском профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний работников, сокращения трудовой активности, инвалидности и преждевременной смертности.

## Распределение смертности по основным причинам

январь - декабрь 2022 года, человек



**Рис.2.** Основные причины смертности в России, по данным Росстата на 2022 год.

Необходимо программно-целевое планирование научно обоснованных эффективных мероприятий по улучшению условий труда, экологической обстановки и состояния здоровья населения на федеральном, региональном и муниципальном уровнях.

### 1.2. Понятие здоровья человека

Понятие «здоровье человека», на первый взгляд, представляется простым и ясным. Здоровый человек вообще не задумывается над смыслом этого состояния. Не случайно Ф. Энгельс в свое время дал очень простое определение здоровья: «Здоровье - это то, о чем мы вспоминаем, когда его нет». Здоровье нельзя рассматривать как нечто независимое, автономное. Оно является результатом социальных и природных факторов, следствием преломления окружающей среды в биологическом субстрате организма. Для научных разработок и практического использования эта категория (здоровье) должна иметь более четкое определение. И таких определений предложено много.

.....

Е. Гольдсмит: «**Здоровье** - такое состояние, которое дает возможность сохранять здоровье, т. е. длительно сохраняющаяся способность к восстановлению после химических, физических, инфекционных, психологических и социальных воздействий».

И.И. Брехман: «**Здоровье** - способность сохранять, соответственно возрасту устойчивость в условиях резких изменений количественных и качественных параметров триединого потока - сенсорной, вербальной и структурной информации».

И, наконец, определение Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ): «**Здоровье** - это полное физическое, психическое и социальное благополучие, а не только отсутствие болезни, т. е. это физическая, социальная, психологическая гармония человека, доброжелательные отношения с людьми, природой и самим собой».

Подводя итог, следует отметить совсем понятные вещи: здоровье человека - одна из предпосылок счастья и его полноценной жизни. Не случайно на вопрос о том, что является более ценным для человека - богатство или слава, - один из древних философов ответил: «Ни богатство, ни слава еще не делают человека счастливым. Здоровый нищий счастливее больного короля».

Что касается взаимоотношений двух состояний - здоровья и болезни, следует отметить, что здоровье - это закономерность, природная заданность. Человек рождается здоровым в результате генетической запрограммированности. Болезнь - это частность, нарушение закономерности, природной гармонии. Изначальное природное свойство всего живого на планете Земля (генетическая запрограммированность здоровья) не следует путать с нарушениями в генетическом коде, связанными с искусственным воздействием антропогенов, обладающих мутагенным действием, поражающими структуру ДНК (носителя наследственности) даже при условии, что природа спрятала этот аппарат в самую глубину (в ядро) клетки. За прошедшие десятилетия, через которые прошли 44000 поколений предков человека (из них 16000 поколений людей - *Homo Sapiens*) наследственный код человека не пострадал так значительно, как это произошло за XX и начало XI века. Не случайно эксперты ВОЗ провозгласили экологическое неблагополучие (денатурация биосферы) второй проблемой Земли после ядерной войны: и то, и другое может привести к гибели всего живого на Земле - разница только во времени. Следует отметить, что и здоровый человек не может приспособиться к любым изменениям среды обитания, несмотря на 8-10-кратный запас прочности его адаптационных механизмов. Адаптация имеет свои пределы. Видимо, этим можно объяснить тот факт, что у современного человека произошло нарушение заданной природной устойчивости (исзначального здоровья), и он стал производить на свет больных или

даже уродливых детей. Не случайно также, что большая часть людей находится в так называемом третьем состоянии, т. е. неполном здоровье, когда между здоровьем и болезнью «располагается целая гамма промежуточных состояний, указывающих на особые формы приспособления, близкие то к здоровью, то к заболеванию и все же не являющиеся ни тем, ни другим» [И.И. Брехман]. Понятие нормы, как и совпадающее с ним понятие здоровья, до сего времени продолжает оставаться предметом острой дискуссии. Наиболее гибкое понятие нормы предложено В.П. Петленко: «Норма есть биологический оптимум живой системы... \_ этот интервал «оптимального функционирования живой системы» имеет подвижные границы, в рамках которых сохраняется связь со средой, а также согласованность всех функций организма. Нормальная система - это всегда оптимально функционирующая система».

Для оценки состояния нормы или здоровья обычно принято пользоваться различными показателями: антропометрическими, физиологическими, биохимическими. Они обычно оцениваются как некие средние или средне статические величины, варьирующие в достаточно широких пределах. Глобальная картина состояния здоровья неуловима. Но наука располагает определенными данными, характеризующими с разных сторон состояние здоровья в обществе.

Общепринятые показатели здоровья:

Смертность и ее причины (хотя эти данные не полностью отражают картину здоровья).

Продолжительность жизни при рождении. Известны данные о том, что место рождения часто определяет возраст смерти. Детям наименее развитых стран Африки предстоит прожить 40 лет, а продолжительность жизни в развитых странах мира превысила 70 лет (выше всего в Японии - 78 лет).

Детская смертность. Это более чувствительный показатель социальных условий и состояния здоровья, чем средняя продолжительность жизни. В развитых странах мира смертность детей колеблется от 10 до 25 случаев на 1000 живорожденных детей.

Здоровье детей и подростков - это фундамент, на котором формируется здоровье взрослого человека. Перенесенные болезни в детстве подтачивают этот фундамент, так как большинство из них не проходит бесследно и заканчивается, как правило, различными нарушениями здоровья: от незаметных невооруженным глазом структурно функциональных сдвигов до инвалидности.

Все это подтверждает мысль о том, что наиболее гуманными, социально и экономически целесообразными мерами любого

государства по формированию здоровья нации являются меры по охране и укреплению здоровья подрастающего поколения. Государство, не делающее этого, не имеет будущего.

### **1.3. Здоровье населения и окружающая среда**

В системе взаимоотношений человека с окружающей средой все более актуальной становится оценка здоровья населения. Состояние здоровья человека зависит от их факторов, среди которых - природные условия, тип хозяйственной деятельности, образ жизни, уровень культуры и санитарно-гигиенических навыков, медицинское обслуживание, наличие природных предпосылок болезней, вредных веществ техногенного происхождения и др.

Здоровье и болезнь не являются простым отражением состояния окружающей среды. Человек, с одной стороны, обладает определенной биологической конституцией, приобретенной в результате эволюционного развития, и подвержен влиянию природных факторов, с другой стороны, он формируется под воздействием социально-экономических факторов, которые постоянно совершенствуются. Трансформация окружающей среды влияет на социально-гигиенические и психофизиологические условия труда, быта и отдыха, обуславливающие, в свою очередь, механизмы воспроизводства, заболеваемости, уровень развития интеллектуальных способностей людей. Таким образом, здоровье населения в пределах биологической нормы является функцией как экономических, социальных, так и экологических условий. По современным представлениям, здоровье человека на 50 % определяется здоровым образом жизни, на 20 % - наследственностью, на 10 % - состоянием здравоохранения в стране. Здоровье человека в большой мере определяется его способностью адаптироваться к изменяющимся условиям среды. Под адаптацией понимается процесс активного приспособления человека к окружающей среде, направленный на обеспечение, сохранение и продолжение нормальной жизнедеятельности в условиях данной среды, однако более подробно процесс адаптации мы с вами, уважаемые читатели, изучим в следующей главе. На данном этапе изучения, важно лишь понимать, что способность приспосабливаться в течение жизни к условиям окружающей среды у человека закреплена наследственно. Приспособление может осуществляться за счет биологических и вне биологических механизмов и заканчиваться состоянием полной адаптированности к условиям среды, т. е. состоянием здоровья, в противном случае - болезнью. К биологическим механизмам относят изменения морфологических, физиологических, поведенческих реакций человека. В тех случаях,

когда биологических механизмов недостаточно, возникает необходимость во вне биологических механизмах. Тогда человек приспосабливается к новым условиям окружающей среды, либо изолируясь от них с помощью одежды, технических сооружений, соответствующего питания, либо преобразовывая среду таким образом, чтобы ее условия стали для него благоприятными.

Проблемы адаптации и здоровья изучаются как на уровне человеческого организма, так и на популяционном уровне.

В последнем случае рассматривают популяции, группы населения, проживающие в относительно единых природных или социально-экономических условиях (страны, провинции, и т. п.). Окружающая среда, с которой человек связан единими связями, влияет на состояние здоровья большим набором различных по своему характеру факторов: природных (климат, водо-обеспеченность, геохимические условия), социально-экономических (уровень урбанизации, характер питания, эпидемиологическая ситуация).

Весьма важная составляющая приспособления человека к среде - это адаптация к неблагоприятным природным условиям. Существуют заболевания, возникающие под влиянием определенной погоды (повышения или снижения атмосферного давления, от избытка или недостатка тепла, влажности, ультрафиолетовой радиации и др.).

В результате длительного воздействия климата, неблагоприятного для отдельного организма, могут возникать климатические заболевания. Например, синдром полярного напряжения, развивающийся у людей, переехавших на постоянное место жительства в северные районы. Именно возможности адаптации человека к какой-то среде обитания определяют комфортность для него территорий других типов, исключая вероятность заболеваний.

Так, при переезде из районов, расположенных в пределах умеренных широт в южные, человек при удовлетворительных бытовых условиях уже через 4-6 месяцев полностью акклиматизируется - его физиологические реакции приходят в норму. В то же время многолетние наблюдения над зимовщиками станции «Восток» в Антарктиде показали, что человек не может полностью акклиматизироваться к местным суперэкстремальным условиям. Малейшая дополнительная нагрузка выводит его из нормы, вызывая одышку, учащенное сердцебиение и другие отрицательные явления.

Особенности геохимических условий могут вызвать эндемические заболевания, т. е. заболевания, связанные с недостатком каких-либо химических элементов в окружающей среде. Так, причиной возникновения у населения эндемического зоба -

заболевания, связанного с нарушением функций щитовидной железы и ее увеличением, считают недостаток йода в местных продуктах растительного происхождения и питьевой воде.

В России территории с геохимическими предпосылками эндемического зоба находятся преимущественно в лесной зоне с легкими подзолистыми почвами, в поймах рек с наиболее обедненными йодом почвами.

После состоявшейся в 1972 г. Стокгольмской конференции ООН по окружающей человека среде практически во всех принятых в рамках ООН документах по вопросам развития, прямо или косвенно, подчеркивается, что здоровье и благосостояние человека все в большей степени зависят от состояния окружающей среды. Множество научно-исследовательских работ рассматривают различные аспекты воздействия абиотических, биотических и антропогенных факторов на организм человека в целом и на отдельные органы и системы.

Процессы глобализации, урбанизации, социально-экономических потрясений, общественно-политической нестабильности, возрастающих информационных нагрузок, деградации окружающей среды и многих других средовых явлений, свойственные современному миру в целом, и наиболее резко проявившиеся в последнее десятилетие в России, наложили определенный отпечаток на важнейшие показатели здоровья населения.

В последние годы стало традицией анализировать пространный перечень условий, оказывающих влияние на уровень здоровья: социально-экономические факторы, образ жизни, окружающая среда, наличие эффективных служб здравоохранения.

По оценкам ВОЗ, в мире сегодня от 25 до 33% всех зарегистрированных заболеваний напрямую связаны с загрязнением окружающей среды, в России некоторые исследователи оценивают долевой вклад экологического фактора в ухудшение здоровья и основные формы патологии в пределах 40-60%.

Особенно чувствительны к изменению условий жизни дети. Ежегодно более 3 млн детей, не достигших пятилетнего возраста, становятся жертвами неблагоприятных факторов окружающей среды.

На практике выявление точного вклада того или иного фактора в развитие заболевания нередко представляет трудную задачу. Например, результаты исследований по проекту генома человека показали, что существует более 200 генов, контролирующих восприимчивость человека к заболеваниям, связанным с воздействием окружающей среды. Переход от состояния абсолютного здоровья,

через период относительного здоровья к болезни всегда занимает определенный временной промежуток – от нескольких часов до многих лет. И при внимательном и серьезном отношении к своему здоровью можно если не избежать, то значительно отдалить момент заболевания и перехода из категории «здоровый человек» в категорию «больной человек».

.....

**Больные** – это лица, предъявляющие жалобы на состояние своего здоровья, у которых при объективном исследовании выявляются патологические изменения тех или иных органов и систем.

.....

В таблице 1 показаны различные шкалы, демонстрирующие постепенность перехода от состояния здоровья к состоянию болезни.

История учения о болезни – нозология – уходит в глубину веков. Каждая цивилизация на уровне развития науки своего времени создавала свое учение о здоровье и болезни. Зачатки современных представлений о влиянии внешней среды на организм человека можно найти в трудах Гиппократов, который рассуждал о влиянии на здоровье человека погоды, и в частности, ветра. Эти же идеи развивали Авиценна, врачи Средневековья, которые ввели в медицину такие термины, как «воспаление», «лихорадка», «отек» и др. В древнекитайской медицине болезнь понималась как нарушение в организме человека стихий воздуха, воды, земли и огня. В эпоху древнегреческой и древнеримской культур сущность болезни видели в нарушении смещения (дискразии) основных соков организма или в нарушении расположения атомов. В Средневековье господствовали виталистические теории возникновения болезни, которые рассматривали ее как нарушение работы духов (археев) в организме больного. В основе традиционной индийской медицины лежат ведизм, буддизм и тантризм.

.....

**Болезнь** – сложная общая реакция организма на повреждающее действие факторов внешней среды; качественно новый жизненный процесс, при котором хотя и сохраняются функции, присущие здоровому организму, но появляются новые изменения разрушительного и приспособительного характера в органах и тканях, приводящие к снижению приспособляемости организма к непрерывно меняющимся условиям окружающей среды и ограничению трудоспособности.

.....

Таблица 1

## Переход от здоровья к болезни

Показатель состояния здоровья («светофор»)	Соотношение различных шкал в системе «здоровье – болезнь»		
	Донозологическая диагностика	Шкала Авиценны	Степень напряжения регуляторных систем
Норма («зеленый»)	Физиологическая норма	Тело здоровое до предела	Оптимальный уровень Нормальный уровень
		Тело здоровое, но не до предела	Умеренное функциональное напряжение (ФН)
			Выраженное ФН
		Оздоровление и профилактика («желтый»)	Донозологические состояния
Тело, легко воспринимающее здоровье	Перенапряжение регуляторных механизмов (РМ)		
Преморбидные состояния	Тело больное, но не до предела		Резко выраженное перенапряжение РМ Истощение регуляторных систем (РС)
Диагностика и лечение («красный»)	Срыв адаптации	Тело больное до предела	Резко выраженное истощение РС
			Срыв механизмов адаптации

Рассмотрим классификацию некоторых показателей состояния здоровья.

*Критерии болезни:*

- жалобы больного;
- результаты объективного исследования пациента;
- снижение приспособляемости и трудоспособности.

*Критерии здоровья:*

- отсутствие болезни;
- нормальное функционирование организма в системе «человек – окружающая среда»;
  - полное физическое, духовное, умственное и социальное благополучие;
  - способность адаптироваться к постоянно меняющимся условиям существования в окружающей среде;
  - способность к полноценному выполнению основных социальных функций.

*Виды здоровья:*

- индивидуальное;
- общественное;
- профессиональное;
- здоровье населения страны.

*Показатели индивидуального здоровья:*

- уровень и гармоничность физического развития;
- функциональное состояние организма (его резервные возможности, и прежде всего состояние сердечно-сосудистой системы);
- уровень иммунной защиты и неспецифической резистентности;
- наличие какого-либо заболевания или дефекта развития;
- уровень морально-волевых и ценностно-мотивационных установок.

*Показатели общественного здоровья:*

- заболеваемость - общая и детская (распространенность тех или иных болезней, особенно инфекционных);
- смертность - общая и детская (прогнозируемая средняя продолжительность жизни);
- нетрудоспособность (стойкая, временная);
- частота отклонений от нормы тех биологических параметров, которые способствуют увеличению риска развития основных хронических заболеваний (например, повышенное артериальное давление, избыточная масса тела и др.).

*Показатели здоровья населения страны:*

- воспроизводство здоровья - полноценный генофонд, многодетные семьи, здоровье будущих родителей, нормально протекающие беременность и роды;
- формирование здоровья - здоровый образ жизни населения, моральные устои, здоровое общественное сознание, ответственные общественные отношения, организация и воспитание культуры использования времени в непроизводственной сфере;
- потребление здоровья - система организации и охраны условий труда, соблюдение имеющихся правил и санитарно-гигиенических нормативов, определение предельно допустимых уровней (ПДУ) и концентраций (ПДК) для комплексов воздействующих факторов, которые могут аккумулироваться и потенцировать друг друга, и факторов, сопровождающих новые сферы производственной деятельности (предельно допустимое время пребывания в невесомости; ПДК наноматериалов и др.);
- восстановление здоровья - полноценный отдых, лечение, медико-социальная реабилитация. В современных условиях восстановление здоровья приобретает особое значение: загрязненная окружающая среда не дает возможности восстановления потраченного во время трудовой деятельности здоровья, стандартные меры не приводят к полноценному оздоровлению, требуются новые медико-биологические подходы и решения. Одним из таких подходов является эндоэкологическая реабилитация и лечение на клеточно-организменном уровне (ЭРЛ), которая позволяет освобождать окологклеточное пространство от накопившихся метаболитов эндо- и экзо-генного происхождения, путем применения атравматичных, недорогих и простых методов.

#### **1.4. Соматическое (физическое) здоровье.**

##### **Психическое здоровье. Нравственное здоровье.**

.....

**Соматическое здоровье** - текущее состояние органов и систем организма человека, основу которого составляет биологическая программа индивидуального развития. Основу соматического здоровья составляет биологическая программа индивидуального развития человека, включающая в себя базовые потребности (питание, движение, дыхание, познание окружающего мира, сексуальное удовлетворение и т. д.).

В самом общем виде **физическое здоровье** - это состояние организма человека, характеризующееся возможностями адаптироваться к различным факторам среды обитания, уровнем

физического развития, физической и функциональной подготовленностью организма к выполнению физических нагрузок.

**Психическое здоровье** - состояние психической сферы, основу которой составляет состояние общего душевного комфорта.

.....

К основным факторам физического здоровья человека относят:

- уровень физического развития;
- уровень физической подготовленности;
- уровень функциональной подготовленности организма к выполнению физических нагрузок;
- уровень и способность к мобилизации адаптационных резервов организма, обеспечивающих его приспособление к воздействию различных факторов среды обитания.

Здоровье населения и общества всегда было одним из важнейших факторов, определяющих статус цивилизации на временном векторе истории человечества. Поэтому значение сохранения здоровья неуклонно возрастает по мере развития общества и роста его экономики.

При изучении индивидуального физического развития человека используют методы наружного осмотра, измерения морфологических показателей и функциональных показателей. При этом оценивают степень гармоничности физического развития (гармоничное, дисгармоничное, резко дисгармоничное) и уровень физического развития (высокий, выше среднего, средний, ниже среднего, низкий).

Кроме того, можно выделить несколько уровней здоровья:

- индивидуальное (отдельного человека);
- групповое (здоровье населения города, области и т. д.);
- общественное (характеристика одного из важных свойств, качеств, аспектов общества как социального организма).

.....

**Индивидуальное здоровье** - это физическое, психическое, социальное и духовное здоровье отдельно взятого человека.

.....

Показателями индивидуального здоровья являются:

- наличие или отсутствие хронических нарушений
- адаптационный потенциал человека
- его физическая и умственная работоспособность
- стрессоустойчивость.
- генетические, включающие генотип, отсутствие дизэмбриогенеза наследственных дефектов;
- биохимические - показатели биологических жидкостей и тканей;

метаболические - уровень обмена веществ в покое и после нагрузок;

-морфологические - уровень физического развития, тип конституции (морфотип);

-функциональные - функциональное состояние органов и систем:

а) норма покоя;

б) норма реакции;

в) резервные возможности, функциональный тип;

-психологические - эмоционально-волевая, мыслительная, интеллектуальная сферы: доминантность полушария, тип высшей нервной деятельности (ВНД), тип темперамента, тип доминирующего инстинкта;

-социально-духовные - целевые установки, нравственные ценности, идеалы, уровень притязаний и реамуляции потребностей, степень признания и т. п.;

-клинические – отсутствие признаков болезни.

.....

**Групповое здоровье** - здоровье отдельных сообществ людей (профессиональных и т. д.).

**Здоровье населения** - здоровье людей, живущих на определенной территории.

**Общественное здоровье** - состояние общества, которое обеспечивает условия для активного продуктивного образа жизни, не стесненного физическими и психическими заболеваниями. Общественное (социальное) здоровье отражает здоровье индивидуумов, из которых состоит общество, но не является суммой здоровья индивидуумов.

.....

Основными популяционными показателями уровня здоровья являются средняя ожидаемая продолжительность жизни при рождении (всего, в том числе для мужчин и женщин), уровень заболеваемости населения, коэффициенты общей, повозрастной, в том числе младенческой, смертности (всего, в том числе для мужчин и женщин); показатели смертности, ее причины (всего и по половозрастным группам).

Понятие психического здоровья достаточно сложно, различные авторы используют широкий перечень его критериев.

.....

**Психическое здоровье** - состояние душевного благополучия, характеризующееся отсутствием болезненных психических

проявлений и обеспечивающее адекватную условиям действительности регуляцию поведения и деятельности.

**Нравственное здоровье** - комплекс характеристик мотивационной и потребностно-информационной основы жизнедеятельности человека. Основу нравственного компонента здоровья человека определяет система ценностей, установок и мотивов поведения индивида в социальной среде.

**Нравственность** - важнейший субъектный фактор полноценного физического и психологического состояния людей. Есть немало фактов, свидетельствующих об эффективности взаимосвязи телесного и душевного здоровья и определяющих роли этой взаимосвязи в их индивидуальной и общественной деятельности.

**Нравственное здоровье личности** - это единица измерения духовного состояния коллектива и общества. Духовного в том смысле, что оно выступает как результат проявления глубоких чувств и сознания людей в конкретных поступках. Оно непосредственно определяет состояние духа людей как концентрированного проявления готовности и способности человека действовать активно и смело.

.....  
Основными компонентами нравственного здоровья личности являются:

- нравственные чувства, выражение субъективных переживаний в виде восхищения, гордости, честолюбия, презрения. Они были и остаются матрицей гражданского общежития людей;

- моральная позиция - нравственная ориентация личности, ее основополагающие этические взгляды и моральная направленность жизненных целей, ведущими детерминантами которых выступают совесть и долг;

- нравственные привычки - деятельные способы нравственного поведения личности, показатель реальной ее воспитанности;

- нравственный самоконтроль - самооценка, самообладание (моральная закаленность) и самоотверженность вплоть до самопожертвования.

Эти четыре компонента устойчивы и характеризуют моральные принципы и нормы, которые освоены личностью. Их знание позволяет руководителю собирать соответствующую информацию, проводить по ним мониторинг состояния нравственного здоровья личного состава, а потому иметь достаточно объективную информацию о «боеспособности» своих подчиненных, определяя технологию общения с ними и распределение деловых поручений.

Нравственное здоровье способствует выполнению личностью своих социальных ролей в различных жизненных сферах. Например, родителя в семье, члена трудового коллектива, гражданина страны.

Нравственная бескомпромиссность личности в каждой из социальных ролей - лучшее подтверждение ее нравственного здоровья.

Чем полноценнее нравственное здоровье личности, тем благороднее ее отношение к людям, активнее проявляется ее социальная солидарность в обществе. И, наоборот, ее нравственная ущербность неизбежно ведет к размыванию человеческих отношений, к моральной эрозии в духовной обстановке семейного, школьного, студенческого, трудового социумов.

Экономическую и социальную ценность нравственного здоровья людей в настоящее время осознают многие менеджеры. Отсюда их повышенный деловой интерес к овладению знаниями и навыками диагностирования состояния нравственного здоровья работника к рекомендациям по принятию эффективных мер для устранения его «недугов». Нравственное здоровье целесообразнее поддерживать и укреплять посредством превентивных мер.

Таким образом, все процессы в биосфере взаимосвязаны. Человечество – лишь незначительная часть биосферы, а человек является лишь одним из видов органической жизни. Человек на протяжении веков стремился не приспособиться к природной среде, а сделать ее удобной для своего существования. Теперь мы осознали, что любая деятельность человека оказывает влияние на окружающую среду, а ухудшение состояния биосферы опасно для всех живых существ, в том числе и для человека. Всестороннее изучение взаимоотношений человека с окружающим миром привели к пониманию, что здоровье – это не только отсутствие болезней, но и физическое, психическое и социальное благополучие.

### **1.5. Факторы, влияющие на здоровье**

Общепризнано, что к факторам, определяющим здоровье, относятся (по убыванию влияния) образ жизни, состояние окружающей среды, генетические особенности индивидуума и качество медицинского обслуживания.

К *генетическим особенностям индивидуума* относятся:

- здоровье родителей и ближайших родственников;
- наследственные заболевания;
- особенности конституции, генотипа и фенотипа;
- адаптационные возможности и резервы организма.

*Качество медицинского обслуживания:*

- увеличивает среднюю ожидаемую продолжительность жизни населения;
- снижает детскую смертность, особенно от инфекционных заболеваний;
- увеличивает долю пожилого населения;
- изменяет структуру заболеваемости – уменьшение доли острых и увеличение доли хронических заболеваний;
- изменяет структуру смертности – увеличение доли сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний;
- увеличивает фармакологический прессинг при одновременном снижении значимости здорового образа жизни и личной ответственности за здоровье.

Особенности демографической ситуации в России:

- прогрессирующее старение населения, увеличение доли лиц старше трудоспособного возраста;
- низкий уровень рождаемости, не обеспечивающий воспроизводство населения;
- сверхсмертность населения трудоспособного возраста (особенно мужчин), высокая младенческая смертность;
- неблагоприятная динамика показателей здоровья населения и ожидаемой средней продолжительности жизни;
- усложнение миграционной ситуации, обусловленной наличием нерациональных потоков внутрироссийской и межгосударственной миграции.

Последствия неблагоприятного демографического развития России:

- нарушение формирования здоровья с детства;
- сокращение общей численности населения; исчезновение малых народностей;
- снижение плотности расселения;
- сокращение численности детей и подростков, ведущее к проблемам формирования трудовых ресурсов;
- старение населения: дефицит рабочей силы, увеличение демографической нагрузки на трудоспособное население, повышение нагрузки на систему здравоохранения, обострение проблемы с выплатами пенсии и социальных пособий.

Основные задачи демографической политики Российской Федерации:

- увеличение продолжительности жизни населения за счет улучшения качества жизни, снижения преждевременной, предотвратимой смертности в младенческом возрасте, при техногенных катастрофах;
- увеличение продолжительности здоровой активной жизни, прежде всего путем сокращения травматизма, заболеваемости и инвалидности;

- улучшение качества жизни большинства населения, особенно качества жизни хронически больных и инвалидов, путем предоставления им условия для реализации имеющегося (остаточного) потенциала здоровья;
- всестороннее укрепление института семьи как формы наиболее рациональной жизнедеятельности личности и ее нормальной социализации;
- улучшение репродуктивного здоровья населения путем разработки адресных мер помощи нуждающимся;
- создание стимулов для повышения уровня рождаемости путем постепенного перехода от преимущественно малодетного (один ребенок) к среднететному (два-три ребенка) типу репродуктивного поведения семей;
- создание условий для самореализации молодежи;
- регулирование иммиграционных потоков в целях создания с их помощью эффективного механизма замещения естественной убыли населения Российской Федерации (особенно в Сибири и на Дальнем Востоке), а также достижения соответствия их объемов, направлений и состава интересам социально-экономического развития страны.

#### **Контрольные вопросы**

1. Дать определение понятиям: Медико-биологические основы безопасности, здоровье, болезнь, больные лица, физическое, психическое и соматическое здоровье, индивидуальное, групповое и общественное здоровье, нравственность и нравственное здоровье.
2. Предмет изучения медико-биологических основ, какова цель данной дисциплины?
3. Основные задачи медико-биологических основ безопасности.
4. Взаимосвязь здоровья населения и состояния окружающей его среды.
5. Как происходит переход от состояния здоровья к болезни? Критерии болезни. Критерии здоровья.
6. Классификация общепринятых показателей здоровья. Показатель индивидуального здоровья. Показатели общественного здоровья. Показатели индивидуального здоровья
7. Основные факторы физического здоровья человека.
8. Основные факторы психологического здоровья
9. Перечислите основные компоненты нравственного здоровья личности
10. Факторы, влияющие на здоровье
11. Назовите основные последствия воздействия факторов окружающей среды на организм человека.

12. Перечислите последствия неблагоприятного демографического развития России
13. Получите индивидуальное задание от преподавателя по подготовке краткой справки о состоянии демографии населения России в заданный период/демография по регионам/состояниях заболеваемости и смертности/рождаемости.

## Глава 2.

### ЗАКОНОМЕРНОСТИ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА К РАЗЛИЧНЫМ УСЛОВИЯМ

2.1. Закономерности адаптации организма человека к различным условиям

2.2. Общие принципы и механизмы адаптации

2.3. Общие меры повышения устойчивости организма

2.4. Гомеостаз

Контрольные вопросы

---

#### 2.1. Закономерности адаптации организма человека к различным условиям

.....

**Адаптация** – наследственно приобретенный процесс активного приспособления человека к окружающей среде, направленный на обеспечение, сохранение и продолжение нормальной жизнедеятельности в условиях данной среды.

.....

Под адаптацией понимают все виды приспособительной деятельности, которые обеспечиваются определенными физиологическими реакциями, происходящими на клеточном, органном, системном и организменном уровне. Защитно-приспособительные реакции регулируются рефлекторным и гуморальным путем, причем главная роль в этих реакциях принадлежит высшей нервной деятельности.

Приспособление может осуществляться за счет биологических и вне биологических механизмов и заканчиваться состоянием полной адаптированности к условиям среды, т. е. состоянием здоровья, в противном случае - болезнью.

К биологическим механизмам относят изменения морфологических, физиологических, поведенческих реакций человека. В тех случаях, когда биологических механизмов недостаточно,

возникает необходимость во вне биологических механизмах. Тогда человек приспосабливается к новым условиям окружающей среды, либо изолируясь от них с помощью одежды, технических сооружений, соответствующего питания, либо преобразовывая среду таким образом, чтобы ее условия стали для него благоприятными.

Адаптация имеет большое значение для организма человека, так как позволяет ему не только приспосабливаться к значительным изменениям в окружающей среде, но и активно перестраивать свои физиологические функции, поведение в соответствии с этими изменениями, иногда и опережая их. Проблема адаптации приобрела огромное практическое значение в настоящее время, когда человек осваивает новые территории, работает на глубине (под землей, под водой), в условиях высокогорья, в космосе, когда происходят интенсивное изменение окружающей среды и ее загрязнение продуктами человеческой деятельности, требующие напряжения адаптационных сил организма.

Следует учитывать, что отсутствие раздражителей или их низкий уровень могут приводить к снижению адаптационных возможностей организма и резистентности - устойчивости, сопротивляемости организма воздействию внешних факторов. Так, отсутствие светового раздражителя может привести к снижению функции зрительного анализатора, звукового - к снижению слухового анализатора. Отсутствие речевого воздействия (врожденная глухота) делает человека немым. Человек, постоянно обеспеченный жилищем, одеждой, другими благами цивилизации, оторванный от природы, защищенный от ее раздражающих и повреждающих факторов, попадая в эти условия, тяжелее переносит действие различных факторов окружающей среды. Вследствие урбанизации, автоматизации и механизации производственных процессов в настоящее время значительная часть населения находится в состоянии гиподинамии, испытывает мышечный голод, что приводит к детренированности организма, отрицательно влияет на состояние сердечно-сосудистой системы и т.д.

Неблагоприятные изменения в здоровье человека могут возникать значительно быстрее при воздействии на организм вредных и опасных факторов среды (радиация, физические и нервно- психические перегрузки, шум, химические соединения и пр.), к которым в процессе эволюции еще не выработались защитно-приспособительные механизмы. Социально обусловленные элементы окружающей среды (жилище, питание, материальная обеспеченность, уровень образования и культуры, социально-правовое положение и др.), так же как и

природные факторы, влияя на здоровье, могут повышать или снижать его уровень. Так, работа с большими физическими нагрузками приводит к увеличению объема вдыхаемого воздуха, увеличивая поступление вредных веществ из воздуха ингаляционным путем. Утомление, переутомление снижают резистентность организма. В процессе адаптации осуществляется перестройка различных функций организма, обеспечивающих его приспособление к возрастающим физическим, химическим, психоэмоциональным и другим воздействиям.

Организм человека, представляя собой саморегулирующуюся систему, обладает определенными возможностями адаптации, обеспечивающими при изменении среды способность поддерживать физиологические функции на свойственном им уровне. Вступающие в действие адаптационные и компенсаторные механизмы повышают при этом резистентность физиологических систем, активируя либо понижая их реактивность. Диапазон адаптационных возможностей человека достаточно широк, хотя и не беспределен. В связи с этим при воздействии на человека ОВПФ ответная реакция организма может характеризоваться как функциональными сдвигами в диапазоне нормальных колебаний функции (с учетом тренируемости), так и предпатологическими и патологическими изменениями, определяющими развитие заболевания.

Вызывать необходимую адаптационную реакцию можно различными методами и средствами: чаще всего используются биокорректоры и биостимуляторы растительного и животного происхождения (экстракт элеутерококка, аралии, женьшеня и т.п.; пантокрин, пантогематоген и др.): в последнее время широко применяются постоянное и переменное магнитные поля, электромагнитное поле крайне высокой частоты (КВЧ), низкоэнергетический лазер, цветное излучение, звуковое воздействие; широко используется прерывистая нормобарическая гипокситерапия.

Благодаря развитию адаптационных реакций организма при контакте с внешней средой сохраняются относительные константы количественно-качественных особенностей организма. Адаптация происходит на уровне функциональных систем (ФС) и определяется их способностью обеспечивать достижение оптимального результата поддержания динамического равновесия.

Действующий фактор (на каждый данный момент) определяет включение доминирующей функциональной системы, необходимой в плане выживаемости или адаптации к внешней среде. Изменение состояния внутренней среды является пусковым моментом в

формировании функциональных систем различного уровня: метаболического, гомеостатического, поведенческого, социального (у человека). Необходимый результат действия (адаптивный результат) определяет характер и направление адаптационных механизмов.

Метаболический адаптивный результат – это результат деятельности метаболических, молекулярных процессов в организме, необходимых для образования полезных продуктов жизнедеятельности отдельных органов и тканей и продуктов, подлежащих удалению. Метаболические адаптационные процессы регулируются конечным метаболическим продуктом (активация или торможение).

Гомеостатические адаптивные результаты – это показатели (уровень питательных веществ, газовый состав, pH, температура, уровень гормонов, медиаторов и т.д.) жидких сред организма: крови, лимфы, межтканевой жидкости. Совокупность этих показателей составляет динамическую внутреннюю среду организма.

Поведенческие адаптивные результаты возникают при активном воздействии живого организма на внешнюю среду для удовлетворения метаболических потребностей. Поведенческим результатом может быть и избегание неблагоприятного фактора.

Социальные (у человека) адаптивные результаты представлены результатами учебной, производственной, культурной, общественной деятельности. Отклонения параметра (-ов) внутренней среды при взаимодействии с внешней средой определяют ведущую метаболическую потребность (доминирующую потребность), которая строит поведенческий акт для удовлетворения этой потребности (оптимальные параметры внутренней среды).

Каждый конечный метаболический результат определяется как предконечный результат на уровне ФС гомеостатического уровня (жидкие среды организма), т.е. до процессов межтканевого обмена веществ. Постоянство обмена веществ обеспечивается механизмами поддержания относительной устойчивости «предрезультатов» показателей состояний крови, лимфы и межтканевой жидкости.

В настоящее время во внешней среде зарегистрировано 4 млн. токсических веществ, и ежегодно их количество возрастает на 6000; в организм человека попадает около 100 тыс. ксенобиотиков; каждый четвертый житель Земли страдает аллергией и аутоиммунными заболеваниями; более 80% болезней обусловлено экологическим напряжением. Нельзя так же забывать про новые вирусы, которые привели человечество к условиям пандемии в 2020гг. Самое серьезное следствие загрязнения биосферы заключается в генетических

последствиях: уже сейчас известно более 2500 видов нарушений здоровья, локализованных на геномном и хромосомном уровнях; 10% новорожденных имеют отклонения от нормального развития; около 50% генофонда европейского населения из-за экологического напряжения не воспроизводится в следующем поколении. Социальная неустроенность, неуверенность в завтрашнем дне, моральная угнетенность, психофизиологическое напряжение, стрессы – расцениваются в качестве ведущих факторов риска, отрицательно воздействующих на здоровье человека и способствующих появлению новых болезней.

Критерием устойчивости человека в таких условиях являются характеристики здоровья населения и его интегральный показатель – продолжительность жизни.

При анализе влияния окружающей среды на здоровье человека приоритетное значение придается факторам риска, непосредственно ведущим к возникновению заболеваний. Устранение или ослабление отрицательного воздействия факторов окружающей среды в ряде случаев достигается с помощью инженерно-технических мер и средств, систем жизнеобеспечения, адаптации, в том числе и социальной.

Большой интерес представляют внешние раздражители. К ним относятся физические, химические, биологические, психогенные и другие факторы контактирующих с человеческим организмом объектов окружающей среды - температура, влажность, подвижность и химический состав воздуха, шум, вибрация, электромагнитное излучение, состав воды, пищи и др.

Основные константы гомеостаза (кислотно-основное равновесие, артериальное и внутричерепное давление, тепловое равновесие, газообмен и пр.) поддерживаются сложными механизмами саморегуляции, в которых участвуют нервная, эндокринная и другие системы, многочисленные экстеро- и интерорецепторы, баро- и хеморецепторы, реагирующие на изменения внутренней и внешней среды организма. С точки зрения биофизики саморегуляцию можно рассматривать как реакцию системы, открытой по отношению к внешней среде, т.е. свободно обменивающейся с последней энергией и веществом. При этом динамическое равновесие процессов притока и оттока вещества и энергии обеспечивает необходимый уровень стабильного состояния живой системы, постоянство внутренней среды и различных градиентов на ее границе, определяющих нормальное функционирование в данных условиях клеток, органов, систем и организма в целом.

При отклонении параметров факторов окружающей среды от оптимальных уровней механизмы саморегуляции начинают функционировать с напряжением, и для поддержания гомеостаза в процесс включаются механизмы адаптации.

## **2.2 Общие принципы и механизмы адаптации**

С момента рождения, организм попадает в совершенно новые для себя условия и вынужден приспособить к ним деятельность всех своих органов и систем. В дальнейшем, в ходе индивидуального развития, факторы, действующие на организм, непрерывно видоизменяются, что требует постоянных функциональных перестроек. Таким образом, процесс приспособления организма к климатогеографическим, а также к производственным, социальным условиям представляет собой универсальное явление.

Существуют два типа приспособлений к внешним факторам. Первый заключается в формировании определенной степени устойчивости к данному фактору, способности сохранять функции при изменении силы его действия. Это адаптация по типу толерантности (выносливость) - пассивный путь адаптации. Второй тип приспособления - активный. С помощью особых специфических адаптивных механизмов организм человека компенсирует изменения воздействующего фактора таким образом, что внутренняя среда остается относительно постоянной. Происходит адаптация по резистентному (сопротивление, противодействие) типу.

Поскольку в организме человека существует множество полезных приспособительных результатов, обеспечивающих различные стороны его жизнедеятельности, работа целого организма строится из совокупной деятельности многих функциональных систем:

- показатели внутренней среды (уровень питательных веществ, кислорода, температуры, кровяное давление и др.);
- результаты поведенческой деятельности, удовлетворяющие основные биологические потребности организма (пищевые, питьевые, половые и др.);
- результаты социальной деятельности человека, обусловленные общественным и индивидуальным опытом, положением в обществе, удовлетворяющие его социальные потребности.

Функциональная система (рис. 3) включает в себя рецепторные образования, являющиеся датчиками, оценивающими величину регулируемого показателя. Она имеет центральный аппарат – структуры мозга, анализирующие поступающие сигналы, принимающие решение и программирующие ожидаемый результат. Наконец, в функциональной системе действуют исполнительные

механизмы – периферические органы, реализующие поступающие команды.

Кроме того, в системе есть обратная связь, которая информирует центр об эффективности деятельности исполнительных механизмов и о достижении конечного результата. Взаимодействуя, различные функциональные системы составляют в конечном счете слаженно работающий организм. Причем наблюдается доминирование той или иной функциональной системы, имеющей в данный момент наиболее важное значение для организма.

Биологический смысл адаптации состоит в установлении и поддержании гомеостаза, позволяющего существовать в измененной внешней среде.

Помимо специфики фактора (влияние на те или иные процессы в организме), зависящей от его физико-химической природы, характер воздействия на организм и реакция на него со стороны организма человека во многом определяются интенсивностью фактора, его "дозировкой". Количественное влияние условий среды определяется тем, что такие факторы как температура воздуха, наличие в нем кислорода и других жизненно важных элементов, в той или иной дозе необходимы для нормального функционирования организма, тогда как недостаток или избыток того же фактора тормозит жизнедеятельность. Количественное выражение фактора, соответствующее потребностям организма и обеспечивающее наиболее благоприятные условия для его жизни, рассматривают как оптимальное.

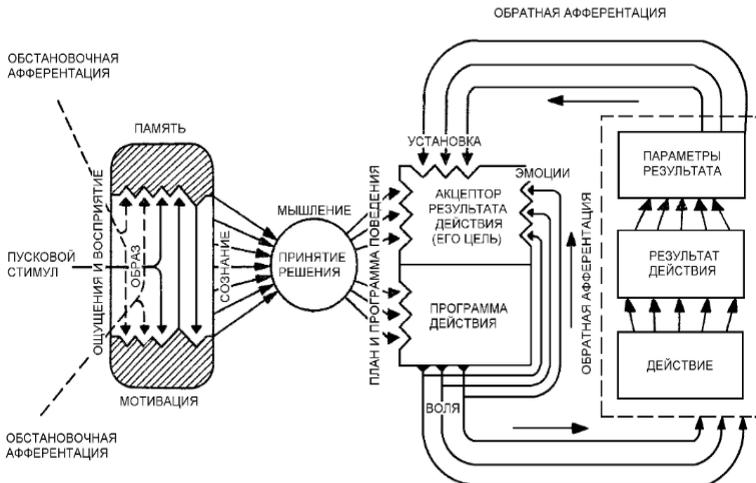


Рис.3. Функциональная система человеческого организма

Специфические адаптивные механизмы, свойственные человеку, дают ему возможность переносить определенный размах отклонений фактора от оптимальных значений без нарушения нормальных функций организма. Диапазон между этими двумя значениями называется пределами толерантности (выносливости), а кривая, характеризующая зависимость переносимости от величины фактора, называется кривой толерантности.

Зоны количественного выражения фактора, отклоняющегося от оптимума, но не нарушающего жизнедеятельности, определяются как зоны нормы. Таких зон две, соответственно отклонению от оптимума в сторону недостатка дозировки фактора и в сторону его избытка. Дальнейший сдвиг в сторону недостатка или избытка фактора может снизить эффективность действия адаптивных механизмов и даже нарушить жизнедеятельность организма. При крайнем недостатке или избытке фактора, приводящем к патологическим изменениям в организме, выделяют зоны пессимума (причинять вред, терпеть ущерб). Наконец, за пределами, этих зон количественное выражение фактора таково, что полное напряжение всех приспособительных систем оказывается малоэффективным. Эти крайние значения приводят к летальному исходу, за пределами этих значений жизнь невозможна.

Адаптация к любому фактору связана с затратой энергии. В зоне оптимума адаптивные механизмы не нужны и энергия расходуется только на фундаментальные жизненные процессы, организм находится в равновесии со средой. При выходе значения фактора за пределы оптимума включаются адаптивные механизмы, требующие тем больше энергозатрат, чем дальше значение фактора отклоняется от оптимального. Нарушение энергетического баланса организма, наряду с повреждающим действием недостатка или избытка фактора, ограничивает диапазон переносимых человеком изменений.

Если внешние условия в течение достаточно длительного времени сохраняются более или менее постоянными, либо изменяются в пределах определенного диапазона вокруг какого-то среднего значения, то жизнедеятельность организма стабилизируется на уровне, адаптивном по отношению к этому среднему, типичному состоянию среды. Смена средних условий во времени или пространстве влечет за собой переход на другой уровень стабилизации (сезонные, температурной адаптации и др.).

Г. Селье, подошедший к проблеме адаптации с новых позиций, назвал факторы, воздействие которых приводит к адаптации, стресс-факторами. Другое их название - экстремальные факторы, т.е.

необычные факторы окружающей среды, оказывающие неблагоприятное влияние на общее состояние, самочувствие, здоровье и работоспособность человека. Причем это могут оказывать не только отдельные воздействия на организм, но и измененные условия существования в целом (например, переезд человека с юга на Крайний Север). Он же установил четыре стадии фазового течения.

Срочная, включающая стресс. Под термином "стресс" (напряжение) понимаются неспецифические психофизиологические проявления адаптивной активности при действии любых, значимых для организма факторов. Примерами проявления срочной адаптации являются: пассивное увеличение теплопродукции в ответ на холод, рост легочной вентиляции и минутного объема кровообращения в ответ на недостаток кислорода.

Формирование долговременной адаптации - переходная фаза к устойчивой адаптации. Она характеризуется формированием функциональных систем, обеспечивающих управление адаптацией к возникшим новым условиям.



**Рис.4.** Классификация факторов как причин профессиональных стрессов.

Основными условиями долговременной адаптации являются последовательность и непрерывность воздействия экстремального фактора. По существу, она развивается на основе многократной реализации срочной адаптации и характеризуется тем, что в результате постоянного количественного накопления изменений организм приобретает новое качество - из неадаптированного превращается в

адаптированный. Такова адаптация к недостижимой ранее интенсивной физической работе (тренировка), развитие устойчивости к холоду, теплу и т.д.

Истощение, которое может развиваться в результате сильного и длительного воздействия экстремальных факторов. При сильном и длительном стрессе такое воздействие может привести к болезни или смерти.

Процесс индивидуальной адаптации обеспечивается формированием изменений в организме, нередко носящих характер предпатологических или даже патологических реакций. Эти изменения, как следствие общего стресса или напряжения отдельных физиологических систем представляют собой своеобразную "цену адаптации".

Если уровни воздействия факторов окружающей среды выходят за пределы адаптационных возможностей организма, и адаптация переходит в четвертую стадию - стадию истощения, включаются дополнительные защитные механизмы. Это механизмы компенсации, противодействующие возникновению и прогрессированию патологического процесса, т.е. ответные силы организма на изменения окружающей среды в зависимости от степени этих изменений качественно различны и колеблются от физиологически оптимальных до патологических.

Таким образом, если адаптация обеспечивает гомеостаз в условиях здоровья, то компенсация - это борьба организма за гомеостаз в измененных условиях - условиях болезни. Если воздействие факторов среды на организм количественно превышает уровень нормы адаптации организма, то он теряет способность в дальнейшем адаптироваться к среде, так как возможность перестройки структурных связей системы исчерпана.

В естественных условиях обитания организм человека всегда подвержен влиянию сложного комплекса факторов, каждый из которых выражен в разной степени относительно своего оптимального значения. В природе сочетание всех факторов в их оптимальных значениях - явление практически невозможное. Это означает, что в естественных условиях организм всегда затрачивает какую-то часть энергии на работу адаптивных механизмов. Важно и то, что при комплексном воздействии между отдельными факторами устанавливаются особые взаимоотношения, при которых действие одного фактора в какой-то степени изменяет (усиливает, ослабляет и т.п.) характер воздействия другого. Например, тренировка к физическим нагрузкам вызывает устойчивость к гипоксии

(кислородному голоданию), и наоборот, тренировка к гипоксии создает устойчивость к большим мышечным нагрузкам.

Важен не только качественный критерий фактора, но и режим воздействия этого фактора на организм. Реакция организма значительно возрастает, если фактор воздействует не в виде непрерывного сигнала, а дискретно, т.е. с определенными интервалами. Этот прерывистый характер воздействия широко используется в практике при выработке адаптации к холоду, гипоксии, физическим нагрузкам и т.п.

### **2.3 Общие меры повышения устойчивости организма**

Самое главное условие для поддержания устойчивого гомеостаза организма, а следовательно, и механизма адаптационных процессов, - гармонизация жизнедеятельности человека со средой его обитания. Поэтому управлять адаптацией, способствовать повышению выносливости своего организма - эту цель должны ставить перед собой люди. Одно из необходимых условий для этого - своевременное и рациональное питание. Недостаточность или избыточность питания и нарушение соотношений питательных веществ в рационе питания сказываются на деятельности организма, снижают его сопротивляемость и, следовательно, способности к адаптации. Благоприятные условия труда и отдыха, в том числе режим сна и бодрствования, отдыха и труда - также необходимое условие нормального функционирования организма.

Особую роль играет физическая активность. Она формирует нервные механизмы управления, активизирует взаимодействие организма с внешней средой, способствует развитию организма в целом. Движение - обязательный компонент работы всех анализаторов, оно необходимо для получения информации, развития психики. Особенности двигательной деятельности делают ее средством повышения тренированности обмена веществ, достаточно экономичной траты энергии в покое, способности организма наиболее совершенно утилизировать кислород, усиления функционирования ферментативных систем. Резистентность как результат физической активности обусловлена также повышением координации и более тонкой регуляцией в деятельности систем кровообращения, дыхания и т.д. Все эти механизмы в значительной мере являются неспецифическими. Благодаря их наличию облегчается становление адаптационных реакций по отношению к широкому спектру факторов.

Жизнь современного человека весьма мобильна, и в обычных условиях его организм непрерывно адаптируется к целому комплексу природно-климатических и социально-производственных факторов.

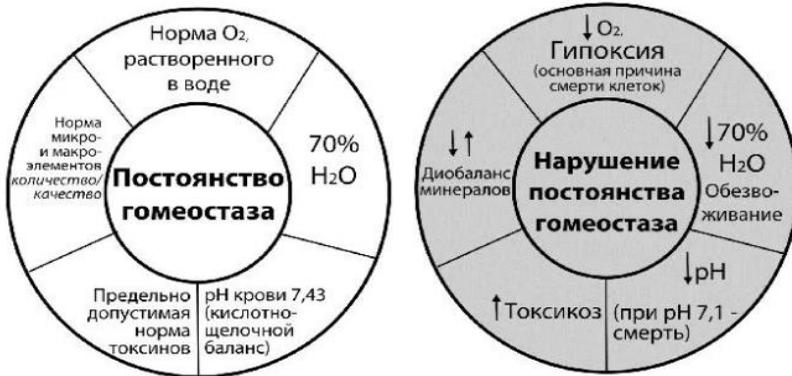
"Цена адаптации" зависит от дозы воздействующего фактора и индивидуальных особенностей организма. Доза воздействия и переносимость зависят от наследственных - генетических - особенностей организма, продолжительности и силы (интенсивности) воздействия фактора. Стресс из звена адаптации может при чрезмерно сильных воздействиях среды трансформироваться в развитие разнообразных заболеваний.

Разработка и применение методов и средств повышения неспецифической и специфической устойчивости организма, его адаптационных возможностей, а также разработка методов и средств, повышающих компенсаторные возможности организма к действию чрезмерных, выходящих за пределы адаптационных возможностей, уровней и концентраций повреждающих факторов среды, приведет к улучшению жизнедеятельности организма.

#### 2.4. Гомеостаз

Каждый биологический объект находится в постоянном взаимодействии с окружающей средой. При не слишком длинных временах рассмотрения биологического объекта его состояние можно считать стационарным, т.е. характеризующимся относительным постоянством окружающей среды организма и устойчивостью основных физиологических функций. Это состояние называется гомеостазом.

.....  
 Иными словами, **гомеостаз** – (др.-греч. ὁμοιοστάσις от ὁμοιος «одинаковый, подобный» + στάσις «стояние; неподвижность») — саморегуляция, способность открытой системы сохранять постоянство своего внутреннего состояния посредством скоординированных реакций, направленных на поддержание динамического равновесия. Стремление системы воспроизводить себя, восстанавливать утраченное равновесие, преодолевать сопротивление внешней среды.  
 .....



**Рис.5.** Признаки нарушения и постоянства гомеостаза

*Гомеостатические системы обладают следующими свойствами:*

- Нестабильность системы: тестирует, каким образом ей лучше приспособиться.
- Стремление к равновесию: вся внутренняя, структурная и функциональная организация систем способствует сохранению баланса.
- Непредсказуемость: результирующий эффект от определённого действия зачастую может отличаться от того, который ожидался.

*Примеры гомеостаза у млекопитающих:*

- Регуляция количества микронутриентов и воды в теле — осморегуляция. Осуществляется в почках.
- Удаление отходов процесса обмена веществ — выделение. Осуществляется экзокринными органами — почками, лёгкими, потовыми железами и желудочно-кишечным трактом.
- Регуляция температуры тела. Понижение температуры через потоотделение, разнообразные терморегулирующие реакции.
- Регуляция уровня глюкозы в крови. В основном осуществляется печенью, инсулином и глюкагоном, выделяемыми поджелудочной железой.
- Регуляция уровня основного обмена в зависимости от пищевого режима.

Важно отметить, что, хотя организм находится в равновесии, его физиологическое состояние может быть динамическим. Во многих организмах наблюдаются эндогенные изменения в форме циркадного, ультранианного и инфранианного ритмов. Так, даже находясь в гомеостазе, температура тела, кровяное давление, частота сердечных сокращений и большинство метаболических индикаторов не всегда

находятся на постоянном уровне, но изменяются в течение времени (в определённом ограниченном интервале).

Для нас наибольший интерес представляют внешние раздражители – факторы окружающей среды, контактирующие с человеческим организмом – температура, влажность, химический состав воздуха, воды, пищи, шум, психогенные факторы и др. Постоянство состава, физико-химических и биологических свойств внутренней среды организма человека является не абсолютным, а относительным и динамическим; оно постоянно коррелируется в зависимости от изменения внешней среды и в результате жизнедеятельности организма. При отклонении параметров окружающей среды от оптимальных уровней механизмы саморегуляции начинают функционировать с напряжением, и для поддержания гомеостаза в процесс включаются механизмы адаптации.

#### *Гомеостаз кровеносной системы*

Одним из важнейших физико-химических параметров внутренней среды организма является кислотно-щелочное равновесие. Соотношение водородных и гидроксильных ионов во внутренней среде зависит от содержания в жидкостях организма (в крови, плазме, тканевой жидкости) кислот - донаторов протонов и буферных оснований - акцепторов протонов. Обычно активную реакцию среды оценивают по иону  $H^+$ . Величина рН (концентрация водородных ионов в крови) является одним из самых стабильных физиологических показателей и колеблется у человека в узких пределах - от 7,32 до 7,45. Сдвиг рН на 0,1 за эти пределы приводит к значительным нарушениям деятельности сердца, а более существенное отклонение (0,3) может быть опасным для жизни. От соотношения водородных и гидроксильных ионов в значительной мере зависит активность ряда ферментов, проницаемость мембран, процессы синтеза белка и т. д. В организме имеются различные механизмы, обеспечивающие поддержание кислотно-щелочного равновесия. Во-первых, это буферные системы крови и тканей (карбонатный, фосфатные буферы, тканевые белки). Буферными свойствами обладает и гемоглобин, он связывает углекислоту и противодействует ее накоплению в крови. Сохранению нормальной концентрации водородных ионов способствует и деятельность почек, поскольку значительное количество метаболитов, имеющих кислую реакцию, выводится с мочой. Представим ситуацию, при которой перечисленные механизмы оказываются недостаточными (например, при усиленной физической работе). Концентрация углекислоты в крови увеличивается, происходит некоторый сдвиг рН в кислую сторону. Сигналы об этом

поступают в продолговатый мозг, где находится дыхательный центр, а оттуда по центробежным нервам передаются импульсы к межреберным мышцам, дыхание углубляется и учащается, усиливается легочная вентиляция, что приводит к понижению содержания углекислоты и нормализации концентрации водородных ионов.

На этом примере отчетливо проявляется общий принцип гомеостатических реакций: отклонение от исходного уровня - сигнал - включение регуляторных механизмов по принципу обратной связи - коррекция изменения (нормализация).

#### *Гомеостаз эндокринной системы*

Эндокринная система играет важную регуляторную роль в организме. Гормоны, выделяемые железами внутренней секреции, оказывают влияние на различные стороны обменных процессов, обеспечивающих гомеостаз. Активность этих желез определяется внутренними и внешними факторами. При изменении условий среды (температура, свет, физическая нагрузка и др.) их активность может изменяться в соответствии с потребностями организма.

Для сохранения гомеостаза необходимо уравнивание функциональной активности железы с концентрацией гормона, находящегося в циркулирующей крови. В случае возрастания концентрации гормона выше нормы для данного организма деятельность железы, в которой он образуется, ослабляется. Если же уровень гормона ниже, чем необходимо организму в данных условиях, активность железы усиливается. Такое влияние может осуществляться путем непосредственного действия гормона на продуцирующую его железу. У ряда желез регуляция устанавливается не прямо, а через гипоталамус и переднюю долю гипофиза. Так, при повышении в крови уровня тиреоидного гормона угнетается тиреотропная (возбуждающая щитовидную железу) функция гипофиза и уменьшается активность щитовидной железы. Бывают случаи, когда в организме усиливается активность щитовидной железы (гиперфункция), повышается основной обмен, усиливаются окислительные процессы, но отрицательная обратная связь не возникает, гипофиз перестает реагировать на избыток гормона щитовидной железы и не тормозит ее активность. В результате развивается отклонение от нормы - тиреотоксикоз. При уменьшении продукции тиреоидных гормонов уровень их в крови становится ниже потребностей организма, возбуждается деятельность гипофиза, усиливается продукция тиреотропного гормона и выделение тиреоидного гормона возрастает. По такому же принципу осуществляется регуляция коры

надпочечников гипофизарным аденокортикотропным гормоном, половых желез - гонадотропными гормонами гипофиза. Взаимоотношения гипофиза и зависимых от него желез основаны на принципе отрицательной обратной связи, восстанавливающей гомеостаз. В свою очередь, гипофиз находится под контролем гипоталамической области, где выделяются особые активирующие гипофиз факторы. Высшим центром регуляции эндокринных функций является подбугорная область (гипоталамус), которая располагается в основании мозга. Именно здесь происходит интеграция нервных и эндокринных элементов в общую нейроэндокринную систему. В этом небольшом участке мозга насчитывается около 40 ядер – скоплений нервных клеток. С одной стороны, гипоталамус - высший центр вегетативной нервной системы, контролирующей вегетативные функции по типу нервной регуляции: здесь находятся центры поддержания температуры тела, голода, жажды, водно-солевого обмена и половой активности. Вместе с тем, есть особые клетки в некоторых ядрах гипоталамуса, которые, имея характерные особенности нейронов, обладают и железистыми функциями, продуцируя нейрогормоны. Нейрогормоны, попадая с кровью в переднюю долю гипофиза, регулируют выделение тропных гормонов гипофиза. Особенно большую активность проявляет область гипоталамуса при стресс-реакции, когда мобилизуются все силы для отражения нападения, бегства или другого выхода из трудно преодолимой ситуации. Подбугорная область образует с гипофизом единый структурный и функциональный комплекс. При экспериментальном разъединении этой связи путем перерезки гипофизарной ножки у животных почти полностью прекращается продукция гипофизом тройных гормонов. В результате развиваются тяжелые расстройства эндокринной системы. Особенность нервной регуляции состоит в быстроте наступления ответной реакции, причем эффект ее проявляется непосредственно в том месте, куда поступает по соответствующей иннервации этот сигнал; реакция кратковременна. В эндокринной системе регуляторные влияния связаны с действием гормонов, разносимых с кровью по всему организму; эффект действия длительный и не имеет локального характера. Например, гормоны щитовидной железы стимулируют окислительные процессы во всех тканях. Объединение в гипоталамусе нервных и эндокринных механизмов регуляции позволяет осуществлять сложные гомеостатические реакции, связанные с регуляцией висцеральных функций организма. Понятно, что управление такими функциями должно обеспечиваться гормонами,

обеспечивающими длительное и распространенное воздействие. Отдельные группы нейросекреторных клеток продуцируют гормоны, не регулирующие активность других желез, а непосредственно влияющие на определенные органы. Например, антидиуретический гормон стимулирует процесс обратного всасывания воды в почечных канальцах, что приводит к образованию вторичной мочи. При недостатке питьевой воды секреция этого гормона увеличивается, способствуя задержке воды в организме. При длительной жажде этого оказывается недостаточным. Концентрация воды в клетках и осмотическое давление изменяются. Включаются нервные механизмы регуляции: через хеморецепторы в центральную нервную систему поступают импульсы о начинающемся нарушении водно-солевого гомеостаза. На основании этого возникает очаг возбуждения в коре головного мозга (мотивационное возбуждение), и действия животного начинают направляться на устранение отрицательной эмоции, возникает поведенческая реакция, при этом активизируются слуховые, обонятельные, зрительные рецепторы в комплексе с двигательными центрами, направляющими движения животного. Некоторые периферические эндокринные железы не испытывают прямой зависимости от гипофиза, и после его удаления их активность практически не изменяется. Это панкреатические островки, продуцирующие инсулин и глюкагон, мозговая часть надпочечников, эпифиз, вилочковая железа (тимус), околотитовидные железы. Особое положение в эндокринной системе занимает зубная железа (тимус). В ней вырабатываются гормоноподобные вещества, которые стимулируют образование особой группы лимфоцитов, и устанавливается взаимосвязь между иммунными и эндокринными механизмами.

### **Контрольные вопросы**

1. Дать определение понятиям: Адаптация, гомеостаз.
2. Классификация факторов как причин профессиональных стрессов.
3. Общие меры повышения устойчивости организма
4. Признаки нарушения и постоянства гомеостаза
5. Объясните, что такое гомеостаз на примере гомеостаза кровеносной и эндокринной систем.
6. Расскажите о периодах развития адаптации.
7. Какую роль играет физическая активность в повышении выносливости организма?

### **Глава 3.**

## **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА В СИСТЕМАХ «ЧЕЛОВЕК-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СРЕДА»**

- 3.1. Человек как элемент системы «человек - производственная среда»
- 3.2. Совместимость элементов системы «человек - производственная среда»
- 3.3. Опасные и вредные производственные факторы
- 3.4. Управление факторами среды
- 3.5. Медико-биологическая характеристика особенности воздействия на организм человека факторов окружающей среды.
  - 3.5.1. Метеорологические условия (микроклимат)
  - 3.5.2. Виброакустические факторы
  - 3.5.3. Неионизирующие излучения
  - 3.5.4. Излучения оптического диапазона
  - 3.5.5. Ионизирующее излучение
  - 3.5.6. Химические факторы
  - 3.5.7. Пыль
  - 3.5.8. Биологические факторы
  - 3.5.9. Психофизиологические факторы
- 3.6. Оценка реакций организма на воздействие опасных и вредных производственных факторов
  - 3.6.1. Виброакустические факторы. Общая характеристика и основные методы оценки реакций организма
  - 3.6.2. Реакции организма человека на воздействие промышленного ультразвука
  - 3.6.3. Профессиональная тугоухость
  - 3.6.4. Вибрационная болезнь
  - 3.6.5. Неионизирующие излучения. Излучения оптического диапазона
  - 3.6.6. Реакции организма человека на воздействие излучения видимого диапазона
  - 3.6.7. Действие на организм человека электромагнитных, магнитных, электрических полей и электрического тока
  - 3.6.8. Биохимические, биофизические и иммунобактериологические показатели реакции организма человека на воздействие ионизирующего излучения
  - 3.6.9. Физические перегрузки. Профессиональные заболевания сенсомоторной системы
  - 3.6.10. Температурные опасные и вредные производственные факторы. Контрольные вопросы

---

### **3.1. Человек как элемент системы «человек - производственная среда»**

Под системой понимается такая совокупность элементов, взаимодействие между которыми адекватно целям, стоящим перед системой. Бинарная система «человек - производственная среда» многоцелевая. Одна из целей, стоящих перед данной системой – безопасность, т. е. нанесение ущерба здоровью человека. Естественно, что каждая система имеет и некоторую чисто технологическую цель, связанную с достижением определенного, наперед заданного результата. Перед создателями систем стоит сложная задача согласования целей и устранения возможных противоречий между ними.

В рамках данного изложения рассматриваются условия обеспечения только одной цели – безопасности. Достижение безопасности системы «человек - производственная среда» возможно только в том случае, если будут системно учтены особенности каждого элемента, входящего в эту систему.

Для того чтобы исключить отрицательные последствия взаимодействия внешней среды и организма, необходимо обеспечить определенные условия функционирования системы «человек - производственная среда». Характеристики человека относительно постоянны. Элементы внешней среды поддаются регулированию в более широких пределах. Следовательно, решая вопросы безопасности системы «человек - производственная среда», необходимо учитывать прежде всего особенности человека.

Человек в системах безопасности выполняет тройную роль:

- является объектом защиты;
- выступает средством обеспечения безопасности;
- сам может быть источником опасностей.

Таким образом, звенья системы «человек - производственная среда» органически взаимосвязаны.

В обеспечении безопасности тех или иных систем участвуют многие группы специалистов: научные работники, конструкторы, проектировщики, эксплуатационные работники и др. Формируя безопасность, эти группы в то же время могут порождать опасности своими возможными ошибками, допускаемыми при принятии решений. Чтобы система «человек - производственная среда» функционировала эффективно и не приносила ущерба здоровью человека, необходимо обеспечить совместимость характеристик среды и человека.

### 3.2. Совместимость элементов системы «человек - производственная среда»

Антропометрическая совместимость предполагает учет размеров тела человека, возможности обзора внешнего пространства, положения (позы) работника в процессе работы. При решении этой задачи определяют объем рабочего места, зоны досягаемости для конечностей работника, расстояние от работника до его места локации труда и др. Сложность обеспечения этой совместимости заключается в том, что антропометрические показатели у людей разные. Сиденье, удовлетворяющее человека среднего роста, может оказаться крайне неудобным для человека низкого или очень высокого..

Для более правильного использования антропометрических данных человека при проектировании машин применяют метод соматографии или метод моделирования. Соматография – это рабочий метод, заключающийся в конструировании схематических изображений человеческого тела в разных положениях во взаимосвязи с теми операциями, которые он должен выполнять. Моделирование – это метод, в основе которого лежит использование объемных или плоских моделей человеческой фигуры.

Обстоятельно вопросы антропометрии рассматриваются в эргономике, изучающей законы оптимизации рабочих условий.

Биофизическая совместимость подразумевает создание такой окружающей среды, которая обеспечивает приемлемую работоспособность и нормальное физиологическое состояние человека. Эта задача стыкуется с требованиями безопасности.

Особое значение имеет терморегулирование организма человека, которое зависит от параметров микроклимата.

Биофизическая совместимость учитывает требования организма к виброакустическим характеристикам среды, освещенности и другим физическим параметрам.

Энергетическая совместимость предусматривает согласование органов управления машиной с оптимальными возможностями человека в отношении прилагаемых усилий, затрачиваемой мощности, скорости и точности движений.

Силовые и энергетические параметры человека имеют определенные границы. Для приведения в действие сенсомоторных устройств (рычагов, кнопок, переключателей и т. п.) могут потребоваться очень большие или чрезвычайно малые усилия. И то и другое плохо. В первом случае человек будет уставать, что может привести к нежелательным последствиям в управляемой системе. Во

втором случае возможно снижение точности работы системы, так как человек не почувствует сопротивления рычагов.

Возможности двигательного аппарата представляют определенный интерес при конструировании защитных устройств и органов управления. Сила сокращения мышц человека колеблется в широких пределах. Например, номинальная сила кисти в 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.

Информационная совместимость имеет особое значение в обеспечении безопасности.

В сложных системах человек обычно непосредственно не управляет физическими процессами. Зачастую он удален от места их выполнения на значительные расстояния. Объекты управления могут быть невидимы, неосязаемы, неслышимы. Человек видит показания приборов, экранов, мнемосхем, слышит сигналы, свидетельствующие о ходе процесса. Все эти устройства называют средствами отображения информации (СОИ). При необходимости работающий пользуется рычагами, ручками, кнопками, выключателями и другими органами управления, в совокупности образующими сенсомоторное поле. СОИ и сенсомоторные устройства – так называемая модель машины (комплекса). Через нее человек и осуществляет управление самыми сложными системами.

Чтобы обеспечить информационную совместимость, необходимо знать характеристики сенсорных систем организма человека.

Социальная совместимость предопределена тем, что человек – существо биосоциальное. Решая вопросы социальной совместимости, учитывают отношения человека к конкретной социальной группе и социальной группы к конкретному человеку.

Социальная совместимость органически связана с психологическими особенностями человека. Поэтому часто говорят о социально-психологической совместимости, которая особенно ярко проявляется в экстремальных ситуациях в изолированных группах. Но знание этих социально-психологических особенностей позволяет лучше понять аналогичные феномены, которые могут возникнуть в обычных ситуациях в производственных коллективах, в сфере обслуживания и т. д.

Технико-эстетическая совместимость заключается в обеспечении удовлетворенности человека от общения с техникой, цветового климата, от процесса труда. Для решения многочисленных и

чрезвычайно важных технико-эстетических задач эргономика привлекает художников-конструкторов, дизайнеров.

Психологическая совместимость связана с учетом психических особенностей человека. В настоящее время уже сформировалась особая область знаний, именуемая психологией деятельности. Это один из разделов безопасности жизнедеятельности.

Проблемы аварийности и травматизма на современных производствах невозможно решать только инженерными методами. Опыт свидетельствует, что в основе аварийности и травматизма лежат не только инженерно-конструкторские дефекты, но и организационно-психологические причины: низкий уровень профессиональной подготовки по вопросам безопасности, недостаточное воспитание, слабая установка специалиста на соблюдение безопасности, допуск к опасным видам работ лиц с повышенным риском травматизации, пребывание людей в состоянии утомления или других психических состояниях, снижающих надежность (безопасность) деятельности специалиста.

Психологией безопасности рассматриваются психические процессы, психические свойства и особенно подробно анализируются различные формы психических состояний, наблюдаемых в процессе трудовой деятельности. Особенности психики обусловлены такие явления, - встречающиеся у некоторых людей, как боязнь замкнутых (клаустрофобия) или открытых (агорафобия) пространств.

Неблагоприятное влияние среды обитания и внутренней среды человека может приводить к нарушению его здоровья в виде болезни.

В настоящее время существует множество болезней, названия которых имеются в Международной классификации болезней X пересмотра (МКБ-X), прошедших апробацию во Всемирной организации здравоохранения. Существует понятие о заболеваемости как о медико-статистическом показателе распространенности совокупности отдельного или многих заболеваний. Массовое распространение заболеваний, превышающее контрольные цифры, называется эпидемией.

Фактор окружающей среды может быть фактором риска, т.е. компонентом этиологии, который хотя и важен для развития и прогрессирования заболевания, но сам по себе в отсутствие других условий (например, генетической предрасположенности) не способен вызвать заболевание у конкретного человека.

Одним из важнейших элементов методологии гигиенической диагностики является оценка риска неблагоприятного влияния факторов среды на здоровье человека. *Риск (здоровью)* по

рекомендации ВОЗ определяется как ожидаемая частота нежелательных эффектов, возникающих от воздействия загрязнителей. Они могут быть в воздухе, воде, почве, продуктах питания, различных материалах - строительных, упаковочных изделиях, например, полимерных материалах.

Риск определяется обычно как потенциальный (возможный), а не неизбежный, т.е. не обязательно реализуемый и, как правило, устранимый.

.....  
**Фактор риска** - это фактор любой природы (наследственный, экологический, производственный, фактор образа жизни и др.), который при определенных условиях может провоцировать или увеличивать риск развития нарушений состояния здоровья.

.....  
 Оценка риска проводится по двум направлениям, во-первых, по риску загрязнения среды обитания и, во-вторых, по риску для здоровья человека.

Потенциальный риск среды обитания по степени ее непригодности для человека может быть проведен путем сравнения фактических параметров вредных факторов (химических соединений, пыли, излучений и пр.) с установленными законом гигиеническими нормативами (ГН), предельно допустимыми уровнями (ПДУ), предельно допустимыми концентрациями (ПДК) в воздухе, воде, почве, строительных и других материалах, продуктах питания и т.д. Сведения о риске для здоровья могут быть использованы при эксплуатации предприятий, контакте человека с различными материалами и пр.

Алгоритм действий состоит из определения вредных факторов среды обитания (химических, физических, биологических), которые могут быть неблагоприятны для здоровья человека, и их источников. Следующий этап заключается в оценке экспозиции вредного фактора на организм человека. Обязательно должны быть подвергнуты анализу пути их поступления (контакта) в организм и характеристика населения (женщины, мужчины, дети, подростки, пенсионеры, работники и их профессии и др.). Кроме того, необходимо получить и проанализировать данные о состоянии здоровья населения. Они могут быть представлены материалами физического развития (вес, рост и пр.), жалобами, обращаемостью за медицинской помощью, заболеваемостью с временной утратой трудоспособности, профессиональной и (если есть) экологически обусловленной заболеваемостью, инвалидностью, смертностью.

Адекватнее всего неблагоприятное воздействие вредных и опасных факторов регистрируется в виде изменений показателей заболеваемости населения, основой которой является снижение адаптационных возможностей организма человека. Получаемые сведения о риске здоровью необходимы, прежде всего, административным учреждениям, которые имеют право принимать соответствующие решения по оздоровлению среды обитания человека и улучшению его здоровья.

В настоящее время оценка риска здоровья работников проводится в соответствии с "Гигиеническими критериями оценки и классификации условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса". Критерии риска, условия труда классифицируются на основе двух составляющих: вредный производственный фактор, физиологическая реакция и здоровье работника.

Оптимальные условия труда (класс 1) - отсутствие риска для населения и работника. При этом отсутствуют вредные производственные факторы, либо они ниже величин, безопасных для жизнедеятельности. В этом случае сохраняется здоровье и высокий уровень работоспособности трудящихся.

Допустимые условия труда (класс 2) - отсутствие риска для работника. При этом параметры вредных производственных факторов и трудового процесса не превышают ПДК, ПДУ и ГН. В этом случае изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время отдыха или к началу следующей рабочей смены, а также не предвидятся изменения в состоянии здоровья работников и их потомства в ближайшем и отдаленном периодах.

Вредные условия труда (класс 3) - риск есть. При этом вредные производственные факторы превышают ПДК, ПДУ, они оказывают неблагоприятное воздействие на здоровье работников и его потомства. Они по степени выраженности подразделяются на четыре степени вредности третьего класса.

Степень 1 (3.1) - риск есть. Вредные производственные факторы выше ПДК, ПДУ, ГН вызывают функциональные изменения, которые не восстанавливаются к началу следующей смены и увеличивают риск повреждения здоровья.

Степень 2 (3.2) - риск есть. Вредные производственные факторы, вызывая стойкие функциональные изменения, приводят в большинстве случаев к увеличению производственно обусловленной заболеваемости (повышение уровня заболеваемости с временной

утратой трудоспособности); к заболеваниям наиболее уязвимых органов и систем для данных вредных производственных факторов, к появлению начальных признаков или легких (без потери профессиональной трудоспособности) форм профессиональных заболеваний после продолжительного контакта (экспозиции) - часто после 15 лет стажа и более.

Степень 3 (3.3) - риск есть. При этом уровни вредных производственных факторов таковы, что, как правило, приводят к развитию профессиональных заболеваний легкой и средней степени тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности), росту производственно-обусловленной заболеваемости.

Степень 4 (3.4) - риск есть. При этом вредные производственные факторы приводят к развитию тяжелых форм профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности), значительному росту производственно-обусловленной заболеваемости (включая заболеваемость с временной утратой трудоспособности).

Опасные (экстремальные) условия труда (класс 4) - риск есть и для здоровья, и для жизни. При этом уровни вредных производственных факторов при их воздействии в течение рабочей смены или ее части создают угрозу для жизни, возникновения острых профессиональных поражений в том числе в тяжелой форме.

По завершении оценки риска все полученные данные и рекомендации передаются органам, отвечающим за управление риском, которые с учетом экономических, политических, социальных и других мотивов разрабатывают методы предотвращения или снижения риска, устанавливают при необходимости динамический контроль за уровнем рисков, экспозицией и состоянием здоровья населения.

При гигиенической диагностике воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения важную роль играют компьютерные системы сбора и анализа данных о качестве окружающей среды и состоянии здоровья населения. В целях динамического слежения за совокупностью факторов, способных влиять на здоровье человека, Федеральным законом от 30.03.1999 N 52-ФЗ (ред. от 24.07.2023) "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" на территории России введен социально-гигиенический мониторинг. Это государственная система наблюдения, анализа, оценки и прогноза состояния здоровья населения и среды обитания человека, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья человека и воздействием факторов среды обитания.

При проведении социально-гигиенического мониторинга ведутся следующие наблюдения:

- за состоянием здоровья человека, средой обитания, включая биологические, химические, физические, социальные и иные факторы;
- за природно-климатическими факторами, источниками антропогенного воздействия на окружающую среду;
- за радиационной обстановкой;
- за состоянием охраны и условий труда;
- за структурой и качеством питания, безопасностью пищевых продуктов и др.

Мониторинг осуществляется:

- наблюдением за показателями здоровья населения и состояния среды обитания человека;
- сбором, хранением, обработкой и систематизацией полученных наблюдений;
- использованием всех информационных данных структурными подразделениями, учреждениями федеральных органов исполнительной власти.

Проведение социолого-гигиенического мониторинга обеспечивает:

- установление факторов, оказывающих вредное воздействие на человека, и их оценку;
- прогнозирование состояния здоровья населения и среды его обитания;
- определение мероприятий и подготовку решений по предупреждению, устранению и уменьшению воздействия вредных и опасных факторов среды обитания на здоровье населения;
- информирование населения и властные органы о результатах социально-гигиенического мониторинга.

Такая система функционирует на федеральном уровне, уровне субъектов Российской Федерации (республика, край, область, автономный округ, автономная область, города Москва и Санкт-Петербург) и местном уровне (город, район).

Данные социально-гигиенического мониторинга являются основой для идентификации возможных вредных и опасных факторов и получения убедительных доказательств связей среда-здоровье с установлением количественных значений риска возникновения и развития определенных заболеваний.

В современной медицине, как правило, основное внимание уделяется негативному компоненту здоровья, т.е. болезни. Не определяется количество здоровья, а констатируется факт его утраты.

По тяжести возможные влияния на здоровье подразделяются на катастрофические (безвременная смерть, уменьшение продолжительности жизни, инвалидизация, задержка умственного развития, врожденные уродства), тяжелые (дисфункция органов и систем организма, дисфункция возрастного развития, поведенческие дисфункции) и неблагоприятные (изменение массы тела, обратимая дисфункция органов и систем и др.).

Основными количественными показателями здоровья являются уровень физического развития и его гармоничность; функциональное состояние основных органов и систем (кровообращения, дыхания и др.); резистентность организма по отношению к неблагоприятным факторам окружающей среды (оценивается по частоте и длительности заболеваний за определенный период). Кроме того, используется еще один критерий - уровень производственно-обусловленной заболеваемости. Это такая заболеваемость, которая увеличивается с ростом стажа работы в неблагоприятных условиях.

При гигиенической (донозологической) диагностике основное внимание уделяется выявлению предболезненных состояний. Цель этой диагностики - оценка состояния адаптационных систем, раннее выявление напряжения или нарушения адаптационных механизмов, которые в дальнейшем могут привести к болезни. Преморбидные состояния отмечаются у относительно большого числа "практически здоровых" людей: у 27% обследованных выявляется напряжение механизмов адаптации, у 25,8% - не-удовлетворительная адаптация, а у 8,9% - срыв адаптации.

Профилактику нарушений состояния здоровья человека можно осуществлять разными путями. Первичная (радикальная) профилактика направлена на причину того или иного заболевания. Большинство гигиенических мероприятий, включая гигиеническое нормирование воздействия факторов окружающей среды, предусматривают либо полное устранение вредного и опасного факторов, либо снижение их воздействия до безопасных уровней, что является главными целями первичной профилактики заболеваний.

Цель вторичной профилактики - раннее выявление препатологических состояний, тщательное медицинское обследование внешне

здоровых людей, Подвергавшихся воздействию неблагоприятных факторов или имеющих повышенный риск развития тех или иных заболеваний. Вторичная профилактика включает в себя индивидуальные или групповые мероприятия, направленные на повышение резистентности организма, обучение работников и в целом

населения приемам безопасной работы и жизни в неблагоприятных условиях среды обитания.

Третичная профилактика (реабилитация) - это комплекс мер по предотвращению осложнений, которые могут возникнуть в ходе уже развившегося заболевания. Это наименее эффективный способ профилактики. Известно, что оздоровление образа жизни и окружающей среды снижает заболеваемость и смертность на 20-50%, а только лечебное вмешательство снижает эти показатели лишь на 10%.

### **3.3. Опасные и вредные производственные факторы**

Опасные и вредные производственные факторы подразделяются на четыре группы.

Группа физически опасных и вредных производственных факторов (26 подгрупп) включает: движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования, передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; повышенную пыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенную и пониженную температуру воздуха рабочей зоны; повышенный уровень вибрации; повышенный уровень ультразвука; повышенное или пониженное барометрическое давление в рабочей зоне и его резкое изменение; повышенную или пониженную влажность воздуха; повышенную или пониженную подвижность воздуха; повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне; опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; повышенный уровень статического электричества; повышенный уровень электромагнитных излучений; повышенную напряженность магнитного поля; отсутствие или недостаток естественного света; недостаточную освещенность рабочей зоны; повышенную яркость света; пониженную контрастность; прямую и отраженную блескость; повышенную пульсацию светового потока; повышенный уровень ультрафиолетовой радиации; повышенный уровень инфракрасной радиации.

Группа химически опасных и вредных производственных факторов по характеру воздействия на человека подразделяется на 6 подгрупп: общетоксические вещества, действующие на центральную нервную систему, кровь и кроветворные органы (сероводород, ароматические углеводороды, оксиды углерода и др.); раздражающие вещества, действующие на слизистые оболочки глаза, носа, гортани, кожный покров (пары щелочей и кислот, оксиды азота, аммиак, ди- и триоксиды серы и др.); sensibilizing вещества, которые после относительно непродолжительного воздействия на организм вызывают повышенную чувствительность к ним, т.е. быстро развиваются

реакции, вызывающие кожные заболевания, астматические явления, болезнь крови (ртуть, альдегиды, ароматические нитро-, нитрозо- и аминсоединения и др.); канцерогенные вещества, приводящие к развитию злокачественных (раковых) опухолей (продукты перегонки нефти, сажа, деготь и др.); мутагенные соединения, вызывающие нарушение наследственного аппарата человека, отражающиеся на его потомстве (соединения свинца, ртути, оксид этилена и др.); вещества, влияющие на репродуктивную функцию (ртуть, свинец, стирол, радиоактивные вещества и др.).

Эта группа факторов делится на три подгруппы:

- действующие через дыхательные пути;
- через пищеварительную систему;
- через кожный покров.

Группа биологически опасных и вредных производственных факторов включает биологические объекты, воздействие которых на работающих вызывает травмы или заболевания: микроорганизмы (бактерии, вирусы, мицелиальные грибы) и макроорганизмы (растения и животные).

Группа психофизиологически опасных и вредных производственных факторов по характеру действия подразделяется на перегрузки

-физические (статические, динамические, гиподинамия)  
и нервно-психические (умственное перенапряжение, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

Закон относительной заменяемости и абсолютной незаменимости экологических факторов – отсутствие абсолютно необходимого для жизни фактора невозможно заменить другими экологическими факторами, но относительный недостаток или избыток одних ЭФ может быть компенсирован оптимумом других экологических факторов. Например, отсутствие воздуха нельзя возместить другими факторами, но нахождение в атмосфере с пониженным парциальным давлением кислорода переносится лучше при наличии достаточного количества воды, тепла и витаминизированной пищи.

Сочетание воздействия разных факторов окружающей среды оказывает заметное влияние на оптимальные условия существования человека.

При комплексном влиянии факторов наблюдаются эффекты усиления (потенцирование), ослабления (антагонизм), изменения, замещения и суммации воздействий (таблица 2)

Таблица 2

## Комплексное воздействие вредных факторов среды на организм человека

Высокая влажность воздуха	Низкая влажность воздуха	Пылегазовые композиции	Вредные химические вещества	Тяжелый физический труд	Недостаток кислорода
Усиление, а затем уменьшение потогонения, нарушение терморегуляции, при тяжелой физической нагрузке – тепловый удар	Усиление потогонения до 5-8 л/сут, нарушение терморегуляции	Повышает электрозаряженность пыли и может приводить к пылевым взрывам	Усиление токсичности для многих летучих ядов: паров бензина, ртути, оксидов азота и др.	В сочетании с высокой влажностью воздуха – развитие теплового удара	Усиление гипоксии, обмороки, выраженное напряжение компенсаторно-приспособительных реакций
Переохлаждение организма, резкое снижение реакции на ацидоз (мышечная слабость) и сонливость. При влажности воздуха около 100%, температуре 0°С, длительной штилевой погоде и высокой концентрации продуктов сгорания твердого и жидкого топлива (SO <sub>2</sub> , сажа, NOx и CO) формируется «лондонский смог». При температурах ниже минус 30°С, полном штиле, высокой влажности воздуха и наличии мощных источников загрязнения атмосферы образуется «ледяной смог»	При низких температурах сухой воздух снижает теплопотери ввиду плохой теплопроводности. Чрезмерно сухой воздух (с относительной влажностью менее 20%) вызывает слизистую оболочку верхних дыхательных путей, вызывает трещины, инфицирован	Снижение электрозаряженности пыли. В цехах с высокой влажностью понижены температуры воздуха и окружающей поверхностей может приводить к конденсации паров и образованию тумана	Усиление токсичности для бензола, сероуглерода и др.	Дефицит тепла и переохлаждение	Длительное воздействие этих факторов приводит к отеку легких и головного мозга и летальному исходу

Продолжение табл.

Высокая влажность воздуха								Высокая температура воздуха	
Низкая влажность воздуха	Низкая влажность воздуха	Утяжеление частиц пыли и их оседания	Увеличивает опасность отравлений, особенно раздражающими газами. Сочетанное действие атмосферных загрязнений и относительной влажности выше 80% усиливает общетоксическое действие атмосферных загрязнений независимо от их агрегатного состояния, растворимости в концентрациях как на уровне порогов	Вредные химические вещества	Тяжелый физический труд	В сочетании с высокой температурой окружающей среды - развитие теплового удара. Физическая нагрузка в условиях высокой влажности воздуха усиливает общетоксическое действие атмосферных загрязнений	Недостаток кислорода	Экологический фактор	Высокая температура воздуха
Высокая влажность воздуха	Сочетание с повышенной температурой приводит к дискомфорту и неблагоприятным состояниям. Уменьшение выхода радиоактивных газов из почвы	Снижение электрозаряженности пыли	Усиление токсического эффекта ядов в результате роста парциального давления газов и паров в альвеолярном воздухе и ускоренного перехода их в кровь	Вредные химические вещества	Тяжелый физический труд	В сочетании с высокой температурой окружающей среды - развитие теплового удара. Физическая нагрузка в условиях высокой влажности воздуха усиливает общетоксическое действие атмосферных загрязнений	Недостаток кислорода	Экологический фактор	Высокая температура воздуха
Низкая влажность воздуха	Индивидуальная реакция каждого человека							Низкая температура воздуха	

Продолжение табл.

Низкая влажность воздуха	Пылегазовые композиции	Вредные химические вещества	Тяжелый физический труд	Недостаток кислорода
	Усиление движения в воздухе и уменьшение осаждения пыли	Усиливает воздействие оксида углерода, бензола, алкотолоидов азота. Ослабляет токсические действия озона	Нарушение работы дыхательной и сердечно-сосудистой систем, увеличение количества эритроцитов, кислородное голодание мозга, сокращение окислительных процессов в мышечных клетках	Гипоксия головного мозга – тяжесть в голове, головная боль, нарушение координации и движений, сонливость, психическое возбуждение (эйфория), сменяющиеся апатией, депрессией и др.
Относительно меньше количество вещества проникает в дыхательные пути. Пыли токсических веществ обладают раздражающими и воспалительным действием на кожу и слизистые	При соединении с мелкодисперсной пылью глубоко проникают в дыхательные пути. Пыли токсических веществ обладают раздражающими и воспалительным действием на кожу и слизистые	Усиление токсического действия свинца и ртути	Увеличение количества поступающего в организм. Ускорение отравления оксидом углерода в 2-3 раза	Более тяжелое протекание отравления, снижение защитных сил организма
				Высокая температура воздуха
				Высокая влажность воздуха
				Усиление, а затем уменьшение потогделения, нарушение терморегуляции, при тяжелой физической нагрузке – тепловой удар
				Высокое барометрическое давление

Экологический фактор	Высокая температура воздуха	Высокая влажность воздуха
Низкое барометрическое давление	Снижение артериального давления и скорости кровотока, как следствие, затрудняется дыхание, появляется тяжесть в голове, нарушается работа сердечно-сосудистой системы	
Вредные химические вещества	Усиление токсичности для многих летучих ядов: паров бензина, ртути, оксидов азота и др.	Увеличивает опасность отравлений, особенно раздражающими газами. Сочетанное действие атмосферных загрязнений и относительной влажности выше 80% усиливает общетоксичное действие атмосферных загрязнений независимо от их агрегатного состояния, растворимости в концентрациях как на уровне порогов хронического действия, так и вызывающих острое действие

### 3.4. Управление факторами среды

В последние годы медицинские аспекты изменения состояния окружающей среды приобретают все большее значение. Многие факторы окружающей среды физической, химической, биологической или социальной природы при значительном воздействии, выходящем за пределы приспособительных возможностей человека, становятся факторами риска тех или иных заболеваний. Поэтому разработка научных представлений о факторах риска и выявление значения конкретных факторов среды в возникновении и развитии отдельных заболеваний открывает новые перспективы в возможности профилактики массовых болезней (сердечно-сосудистых болезней, болезней нервной системы и др.).

Следует подчеркнуть, что биологическая реакция организма на многофакторные воздействия окружающей среды отличается значительной сложностью, объединяя в различной степени выраженные реакции многих органов и систем.

В зависимости от конкретных условий факторы окружающей среды могут оказывать на организм раздельное, комбинированное, комплексное или сочетанное действие. Раздельное действие характеризует влияние на организм какого-либо одного фактора. Действие нескольких, например химических веществ, одновременно поступающих в организм из какого-либо одного объекта окружающей среды, называется комбинированным действием.

Комплексное действие имеет место тогда, когда какое-то химическое вещество одновременно поступает в организм из различных объектов окружающей среды. Сочетанное действие наблюдается при одновременном влиянии на организм человека физических, химических и других факторов окружающей среды.

В настоящее время важное значение при выявлении факторов риска приобретает изучение влияния на здоровье населения, проживающего в непосредственной близости от промышленных предприятий, факторов малой интенсивности, действующих в условиях населенных мест или на производстве.

Именно установление гигиенического регламента призвано гарантировать безвредность факторов окружающей среды для здоровья.

Нормированием человечество занимается с момента своей осознанной деятельности. Благодаря нормированию существует возможность прогнозирования последствий отношений человека с окружающей действительностью, выбор оптимальных вариантов этих отношений, закрепление их в опыте и передача последующим поколениям.

Гигиеническое нормирование, в отличие от нормирования вообще, имеет целью создание условий, обеспечивающих сохранение, укрепление и приумножение здоровья людей, без которого немислимо их благополучие. Таким образом, оно непосредственно выходит на конечную, целевую, социально-биологическую ценность – здоровье человека и популяции.

Рассмотрим основные принципы нормирования.

1) Гарантийность. Гигиеническое нормирование и гигиенические нормативы должны гарантировать заданный уровень нормы организма (популяции) в настоящее время и в будущем.

Реализуется он в разработке предельно допустимых уровней (ПДУ) и концентраций (ПДК) абиотических факторов внешней среды.

2) Дифференцированность. Гигиеническое нормирование и гигиенические нормативы имеют определенное социальное предназначение. В зависимости от социальной ситуации для одного и того же фактора могут устанавливаться несколько количественных значений или уровней, а именно: оптимальный, допустимый, предельно допустимый, предельно переносимый и уровень выживания.

Конечно, желательно, чтобы гигиеническое нормирование и соответственно гигиенические нормативы во всех случаях гарантировали максимальный уровень нормы организма или максимум

здоровья. Однако социальная практика показывает, что нередко выполнить это требование общество не в состоянии.

3) Комплексность. Гигиеническое нормирование и гигиенические нормативы должны предусматривать возможность одновременного действия нескольких факторов среды как положительных, так и отрицательных. Величина норматива каждого из участвующих в этом действии факторов должна устанавливаться в зависимости от характера их взаимного влияния друг на друга и на организм в целом.

4) Динамичность. Гигиеническое нормирование должно предусматривать периодический пересмотр нормативов с целью уточнения и повышения способности к обеспечению заданного уровня здоровья.

5) Социально-биологическая сбалансированность. Гигиеническое нормирование должно быть таким, чтобы польза для здоровья от соблюдения норматива (а) и польза от продукта производства, к которому норматив относится (b), в своей сумме максимально превышали сумму ущерба здоровью, наносимого производством остаточной денатурацией среды (с), и ущерба здоровью (d), связанного с затратами на соблюдение норматива, уменьшающими возможность удовлетворения других потребностей общества:

$$(a + b) - (c + d) = \max.$$

Гигиенический контроль за факторами окружающей среды, условиями труда и быта осуществляется последовательно в несколько этапов.

Первый этап – разработка и обоснование гигиенических нормативов. На этом этапе с целью обоснования и разработки гигиенических нормативов проводятся гигиенические, санитарно-химические, токсикологические, патоморфологические, физиологические, клинико-функциональные исследования.

Второй этап – контроль за соблюдением гигиенических нормативов. По результатам наблюдения дается санитарно-гигиеническая характеристика качества окружающей среды.

Третий этап включает мероприятия по коррекции влияния факторов окружающей среды на организм. Часть мероприятий носит технический характер и связана с совершенствованием производства: внедрение безотходной технологии, автоматизация и механизация производственных процессов.

### **3.5. Медико-биологическая характеристика особенности воздействия на организм человека факторов окружающей среды.**

#### *Физические факторы*

Окружающая среда (среда обитания), в принципе, оказывает на человека одинаковое воздействие, независимо от того, кто это - ребенок, подросток, взрослый, старик, женщина, мужчина, работник или пенсионер. Ее составные части в некоторых случаях идентичны, хотя и могут быть различия. Так, природно-климатические и погодные условия среды одинаковы в данной местности (городе, селе) для всех. Но условия среды проживания, работы, отдыха могут иметь отличия в количестве и интенсивности конкретных средовых факторов, например, для работников производственной среды, отдыхающих в домах отдыха и проживающих в данном городском квартале.

Каждый из факторов среды по-своему влияет на здоровье человека, стимулируя его жизнедеятельность, а в критических случаях, оказывая неблагоприятное воздействие на его здоровье и даже создавая угрозу жизни. Как правило, факторы среды обитания влияют на человека не в единственном числе, а совместно, причем их конечный результат может выражаться как в усилении, так и ослаблении (взаимном гашении) эффекта воздействия.

Учитывая сказанное, медико-биологическая характеристика каждого из факторов окружающей среды и его влияния на человека анализируется с учетом его жизнедеятельности и на работе и в домашних условиях и на отдыхе.

В основу изложения материала положена классификация опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ), влияющих на человека, в которой можно выделить четыре основные группы: физические, химические, биологические и психофизиологические факторы.

Конкретные производственные условия характеризуются совокупностью негативных факторов, а также различаются по уровням вредных и опасных факторов и риску проявления их действия.

Это могут быть профессиональные, производственно обусловленные заболевания, травмы.

.....  
**Производственно-обусловленная заболеваемость** - это такая заболеваемость общими заболеваниями (дыхательной, сердечно-сосудистой, желудочно-кишечной и других систем и органов), причиной которых являются длительные воздействия вредных производственных факторов.

.....  
 Она регистрируется у работников с большим стажем работы в неблагоприятных условиях труда и может увеличиваться по мере работы в данных условиях, превышая показатели заболеваемости у

работников, занятых трудовой деятельностью в благоприятных условиях труда, примерно на 30%.

Производственно обусловленная заболеваемость может быть определена по трем, как минимум, показателям:

а) по уровню заболеваемости с временной утратой трудоспособности (по численности случаев и дней нетрудоспособности на 100 работников) и по средней длительности одного случая в днях;

б) по данным углубленных медицинских осмотров работников, например, численности имеющих и не имеющих различные заболевания;

в) данным обращаемости работников за медицинской помощью выдачи листка временной нетрудоспособности.

.....  
**Профессиональные заболевания (отравления)** - это такие заболевания, причинами которых являются вредные и опасные производственные факторы - физические, химические, психологические и биологические.

.....  
 Лечебно-профилактические учреждения (поликлиники, диспансеры, медико-санитарные части и др.) имеют право спрашивать у работника предварительный диагноз - подозрение на профессиональное заболевание.

Ущерб здоровью, нанесенный работнику профессиональным заболеванием, выплачивается фондом социального страхования страны, куда работник специально вносит соответствующие денежные суммы.

### **3.5.1. Метеорологические условия (микроклимат)**

Под ними подразумевается совокупность факторов атмосферных явлений: температуры, влажности, подвижности воздуха, атмосферного давления. Сюда же можно отнести инфракрасное излучение (тепло), ультрафиолетовое (солнечное) излучение, геомагнитное поле, ионизацию воздуха. В гигиеническом отношении метеорологические условия представляют собой комплекс физических факторов окружающей среды, влияющих на теплообмен организма и его тепловое состояние.

Метеорологические условия в основном определяются климатом и погодой. Под климатом подразумевается устоявшееся многолетнее состояние погоды, характерное для данной местности, обусловленное ее географическим расположением. Климат может быть холодным, умеренным и жарким.

Климатические условия учитываются при гигиенических рекомендациях по гражданскому (жилые здания, больницы, санатории и др.) и промышленному строительству, обеспечению рационального питания, одежды, обуви, режима труда и быта, предупреждению возникновения и обострения различных заболеваний.

Показатели, характеризующие климат, отражают долгосрочные процессы, поэтому они являются средними статистическими данными, характеризующими температуру, влажность воздуха, количество выпадающих осадков, атмосферное давление, розу ветров и их скорость, количество солнечного излучения, ясных и пасмурных дней, световой климат, длительность зимы, глубину промерзания почвы в течение многолетнего периода. В зависимости основных климатологических показателей и с учетом географического положения местности на земном шаре различают семь основных климатических поясов.

Существует несколько видов классификаций климата. Для строительных работ удобно классифицировать территорию страны по признаку средних температур января и июля, выделив четыре климатических района:

- I - холодный,
- II - умеренный,
- III - теплый,
- IV - жаркий.

Эта классификация учитывается при решении вопросов планировки и застройки населенных мест, ориентации зданий, толщины стен, расчета отопления, величины оконных проемов, глубины залегания водопроводных труб, озеленения и т.д.

В медицинской практике используется деление климата на щадящий и раздражающий. Щадящим принято считать теплый климат с малыми амплитудами температуры, со сравнительно небольшими годовыми, месячными и суточными колебаниями других метеорологических факторов. Щадящим, т.е. таким, который предъявляет минимальные требования к адаптационным физиологическим механизмам, является лесной климат средней полосы.

Раздражающий климат характеризуется значительной суточной и сезонной амплитудой колебаний метеорологических факторов, поэтому предъявляет используемым механизмам и приспособлениям повышенные требования. Раздражающим является холодный климат Севера, высокогорный и жаркий климат степей страны.

Различные сочетания компонентов метеорологических условий могут иметь негативные последствия в самочувствии и возникновении определенных заболеваний у человека, которые называют метеопатическими.

Жаркая безветренная погода с высокой влажностью воздуха вызывает напряжение терморегуляционных механизмов, поэтому физиологические изменения в организме могут привести к перегреву организма. Низкая температура, высокая влажность воздуха и сильный ветер могут привести к охлаждению организма и способствовать увеличению частоты легочных заболеваний, ангин, воспалительных заболеваний почек и др. При сочетании компонентов метеорологических факторов, приводящих к интенсивному переохлаждению (сильные морозы с ветром или относительно низкая температура воздуха и сырость), могут возникать отморожения, причем сочетание низкой температуры с сыростью ведет к отморожению нижних конечностей ("Траншейная стопа").

Погодные условия имеют значение в распространении инфекционных заболеваний. Например, в жаркие дни создаются условия, благоприятствующие возникновению пищевых отравлений микроорганизменного происхождения.

Одной из важнейших особенностей метеорологических условий следует считать их неустойчивость, постоянную изменчивость, независимую от воли человека. В этих случаях большинство здоровых людей с хорошо развитыми физиологическими приспособительными механизмами не отмечают в своем самочувствии или состоянии изменений, связанных с переменной погоды. Такие люди называются метеоустойчивыми или метеостабильными. Однако есть люди чувствительные к изменениям погоды. Это так называемые метеолабильные, или метеочувствительные люди. У большинства таких людей неблагоприятная погода вызывает ухудшение общего самочувствия, нарушение сна, чувство тревоги, головокружение, снижение работоспособности, быструю утомляемость. Резко меняется артериальное давление, ощущается боль в области сердца, часто снижается чувствительность к лекарственным препаратам.

Доказано, что неблагоприятная погода отрицательно сказывается на течении многих заболеваний сердечно-сосудистой системы, органов дыхания, эндокринной системы, пищеварительного тракта, кожных, глазных, нервно-психических заболеваний. Имеются данные об увеличении в связи с неблагоприятной погодой числа случаев недонашивания беременности, уличного и других видов травматизма, автокатастроф, убийств, самоубийств.

Неблагоприятные температурные условия (высокая или очень низкая температура) ухудшают условия труда на открытых площадках, например, рабочих-строителей, монтажников, лесорубов, сельскохозяйственных работников.

Реакции организма в ответ на воздействие микроклимата многообразны в своем проявлении. Но все они характеризуются общей чертой - возникают одновременно у многих людей, которых объединяет только метеорологическая обстановка. При этом более выраженная реакция наблюдается тогда, когда адаптационные ресурсы у людей снижены, например, вследствие сезонных колебаний ультрафиолетовой или витаминной обеспеченности организма, недостаточности питания, переутомления, различных заболеваний.

Производственным микроклиматом называется та совокупность частей метеорологических условий, которая может быть в данном производственном предприятии на данном рабочем месте.

Более сложной и ответственной является объективная оценка теплового самочувствия человека. С этой целью может быть использован расчетный метод определения теплового баланса основанный на сопоставлении величин теплопродукции и теплоотдачи в предполагаемых или реальных условиях.

Оценить микроклимат помещения и адекватность теплопотерь человека в данном помещении можно с помощью соответствующего расчета.

Воздействие неблагоприятного производственного микроклимата на состояние здоровья работников имеет особенности. Различают два вида патологических реакций на температурный дискомфорт: перегрев и охлаждение. В соответствии с этим различают охлаждающий, нагревающий и соответствующий нормативным требованиям (оптимальный и допустимый) производственный микроклимат.

.....  
**Охлаждающий микроклимат** - сочетание параметров микроклимата, при котором имеет место превышение суммарной теплоотдачи в окружающую среду над величиной теплопродукции организма, приводящее к образованию общего и/или локального дефицита тепла в теле человека ( $>0,87$  кДж/кг).

.....  
 В таких условиях, особенно в зимний период, трудятся миллионы работников. На открытом воздухе работают строители, лесозаготовители, рыбаки, железнодорожники, сельскохозяйственные работники. Много людей осуществляют трудовую деятельность в

недостаточно отапливаемых помещениях. В понятие охлаждающего микроклимата входят низкая температура, повышенные влажность и подвижность воздуха, отсутствие инфракрасного излучения. Организм человека в таких условиях интенсивно отдает тепло через контакт кожи с влагой воздуха, конвекционным путем через быстрый сьем теплого воздуха с кожных покровов и замену его холодным воздухом извне, а также непосредственно организмом, имеющим температуру выше температуры предметов.

Организм работника испытывает сильное напряжение, так как увеличение подвижности на  $1 \text{ м/с}$  повышает ощущение холода на  $1,5\text{-}2^\circ \text{C}$ .

Повышаются и сокращение периферических кровеносных сосудов, давление в малом кругу кровообращения, что ведет к увеличению воздействия на сердечную мышцу. У работников наблюдаются боли в теле, нервно-психические отклонения, появляется скованность движений, чувство тяжести одежды. Все это ведет к снижению работоспособности.

Если она от воздействия холода снижается более чем  $13\%$ , это уже представляет опасность для организма человека более  $80\%$  лиц, работающих на открытом воздухе в условиях охлаждающего микроклимата, имели соответствующие травмы. В большинстве своем это были обморожения ушей, носа и пальцев..

Процесс адаптации (привыкания организма) к холоду длительный. Под влиянием данного фактора могут развиваться профессиональные заболевания: облитерирующий эндартериит и вегетативно-сенсорная полиневропатия (ангионевроз) Облитерирующий эндартериит (перемежающаяся хромота) - это заболевание, причиной которого является сужение артериальных сосудов, чаще нижних конечностей. Больные жалуются на повышенную утомляемость ног, онемение пальцев стоп, боли в икроножных мышцах, ощущение холода конечностей, на ногах ослаблена пульсация артерий, отмечается бледность кожных покровов. В дальнейшем возможны изъязвления на коже и гангренозные изменения.

.....  
**Вегетативно-сенсорная полиневропатия (ангионевроз)** – это заболевание нервососудистого характера, возникающее чаще на руках и реже на ногах.

.....  
 Его ранним признаком служит повышенная зябкость пальцев, что сопровождается приступообразными болевыми ощущениями,

ползанием мурашек. Кожные покровы приобретают синеватый оттенок, становятся отечными. Наблюдается повышенная ранимость кожи пальцев, могут появиться язвенные процессы на кожных покровах. Заболевание обычно располагается на небольшом участке пораженной конечности и характеризуется периодами затухания и возобновления.

Мерами предотвращения отрицательного влияния охлаждающего микроклимата являются соблюдение рационального режима труда и периодического обогрева в отапливаемых помещениях, прекращение работы под открытым небом при установленных законом критических значениях температуры и подвижности воздуха для данной местности, применение теплой и непромокаемой спецодежды и спецобуви. В помещениях и кабинах должны быть устройства для их отопления, т.е. для поддержания соответствующих нормативам значений производственного микроклимата. С целью выявления ранних признаков заболеваний раз или два в год следует проводить медицинские осмотры работников. Заболевших целесообразно отстранить от работы в условиях холода и назначить лечение. Гражданин, поступающий на работу в условиях охлаждающего микроклимата, медицинской комиссией к данной работе не должен быть допущен, если он имеет хроническое заболевание сосудов и периферической нервной системы.

.....

**Нагревающий микроклимат** - сочетание параметров микроклимата, при котором имеет место нарушение теплообмена с окружающей средой, выражающееся в накоплении тепла в организме выше верхней границы оптимальной величины ( $>0,87$  кДж/кг) и/или увеличение доли потерь тепла испарением пота ( $>30\%$ ) в общей структуре теплового баланса, появлении общих или локальных некомфортных ощущений (слегка тепло, тепло, жарко).

.....

В этих условиях трудятся работники горячих цехов на металлургических, машиностроительных предприятиях, в промышленности строительных материалов, на пищевых производствах и все работники, чья трудовая деятельность протекает в жаркое время года под открытым небом.

В понятие нагревающего микроклимата входят повышенные температуры и влажность, отсутствие движения воздуха, наличие инфракрасного излучения (лучистого тепла).

Производственно обусловленная заболеваемость у работников в условиях нагревающего микроклимата представлена заболеваниями

основных систем организма работающего человека. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности у данных работников в полтора-два раза выше чем у лиц, работающих в помещениях с нормальным микроклиматом, особенно это относится к заболеваниям язвенной болезнью, органов дыхания, мочеполовой системы, по которым показатели заболеваемости на 30-50 превышают показатели у работников группы сравнения. Женский организм и организм подростков более чем мужской, чувствителен к воздействию нагревающего микроклимата.

Адаптация к нагревающему микроклимату происходит медленно, и лишь через год можно ожидать появление ее начальных признаков. Профессиональные причины производственных травм теплового и солнечного ударов различны.

Тепловой удар возникает у работников в тех помещениях, где имеет место резко нагревающий микроклимат, обусловленный прежде всего высокой температурой воздуха. Пострадавший жалуется на головную боль, головокружение, общую слабость, жажду, потемнение в глазах. Температура тела доходит до 38-39 °С, дыхание обычно учащается, как и пульс, возможна потеря сознания.

Солнечный удар наблюдается у работников под открытым небом и связан с воздействием интенсивного инфракрасного излучения на головной мозг. Клинические проявления примерно такие же, как при тепловом ударе с добавлением возможности наступления возбужденного состояния у пострадавшего и отсутствия повышения температуры тела. В обоих случаях требуется экстренная медицинская помощь.

Под воздействием нагревающего микроклимата может возникнуть такое профессиональное заболевание как перегрев, который проявляется как в виде теплового удара, так и в виде другой патологии - судорожного состояния. Последнее развивается в результате непрерывного обезвоживания организма работника. Судороги возникают в икроножных, бедренных мышцах, мышцах верхних конечностей. При осмотре пострадавшего наблюдаются сухость кожи, заостренные черты лица, учащенный пульс, сниженное кровяное артериальное давление и мочеиспускание. Больного необходимо отстранить от выполняемой работы и назначить лечение.

Катаракта (помутнение хрусталика) как профессиональное заболевание глаз развивается под воздействием инфракрасного излучения (лучистого тепла), которое создают расплавленные металлы и смеси. Катаракту можно также обнаружить у работников, имеющих контакт с лазерным, электромагнитным излучениями, некоторыми

химическими соединениями. Больные отмечают явление темных пятен в поле зрения и снижение его искажение контуров рассматриваемых предметов, "засвечивают" глаз при ярком свете. Только при медицинском осмотре врачом обнаруживается помутнение хрусталика.

**Профилактика.** Оценка параметров микроклимата в соответствии с приняты СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания". В этом документе изложены оптимальные и допустимые параметры микроклимата рабочих мест производственных помещений, тяжести и срока выполнения работы, периодов года и методы измерения.

Основные направления рекомендаций по оздоровлению условий труда следующие: совершенствование технологических процессов с учетом гигиенических требований, снижение интенсивности тепловых излучений, тепловыделений, влаговыделений от оборудования путем его герметизации, изоляции, устройства местных отсосов; совершенствование систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха; рациональные организация труда и размещение рабочих мест; организация физиологически обоснованных режимов труда и отдыха, питьевого режима; обеспечение работников индивидуальными средствами защиты.

В соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 в целях защиты от возможного перегревания или переохлаждения работников время пребывания на рабочих местах (непрерывно или суммарно за рабочую смену), не отвечающих допустимым значениям по показателям температуры воздуха, должно быть значительно ограничено. Предварительные, перед поступлением на работу, и периодические медицинские осмотры проводятся во избежание возникновения профессиональных и повышения уровня производственно обусловленных заболеваний. На работы, где имеется нагревающий микроклимат, нельзя принимать лиц с хроническими повторяющимися заболеваниями глаз, выражен вегетативно-сосудистой дистонией и катарактой (помутнение хрусталика глаза).

### **3.5.2 Виброакустические факторы**

**Вибрация.** Вибрация, шум, ультразвук и инфразвук по физической природе - механические колебания твердых тел, газов и жидкостей. Внедрение новых технологических приемо, механизация производственных процессов, мощности и скоростей перемещения и вращения оборудования его элементов, транспорта сопровождаются более интенсивным возникновением механических колебаний, а

значит, растет количество лиц, подвергающихся воздействию данного фактора.

В нормативных документах разных стран в качестве физического критерия приняты ускорение и колебательная частота.

В нашей стране скорость вибрации принята в качестве физического критерия при гигиеническом нормировании вибрации.

В настоящее время изучены распространение вибрации в зависимости от точки приложения колебаний (сидя, стоя) и возникающие при этом механические эффекты. Определены резонансные частоты между отдельными системами организма.

Пороги восприятия вибрации. Согласно современным представлениям вибрация воспринимается многочисленными механорецепторами, заложенными в коже, мышцах человека.

Пороги вибрационной чувствительности повышаются при охлаждении, ишемии и динамической нагрузке; повышается порог чувствительности и с возрастом. С увеличением стажа работы увеличиваются как абсолютные величины порогов вибрационной чувствительности, так и число лиц с нарушениями виброощущения. Постоянные сдвиги порогов вибрационной чувствительности. У работников со стажем работы 10 лет численно приблизительно равны временным сдвигам порогов практически здоровых лиц стажем до года при определении к концу рабочего дня.

Вибрация в зависимости от ее параметров может оказывать положительное, так и отрицательное влияние на отдельные и организм в целом. С физиотерапевтической целью вибрацию используют для улучшения питания кровообращения в тканях лечении некоторых заболеваний.

Вибрация в зависимости от ее параметров может оказывать положительное, так и отрицательное влияние на отдельные ткани и организм в целом.

Сопутствующие факторы, усугубляющие вредное воздействия вибрации на организм: чрезмерные мышечные нагрузки, шум высокой интенсивности (сочетание действия вибрации и шума способствует более ранним поражениям как органа слуха, так и других систем организма), охлаждающие метеорологические условия.

Длительное влияние вибрации, особенно в сочетании с комплексом других вредных производственных факторов, приводит вначале к функциональным, а потом и выраженным патологическим нарушениям в организме работников.

Влияние вибрации на организм человека. Вибрационная болезнь - это одно из наиболее часто встречающихся профессиональных

заболеваний. Оно может быть вызвано локальной общей производственной вибрацией, и характеризуется поражением нервной и сердечно-сосудистой систем и опорно-двигательного аппарата. Вибрационная болезнь от локальной вибрации возникает у тех работников, кто удерживает конечностями ручной механизированный инструмент или обрабатываемую деталь. Действие вибрации усугубляется физическими нагрузками и охлаждающим микроклиматом. В начале заболевания больные жалуются на онемение, чувство покалывания, ноющие боли в кистях, особенно по ночам. Во время работы эти неприятные ощущения проходят. Могут наблюдаться приступы побеления пальцев рук на холоде, особенно при повышенной влажности воздуха. Кисти, даже в теплом помещении, остаются холодными, влажными, по внешнему виду "мраморными" или синюшными. При продолжении работы с вибрацией приступы побеления пальцев учащаются, боли и онемения становятся постоянными. Снижается чувствительность на кистях к болевому и вибрационным раздражителям. Кожа рук становится грубой, утолщенной, деформируются ногти. Кисти и пальцы отекают. Появляются утомляемость, затем слабость в мышцах рук. Беспокоят боли в суставах рук, а при рентгенологическом исследовании в них выявляются изменения. При более выраженной степени вибрационной болезни нарушаются движения в руках, поражается центральная нервная система, развиваются спазмы как периферических, так и мозговых сосудов.

Вибрационная болезнь от воздействия общей вибрации может развиваться у работников на большегрузных автомобилях, тракторах, бульдозерах и других транспортных средствах, при работах на оборудовании, использующем вибрацию (при формовке изделий, дозировании, рассеве сырья и пр.). Общая вибрация в большей степени влияет на центральную нервную систему. Больных беспокоят головные боли, головокружения, утомляемость, раздражительность, шаткость при ходьбе, может быть повышение кровяного артериального давления. Позже развивается полиневропатия ног, а затем и рук. Проявляется заболевание онемением, зябкостью, "мурашками", болями в конечностях. Полиневропатия может сочетаться с развитием пояснично-крестцового радикулита, невралгии. В поздней стадии возможно поражение головного мозга (энцефалопатия). На производстве встречается комбинированное воздействие локальной и общей вибрации (например, у водителей транспортных средств). Женский организм более, чем мужской,

чувствителен к воздействию вибрации и реагирует на нее увеличением заболеваний половой сферы.

В начальной стадии болезни рекомендуется перевод на работу, не связанную с воздействием вибрации временно на срок 1,5-2 месс одновременным лечением. При выраженной вибрационной болезни больные нуждаются в постоянном трудоустройстве на работу, не связанную с воздействием вибрации, с тяжелой физической нагрузкой и неблагоприятными метеорологическими условиями. В далеко запущенных случаях заболевания больные нетрудоспособны.

Кроме того, возможно влияние вибрации на зрительный анализатор. Отмечаются нарушение цветного ощущения, изменение границ поля зрения. Снижается острота зрения при наблюдении за фиксированным объектом и за колеблющейся целью, а также способность чтения показаний приборов. В основе понижения остроты зрения лежит изменение колебательных движений глазного яблока, что ведет, в свою очередь, к нарушению точной фиксации объекта различения и смещению изображения на сетчатке. Максимум ухудшения остроты зрения на частотах 20-40 и 60-90 Гц объясняется увеличением амплитуды колебания глазного яблока вследствие возникновения резонансных колебаний.

Под воздействием вибрации возрастает потребление кислорода, которое коррелирует со степенью гипервентиляции и свидетельствует об увеличении энергетических затрат под ее влиянием, что объясняется возрастанием в организме окислительных процессов и увеличением мышечной работы, необходимой для поддержания равновесия и позы тела.

Наблюдаются изменения электрокардиограммы, частоты пульса и артериального давления, периферического и мозгового кровообращения.

Гигиеническое нормирование и профилактика. Основной путь борьбы с вредным влиянием вибрации на организм человека следует искать в конструировании нового, более совершенного оборудования с дистанционным управлением, а также в использовании виброизоляции машин с динамическими нагрузками и рабочих мест.

Гигиеническая оценка вибрации должна проводиться на стадии экспертизы нормативно-технической документации на новые технологические процессы, оборудование (в том числе закупаемое за рубежом), модернизированные ручные машины и опытные образцы. По результатам обследования дается экспертное заключение о необходимости проведения мероприятий по снижению неблагоприятного влияния вибрации.

В тех случаях, когда технические способы не обеспечивают достижения требований действующих нормативов, правильная организация режима труда, ограничение длительности воздействия вибрации, а также применение средств индивидуальной защиты способствуют ограничению ее вредного воздействия так же, как и регламентированные перерывы, и проведение комплекса процедур, предупреждающих вибрационную болезнь (водные процедуры, массаж, гимнастика).

В соответствии с СП 2.2.3670-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда" запрещается применение ручных инструментов, генерирующих уровни вибрации, более чем на 12 дБ превышающих ПДУ. Этим же документом предусмотрена защита временем работников в условиях применения ПДУ с обязательным применением СИЗ.

В виде нежелательных факторов звук является постоянным побочным эффектом работы механизмов и деятельности человека, воздействующим на рецепторы органа слуха. Ухо - это не только устройство для регистрации звука, оно неразрывно связано со структурами центральной нервной системы, играет ключевую роль в последующей передаче речи, а в целом - в понимании и осмыслении окружающего мира.

В настоящее время практически нет ни одной отрасли народно-го хозяйства или среды обитания человека, где шум не был бы в числе ведущих вредных факторов. Литейные и металлообрабатывающие производства, лесозаготовительные и строительные работы, добыча полезных ископаемых, текстильная и деревообрабатывающая промышленность - далеко не полный перечень производства, где шум превышает допустимые уровни. Уличный шум стал, к сожалению, обыденным явлением в городах, не говоря уже о среде искусства.

Источниками шума могут быть колебания, возникающие при соударении, трении, скольжении твердых тел, истечении жидкостей и газов. Источниками колебаний являются работающие станки, ручные механизированные инструменты (электрические и пневматические пилы, отбойные, рубильные молотки, перфораторы), электрические машины (генераторы, электродвигатели, турбины), компрессоры, кузнечно-прессовое оборудование, подъемно-транспортное, вспомогательное оборудование (вентиляционные установки, кондиционеры), лифты, транспортные средства (автомобили, поезда, самолеты), музыкальные инструменты и прочее. Интенсивный шум в результате развития утомления у работников приводит к снижению производительности труда от 2,5 до 16%.

.....  
 По физической сущности **шум** - это механические колебания частиц упругой среды.

.....  
 Физическое понятие о звуке охватывает как слышимые, так и неслышимые колебания упругих сред. Акустические колебания, лежащие в зоне от 16 Гц до 20 кГц, воспринимаемые человеком с нормальным слухом, называются звуковыми, т.е. шумом, с частотой ниже 16 Гц - инфразвуком, а выше 20 кГц - ультразвуком.

Звуковым волнам присущи определенные закономерности распространения во времени и пространстве. При распространении звуков любых частот имеют место обычные для всех типов волн явления отражения, преломления, дифракции и интерференции. В помещении фронт волны накапливается на его границах. При этом часть энергии передается через преграду (преломление), часть отражается обратно в помещении. Передаваемая энергия вызывает образование звукового поля с другой стороны преграды.

Источник звука внутри помещения образует звуковое поле, обусловленное его непосредственным звучанием и звуками, многократно отраженными от поверхностей ограждений. Звук в помещении не исчезает мгновенно с отключением источника, а продолжает отражаться от поверхностей, постепенно поглощаясь.

В производственных помещениях время реверберации должно быть предельно маленьким.

Если на пути распространения звуковая волна встречает препятствие, она может огибать его.

Ухо человека может воспринимать и анализировать звуки в широком диапазоне частот и интенсивностей.

Главным заболеванием, которое развивается у лиц, подвергшихся неблагоприятному влиянию шума, следует считать нейросенсорную тугоухость. Распространенность нейросенсорной тугоухости достаточно высока. По данным ВОЗ заболевание профессионального характера по частоте стоит на первом месте и встречается у 10-20% работников.

Воздействие звука высокой интенсивности вызывает притупление слуха. Обычно различают три вида притупления слуха в результате воздействия сильного шума:

- временное повышение порога слышимости (ВПП) - это кратковременное повышение порога, начиная с которого ухо слышит звуки, снижающееся затем до первоначального значения;

- устойчивое повышение порога слышимости (УПП) - долговременное следствие воздействия шума, когда потеря слуха не восстанавливается;

- акустическая травма, возникающая в результате одноразового, как правило, кратковременного воздействия чрезвычайно интенсивного шума, как, например, звука выстрела или взрыва.

.....  
**Порог слышимости** - минимальный уровень звука, который еще различим.

.....  
 Кроме патологических изменений можно выделить следующие проявления неблагоприятного воздействия шума на организм - снижение разборчивости речи, неприятные ощущения, развитие утомления. Снижение разборчивости (внятности) речи, профессионально значимое при многих видах деятельности, обусловлено эффектами звуковой маскировки голоса производственным шумом и тесно связано со спектральными характеристиками шума. Приобретает особую значимость то, что шум, являясь информационной помехой для высшей нервной деятельности в целом, оказывает неблагоприятное влияние на протекание нервных процессов и способствует развитию утомления, так как шум увеличивает напряжение физиологических функций в процессе труда.

В развитии профессиональной сенсоневральной тугоухости выделяют три стадии:

а) слуховую адаптацию - к концу смены слуховой порог возрастает на 10-15дБ, но через 3-5 приходит к норме;

б) слуховое утомление - к концу рабочей зоны слуховой порог возрастает на 15 дБ, а время функции анализатора затягивается до 1 ч;

в) тугоухость - шум с уровнем более 80 дБА довольно быстро вызывает снижение слуха и развитие тугоухости, начальные проявления которых встречаются у работников иногда при стаже работы до 5 лет.

Сроки возникновения сенсоневральной тугоухости следующие:

минимальный - 5-7 лет

средний - 10-12 лет

максимальный - от 15 лет и более

У лиц, систематически пребывающих в условиях воздействия интенсивного шума вначале появляются жалобы на головную боль, головокружение, шум в ушах, быструю утомляемость, раздражительность, общую слабость, ослабление памяти, понижение слуха. При медицинском осмотре наблюдаются дрожание (тремор)

пальцев, век, пошатывание, снижение коленных и локтевых рефлексов, неустойчивость пульса, повышение артериального давления. Могут быть отмечены нарушения функции желудка, обменных процессов.

Развитие тугоухости - процесс длительный и постепенный. Время протекания этого процесса различно и зависит от интенсивности, спектра, динамики изменения воздействия шума во времени, индивидуальной чувствительности к шуму. Снижение слуха на 10 дБ практически неощутимо, на 20 дБ едва заметно.

Только потеря слуха более чем на 20 дБ начинает серьезно мешать человеку, особенно когда к этому добавляются возрастные изменения слуха. Критерием установления профессиональной потери слуха является его потеря на оба уха: потеря слуха на 11-20 дБ в речевых частотах 50-2000 Гц и восприятие шепотной речи на расстоянии 4-5 м.

Описанная картина иногда называется "шумовой болезнью". В нее входят, как минимум, функциональные нарушения сердечно-сосудистой, центральной нервной и эндокринной систем организма и обязательно сенсоневральная тугоухость.

Гигиеническое нормирование и профилактика. Мероприятия по борьбе с шумом могут быть архитектурно-планировочными, технологическими, организационными и медико-профилактическими.

Основой всех правовых, организационных и технических мер по снижению производственного шума является гигиеническое нормирование его параметров с учетом влияния на организм.

В зависимости от частоты и нервно-психических нагрузок ПДУ шума колеблется от 50 до 80 дБА. При разработке новых технологических процессов, при проектировании, изготовлении, эксплуатации оборудования используются такие документы как ГОСТ 12.1.003-83 "ССБТ. Шум, общие требования безопасности".

Регламентированные дополнительные перерывы следует рекомендовать с учетом уровня шума, его спектра и наличия индивидуальных средств защиты. Отдыхать во время этих перерывов необходимо в специально оборудованных помещениях; в комнатах для приема пищи также должны быть оптимальные акустические условия (уровень звука не выше 50 дБА).

Для профилактики вредного действия шума лица, подвергающиеся его воздействию, подлежат обязательным предварительным, при приеме на работу, и периодическим медицинским осмотрам. При поступлении на работу противопоказаниями к приему являются стойкое снижение слуха,

хронические заболевания уха, нарушение функции вестибулярного аппарата и др.

Периодические осмотры работников шумных цехов проводят отоларинголог, невропатолог, терапевт с обязательным исследованием слуха (аудиометрия). Частота осмотров находится в зависимости от уровней шума на рабочих местах. Обнаружение сенсоневральной тугоухости со значительной степенью снижения слуха является противопоказанием для продолжения работы в шумном производстве.

.....  
**Инфразвуком** - называют неслышимые акустические колебания с частотой ниже 20 Гц.  
 .....

На производстве он возникает в результате тех же процессов, что и шум слышимых частот, а именно: турбулентности, резонанса, пульсации. Вследствие этого инфразвук, как правило, сопровождается слышимым шумом, причем максимум колебательной энергии в зависимости от характеристик конкретного источника может делиться на звуковую или инфракрасную части спектра.

Биологическое действие. Инфразвук оказывает выраженное действие на функции внутренних органов в связи с тем, что его частота может совпадать с частотой колебаний органов и тем самым оказывать на них влияние. Инфразвук с частотой 8 Гц наиболее опасен для человека.

Инфразвук вызывает снижение слуха преимущественно на этих и средних частотах и может привести работников к профессиональной сенсоневральной тугоухости.

О наличии инфразвука в производстве свидетельствуют:

а) технологические признаки: высокая единичная мощность машин, низкое число оборотов, неоднородность или цикличность технологических процессов при обработке крупногабаритных деталей или больших масс сырья (мартены, конвертеры, горнодобывающая промышленность);

б) конструктивные признаки: большие габариты двигателей, наличие замкнутых объемов, возбуждаемых динамически (кабины наблюдения технологического оборудования); подвеска самоходных и транспортно-технологических машин;

в) строительные признаки: большие площади перекрытий или ограждений источников шума (смежное расположение административных помещений с производственными); наличие замкнутых звукоизолированных объемов (кабин наблюдений оператора).

Для постоянного инфразвука - октавные уровни звукового давления 2, 4, 8, 16 дБ, - среднегеометрическая частота 105 Гц; для 31,5 дБ - 102 Гц.

Для непостоянного инфразвука - общий уровень звукового давления по "линейной" шкале шумомера равен 110 дБ.

Наиболее эффективным и практически единственным средством борьбы с инфразвуком является его снижение в источнике. Существующие меры борьбы с шумом, как правило, неэффективны для инфразвуковых колебаний. Наиболее эффективными являются увеличение быстроходности оборудования, глушения на путях распространения. В качестве индивидуальных средств защиты рекомендуется применение наушников, защищающих ухо от неблагоприятного действия сопутствующего шума. Работающие должны проходить предварительные и периодические медицинские осмотры в сроки и в объеме, установленных для лиц, работающих в условиях воздействия производственного шума.

**Ультразвук.** Ультразвуком называют неслышимые механические колебания упругой среды с частотой, превышающей верхний предел слышимости.

Ультразвуковые установки и приборы в зависимости от частотной характеристики делят на две основные группы:

- 1) аппаратура, генерирующая низкочастотный ультразвук с частотой колебаний 11-100 кГц;
- 2) установки, в которых используется высокочастотный ультразвук с частотой колебаний в пределах 100 кГц 100 МГц.

Работники предприятий могут иметь контакты с ультразвуком в следующих случаях: при очистке деталей от масел и окалины для защиты судов от обрастания, котлов и теплообменных аппаратов от накипи; при стирке тканей и шерсти; очистке воздуха от пыли, копоти, химических веществ; при механической обработке сверхтвердых и хрупких материалов - алмаза, стекла, керамики, ювелирных изделий; при обработке семян и борьбе с насекомыми и гусеницами. В пищевой промышленности ультразвук используется при приготовлении сухого молока, замораживании его с целью длительного хранения, при эмульгировании жиров, вытяжки из печени; стерилизации инструментов, материалов и упаковок с пищевыми продуктами; при приготовлении вакцин и сывороток; для дефектоскопии металла, бетона, резины и других материалов и изделий из них; для исследования внутренних органов. Он оказывает болеутоляющее, спазмолитическое, противовоспалительное и бактерицидное действие, улучшает крово- и лимфообращение, стимулирует деятельность

нервной и эндокринной систем, усиливает защитные реакции организма, снижает артериальное давление, способствует сращиванию переломов, разрушает опухолевые клетки.

Влияние на организм человека. Биологическое действие ультразвука обусловлено его механическим, тепловым и физико-химическим действием. Звуковое давление в ультразвуковой волне может меняться в пределах  $\pm 303,9$  кПа (3 атм). Отрицательное давление приводит к возникновению внутри тканевой жидкости полостей и разрывов. Это приводит к деполяризации и деструкции молекул, вызывает их ионизацию, что активизирует реакции, способствует нормализации и ускорению обмена веществ.

Тепловое действие ультразвука связано в основном с поглощением акустической энергии. Тепловой эффект, производимый ультразвуком, может быть очень значительным: при интенсивности ультразвука 4 Вт/см<sup>2</sup> и воздействии его в течение 20с температура тканей на глубине 2-5 см повышается на 5-6°С. Эффект действия ультразвука зависит от его интенсивности. Ультразвук малой (до 1,5 Вт/см<sup>2</sup>) и средней (1,5- 3 Вт/см<sup>2</sup>) интенсивности вызывает в тканях положительные биологические эффекты, стимулирует протекание физиологических процессов.

Ультразвук большой интенсивности (3-10 Вт/см<sup>2</sup>) оказывает вредное воздействие как на отдельные органы, так и на весь организм. Профессиональное заболевание, которое развивается от воздействия ультразвука, называется вегетативно-сенсорной полиневропатией (ангионеврозом) рук. Оно развивается в результате контакта рук работника с оборудованием, генерирующим ультразвуковые колебания. Первые жалобы пострадавшие предъявляют на зябкость рук, боли в кистях, ползание "мурашек", которые возникают после двух-трех лет работы. На медицинском осмотре обнаруживаются синюшность кожи рук, понижение чувствительности, ломкость ногтей, уменьшение объема мышц на руках. Впоследствии возможны утолщения пальцев, помутнение ногтей на руках. Данные признаки заболевания сопровождаются головными болями, головокружениями, общей слабостью, быстрой утомляемостью, расстройством сна, раздражительностью. Ультразвук по сравнению с шумом в меньшей степени влияет на функцию слухового анализатора. Однако наблюдается функциональное расстройство слуха, которое может закончиться развитием сенсоневральной тугоухости.

Организационные мероприятия заключаются в соблюдении жима труда и отдыха (при контакте с ультразвуком более 50 рабочего

времени рекомендуется делать перерывы протяжностью 15 мин через 1,5 ч работы) и запрещении работ.

На работах при контакте с ультразвуком нельзя работать лицам, имеющим заболевания периферической нервной системы, сосудов. Заболевшим рекомендуется временное отстранение от работы на оборудовании с ультразвуковыми колебаниями, а при безуспешном исходе - перевод на другую работу.

### 3.5.3 Неионизирующие излучения

Первые сведения об электричестве и магнетизме появились много веков тому назад, но только к концу XIX в. учение об электромагнетизме получило широкое развитие, особенно после открытия Максвеллом законов электродинамики. Одним из основных понятий в теории электромагнетизма является понятие поля (магнитного, электрического, электромагнитного).

.....  
**Электромагнитное поле (ЭМП)** - особая форма существования материи, создаваемая движущимися и неподвижными электрическими зарядами в воздушном пространстве. ЭМП распространяется в виде электромагнитных волн со скоростью, близкой к скорости света.

.....  
 Основными параметрами ЭМП являются длина волны, частота колебаний и скорость распространения.

Электромагнитное поле характеризуется совокупностью переменного электрического и неразрывно с ним связанного магнитного полей. Напряженность электрического поля измеряется в единицах В/м, а напряженность магнитного поля - в единицах А/м. Напряженность является силовой характеристикой поля. Но существует еще энергетическая характеристика - поверхностная плотность потока энергии излучения (ППЭ), единицей которой является Вт/м<sup>2</sup>.

К ЭМП относятся электростатическое, постоянное магнитное, низко - и сверхнизкочастотные поля, электромагнитное поля радиочастот, инфракрасное, видимое, лазерное и УФ-излучение. Человек постоянно подвергается воздействию естественных магнитных и электрических полей. Вокруг Земли существует электромагнитные поле, магнитная напряженность которого составляет 400 А/м, а электрическая - 100 В/м. Эти значения колеблются в зависимости от широты и высоты над поверхностью Земли и изменяются во времени. Быстрые изменения геомагнитного поля, такие как магнитные возмущения, магнитные бури, возникающие в связи с усиленным притоком электрически

заряженных частиц с поверхности Солнца, играют значительную роль в функционировании организма человека. Так, в периоды интенсивной солнечной активности ухудшается общее состояние людей, увеличивается количество сердечно-сосудистых заболеваний. Рассмотрим, с какими видами ЭМП человек встречается в условиях производства.

Электромагнитные поля радиочастот. Электромагнитные поля радиочастот характеризуются рядом свойств (способность нагревать материалы, распространяться и отражаться от границы раздела двух сред, взаимодействовать с веществом), благодаря которым ЭМП широко используются при термообработке металлов, лайке, плавке металлов, сварке полимеров для обложек книг, папок, пакетов, игрушек, спецодежды, нагреве пластмасс, в радиосвязи, телевидении, медицине, радиоспектроскопии, геодезии, терапии, для вулканизации резины, при термической пищевой продуктах, стерилизации, пастеризации, вторичного нагрева пищевых продуктов.

Из профессиональных заболеваний под воздействием указанных излучений возникают такие виды патологии как вегетативно-сенсорная дистония, астенический, астеновегетативный и гипоталамический синдромы и катаракта.

При вегетативно-сенсорной диетании (рассогласованности) заболевшие жалуются на головные боли, головокружения, зябкость или жар, усиленное слюноотделение или сухость во рту, нарушение сна, общую слабость и повышенную утомляемость. Их беспокоит сердцебиение, неприятные ощущения в области сердца, одышка при волнении, обмороки, неустойчивый аппетит, тошнота. При медицинском осмотре отмечаются усиление сухожильных рефлексов, дрожание век и рук, колебания кровяного артериального давления.

Астенический синдром рассматривается как проявление иной стадии заболевания. Больные предъявляют жалобы на головную боль, головокружение, утомляемость, раздражительность, нарушение сна, боли в области сердца. Характерно артериальное давление, замедление сердечных сокращений.

.....  
**Астеновегетативный синдром** - это умеренно выраженная для заболевания на фоне жалоб, характерных для синдрома. Появляются неустойчивость кровяного давления, склонность к сосудистым спазмам.

.....  
 Гипоталамический синдром характеризуется более глубоким поражением вегетативных функций. Он проявляется постоянными

жалобами на головные головокружения, чувство жара или озноба, общую слабость, тошноту или рвоту, обморочные состояния.

При начальной и умеренной клинике заболевания после выздоровления возможно возвращение работника на прежнее при условии, что излучение не превышает ПДУ.

ЭМП-излучения в условиях производства. В основе поражений лежит тепловой эффект, который обладает способностью к кумуляции. Помимо этого следует иметь в виду и возможность неблагоприятного воздействия ЭМП-излучения на сетчатку и другие анатомические образования зрительного анализатора.

Электрические поля промышленной частоты. С развитием энергетики и электрификации на современном этапе создание энергетических систем сопровождается расширением сети высоковольтных линий электропередач (ЛЭП) и увеличением напряжения на них до тысяч киловольт. Это обуславливает возможность неблагоприятного воздействия ЭМП промышленной частоты на персонал, обслуживающий действующие производящие строительные, монтажные, наладочные работы в зоне ЛЭП.

К массовым средствам защиты от действия ЭП частотой 50 Гц относятся:

- а) стационарные экранирующие устройства (козырьки, навесы, перегородки);
- б) переносные (передвижные) экранирующие устройства (инвентарные навесы, палатки, перегородки, щиты, зонты, экраны и др.).

К индивидуальным средствам защиты относятся: защитный костюм- (куртка и брюки, комбинезон, экранирующий головной убор); металлическая или пластмассовая каска для теплого времени года, специальная обувь, имеющая электропроводящую резиновую подошву или выполненную из электропроводящей резины.

Все элементы стационарных, переносных, а также индивидуальных средств защиты должны иметь электрический контакт между собой и должны быть заземлены.

Электростатические поля. Электростатические поля (ЭСП) образуются за счет неподвижных электрических зарядов и их действия. Они могут существовать как в пространстве, так и поверхности материалов и оборудования.

Электростатические поля используются для электростатической сепарации руд и материалов, электрического нанесения лакокрасочных и полимерных электросваривания.

У работников встречаются жалобы на раздражительность, головную боль, нарушение сна, снижение аппетита.

Гигиеническое нормирование и средства защиты. Допустимые уровни напряженности электростатического поля на рабочих местах регламентируются ГОСТ 12.1.045-84 "Электрические Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля".

Предельно допустимый уровень напряженности электростатических полей (Епред) устанавливается равным 60 кВ/м в течение 1 ч. При напряженности ЭСП менее 20 кВ/м время пребывания в ЭСП не регламентируется.

Применение средств защиты работников обязательно в тех случаях, когда фактические уровни напряженности ЭСП на рабочих местах превышают 60 кВ/м. В качестве индивидуальных средств защиты могут применяться антистатические обувь, халаты, заземляющие браслеты для защиты рук и другие средства, обеспечивающие заземление тела человека.

Лазер как техническое устройство состоит из трех основных элементов: активной среды, системы накачки и соответствующего резонатора. В зависимости от характера активной среды лазеры подразделяются на следующие типы: твердотельные (на кристаллах или стеклах), газовые лазеры на красителях, химические, полупроводниковые и др. В качестве резонатора обычно используются плоскопараллельные зеркала с высоким коэффициентом отражения, между которыми размещается активная среда. Накачка, т.е. перевод атомов активной среды на верхний уровень, обеспечивается или посредством мощного источника света, или электрическим разрядом.

За счет монохроматичности лазерного луча и его малой расходимости создаются исключительно высокие энергетические экспозиции, позволяющие получить локальный термоэффект. Это является основанием для использования лазерных установок в промышленности при обработке материалов (резание, сверление, точечная и шовная сварка, пайка, поверхностная закалка и др.), в медицине.

Лазерное излучение способно распространяться на значительные расстояния и отражаться от границы раздела двух сред, что позволяет применять это свойство для целей локации, навигации, связи и т.д.

В настоящее время наибольшее распространение получили лазеры, генерирующие электромагнитные излучения с длиной волны 0,33; 0,40; 0,63; 0,69; 1,06; 10,6 мкм.

Сопутствующие факторы входят в комплекс физических и химических вредных производственных факторов, возникающих при работе лазеров, и могут усиливать неблагоприятное действие излучения на организм, а в некоторых случаях имеют самостоятельное значение. По способу образования они подразделяются на две группы: к первой относятся факторы, возникающие в результате собственно работы лазеров, степень выраженности их зависит от физико-технических параметров лазерной установки; ко второй - факторы, образующиеся при взаимодействии лазерного излучения с обрабатываемыми материалами или с различными элементами системы по ходу луча.

По классификации лазеры разделены на четыре класса:

безопасные - выходное излучение не опасно для глаз;

малоопасные - опасно для глаз прямое или зеркально отраженное излучение;

среднеопасные - опасно для глаз прямое, зеркально, а также диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности и (или) для кожи прямое или зеркально отраженное излучение;

высокоопасные - опасно для кожи диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности.

Электрические поля высокой интенсивности, высокотемпературная плазма, являющаяся источником кратковременного рентгеновского и нейтронного излучения (в фокусе лазерного луча).

При применении лазеров большой мощности и расширении их практического использования возросла опасность случайного повреждения не только органа зрения, но и кожных покровов, и даже внутренних органов. Характер повреждений кожи или слизистых оболочек варьирует от легкой гиперемии (покраснения) до различной степени ожогов, вплоть до грубых патологических изменений типа некроза (омертвление).

Биологическое действие лазерного излучения. Действие лазеров на организм зависит от параметров излучения (мощности и энергии излучения на единицу облучаемой поверхности, длины волны, длительности импульса, частоты следования импульсов, времени облучения, площади облучаемой поверхности), локализации воздействия и от анатомо-физиологических особенностей облучаемых объектов.

Лазерное излучение способно вызвать первичные эффекты, к которым относятся органические изменения, возникающие

непосредственно в облучаемых тканях, и вторичные эффекты - неспецифические изменения, возникающие в организме в ответ на облучение.

Термический эффект импульсных лазеров большой интенсивности имеет специфические особенности. При действии излучения импульсного лазера в облучаемых тканях происходит быстрый нагрев структур. Если излучение соответствует режиму свободной генерации, т.е. за время импульса (длительность в пределах 1 м/с) тепловая энергия вызывает термический ожог тканей. В результате быстрого нагрева структур до высоких температур происходит резкое повышение давления из-за моментального вскипания жидкостной части в облучаемых тканевых элементах, что приводит к механическому повреждению тканей. Например, в момент воздействия на глаз или на кожу импульс излучения субъективно ощущается как точечный удар. С увеличением энергии в импульсе излучения ударная волна возрастает. Таким образом, лазерное свечение приводит к сочетанному эффекту.

При воздействии лазера на орган зрения эффект зависит от длины волны и локализации. Выраженность морфологических изменений может быть от потери зрения до инструментально выявляемых нарушений. Лазерное излучение видимой и ближней инфракрасной области спектра при попадании в орган зрения вызывает разнообразные функциональные сдвиги в организме. В частности, развиваются изменения в центральной нервной, сердечно-сосудистой, эндокринной системах, которые могут приводить к нарушению здоровья. Указанные функциональные расстройства, если не принять соответствующих мер оздоровления условий труда, могут закончиться возникновением заболеваний данных систем, что можно трактовать как производственно-обусловленную заболеваемость.

Лазерное излучение как составная часть неионизирующего излучения при действии на организм человека может привести к его повреждению. В качестве профессиональных заболеваний в данном случае необходимо назвать местные поражения тканей: ожоги кожи и поражения роговицы и сетчатки глаза, возникающие довольно быстро.

Ожоги кожи возникают от прямого и отраженного излучения.

На ней возникают покраснения, отек, болезненность с последующим образованием пузырей, иногда вплоть до образования струпа и рубца. В зависимости от степени ожогов пострадавшие должны быть освобождены от работы и направлены на лечение.

Поражения роговицы и сетчатки глаза могут возникать через короткое время после облучения. Чаще всего последствия лазерного облучения органа зрения ограничиваются проходящими функциональными нарушениями в виде расстройства темновой адаптации, изменений чувствительности роговицы, временной слепоты.

Пострадавшие от более мощного пучка лазерных лучей могут испытать ощущение удара, толчка в глаз, после этого на глазном дне можно обнаружить отек сетчатки, ожог, кровоизлияния, а впоследствии - изменение остроты зрения. Ожоги роговицы болезненны и вызывают ее помутнение. Лица, длительно работающие с лазером, жалуются на повышенную утомляемость глаз к концу рабочего дня, тупые и режущие боли, жжение, непереносимость яркого света, слезотечение или сухость в глазах, чувство жара и тяжесть век при мало меняющейся остроте зрения. Помутнения наблюдаются и в хрусталике, и в стекловидном теле; возможно развитие катаракты.

Для ПДУ непрерывного лазерного излучения выбирают энергетическую экспозицию наименьшей величины, не вызывающей биологических эффектов (с учетом длины волны и длительности воздействия). Для импульсно-периодического действия ПДУ излучения рассчитывают с учетом частоты повторения и воздействия серии импульсов.

В целях исключения облучения работников необходимо ограждение лазерной зоны, экранирование пучка излучения. Экраны должны изготавливаться из материалов с наименьшим коэффициентом отражения, быть огнестойкими и не выделять токсических веществ при воздействии на них лазерного излучения. Для лазеров четвертого класса опасности рекомендуется применение дистанционного управления. Для удаления токсичных газов, паров и пыли рабочие места должны оборудоваться приточно-вытяжной вентиляцией. К индивидуальным средствам защиты относятся специальные очки, щитки, маски, обеспечивающие снижение облучения глаз до установленных уровней. Лица, поступающие на работу, должны быть заранее осмотрены медицинской комиссией и раз в год проходить медицинский осмотр. Если у них обнаруживаются заболевания кожи или глаз, им не следует работать с лазерным излучением.

### **3.5.4 Излучения оптического диапазона**

Электромагнитный спектр Солнца в разных областях имеет длину волны примерно от 0,1 до 100 000 нм:

Диапазон радиочастот > 100 000

Далекая инфракрасная область 100 000-10 000

Инфракрасная область 10 000-760

Видимая, или оптическая, область 760-400

Ультрафиолетовая область 400-120

Крайняя ультрафиолетовая область 120-10

Высокоэнергетическое рентгеновское излучение  $<0,1$

Солнечное электромагнитное излучение распространяется в космическом пространстве со скоростью 300 000 км/с и достигает поверхности Земли всего за 8 мин. Солнечное излучение, проходя через земную атмосферу, вследствие взаимодействия с последней, ослабляется. Излучение с длиной волны менее 290 нм (рентгеновское, короткое УФ- излучение) полностью поглощается кислородом и озоном в верхних слоях земной атмосферы. Излучение с длиной волны 700 нм (видимое и преимущественно инфракрасное) избирательно поглощается кислородом в верхнем слое земной атмосферы и водяными паром в околоземном. Для остальных длин волн земная атмосфера прозрачна. Кроме поглощения излучение ослабляется при рассеивании на молекулах воздуха, частичках пыли и водяных каплях.

Количество солнечного излучения, доходящего до земной поверхности, зависит от большого числа природных и антропогенных факторов: географической широты местности, сезона года, времени суток, рельефа местности, загрязненности воздуха, климата, погоды. В зависимости от высоты стояния Солнца меняется соотношение составляющих солнечного излучения.

Различают солнечное излучение прямое, исходящее непосредственно от Солнца, рассеянное - от небесного свода и отраженное - от поверхности различных предметов. Сумма всех видов излучения, падающего на горизонтальную поверхность, называется суммарным излучением. Относительная доля рассеянного излучения в общем потоке солнечного излучения по мере увеличения высоты стояния Солнца уменьшается. Коротковолновое излучение рассеивается больше, чем длинноволновое. Облака, отражая прямое излучение, обычно увеличивают общий поток рассеянного излучения. Это имеет значение тогда, когда отражательная способность земной поверхности увеличена. Облачность снижает интенсивность солнечного излучения в среднем на 47-56%. Особенно значительны потери (15-50%) солнечного излучения в результате загрязнения атмосферы промышленными выбросами, автотранспортом в виде газообразных шлаков, дымов, пыли.

Потери в атмосфере вследствие поглощения и рассеяния больше всего отражаются на УФ-излучении. При длине волны менее 320 нм

его интенсивность резко падает в результате поглощения его озоном стратосферы, излучение с длиной волны менее 288 нм практически не достигает поверхности земли.

На уровне земной поверхности ультрафиолетовая составляющая солнечного спектра колеблется от 0,6 до 10%. Здесь УФ-излучение на 70-75% состоит из рассеянного и на 25-30% из прямого излучения. В горах с увеличением на каждые 100 м его интенсивность повышается на 3-4% или на 15% на каждые 1000 м высоты над уровнем моря, а в чистой воде уменьшается с каждым метром глубины на 14%.

Источником ИК-излучения является любое нагретое тело. Степень ИК-излучения обусловлена следующими основными законами, важными в гигиеническом отношении.

Лучеиспускание обусловлено только состоянием излучающего тела и не зависит от окружающей среды (закон Кирхгофа). Лучеиспускательная способность любого тела пропорциональна его лучепоглощательной способности. Тело, поглощающее все падающие на него лучи (абсолютно черное тело), обладает максимальным излучением. На этом основано применение отражающей защитной одежды, светофильтров, окраска оборудования, устройство приборов для измерений теплового излучения.

С повышением температуры излучающего тела мощность излучения увеличивается пропорционально четвертой степени его абсолютной температуры. В соответствии с этим законом даже небольшое повышение температуры тела приводит к значительному росту отдачи тепла излучением.

Биологическое действие. Действие ИК-излучения при поглощении проявляется в основном глубинным или поверхностным прогреванием тканей. Длинноволновая (более 1400 нм) часть спектра задерживается в основном поверхностными слоями кожи, вызывая жжение (калящие лучи). Средневолновая и коротковолновая части ИК-излучения и красная часть видимого излучения проникают на глубину до 3 см и при высоких энергиях могут вызывать перегревание тканей, примерам чему может служить солнечный удар - результат перегревания тканей мозга. При оптимальных уровнях интенсивности ИК-излучение вызывает приятное тепловое ощущение, способствует тепловому равновесию организма с окружающей средой. Переносимость действия ИК-излучения кожей зависит от мощности этого излучения. При локальном действии на ткани ИК-излучение несколько ускоряет биохимические реакции, ферментативные процессы, рост клеток, кровотока. Активные продукты распада, образующиеся под его влиянием на кожу, и нервные импульсы от

кожи распространяют местное действие излучения на весь организм. Такое влияние нормализует его работу, ослабляя тонус мышц, сосудов, чрезмерное напряжение, болевые ощущения. ИК-излучение обладает противовоспалительным действием и поэтому используется в лечебной практике как физиотерапевтическое средство.

Организм человека, благодаря экзотермическим реакциям обмена веществ, генерирует тепловую энергию, большая часть которой выделяется поверхностью кожи в виде ИК-излучения. Это лежит в основе обмена тепла организма с окружающей средой и, поддержании постоянства температуры тела.

Согласно основному закону термодинамики, тепловая энергия передается от более нагретого тела менее нагретому, что имеет большое значение в теплообмене человека. Если температура поверхностей тела человека выше температуры окружающих поверхностей, человек отдает тепло излучением, если окружающие поверхности имеют более высокую температуру, то человек получает от них тепло.

В обычных условиях у человека существуют определенные механизмы, предотвращающие вредное воздействие ИК-излучения на орган зрения - мигательный, зрачковый и другие рефлексы. В естественных условиях ИК-излучение обычно сочетается с интенсивным излучением видимого диапазона, и это совместное действие достаточно эффективно ограничивает дозу излучения, проникающего внутрь глаза.

Поглощение ИК-излучения в коже человека в значительной степени зависит от оптических характеристик кожного покрова - от его спектральных характеристик отражения, поглощения и пропускания. Основным биологическим эффектом при воздействии ближнего ИК-излучения являются ожоги, усиление пигментации кожи. При хронических, многократно повторяющихся облучениях изменение пигментации может становиться стойким ("Эритема- подобный" цвет лица у рабочих- стеклодувов, сталеваров).

Воздействие ИК-излучения на организм может проявляться не только в виде местных, но и общих реакций, причем коротковолновое ИК-излучение обладает более выраженным общим воздействием. Большое количество поглощенного ИК-света приводит к перегреву и повышению температуры организма вследствие нарушения гомеостатических механизмов терморегуляции. При этом происходит снижение физической работоспособности, функциональных возможностей организма.

Колебания теплового облучения человека на рабочих местах зависят от многих причин: характера технологического процесса, температуры источника излучения, расстояния рабочего места от источника излучения, степени теплоизоляции, наличия средств индивидуальной и коллективной защиты.

Гигиеническое нормирование и профилактика. Основными направлениями рекомендаций по оздоровлению условий труда являются совершенствование технологических процессов с учетом гигиенических требований, снижение интенсивности тепловых излучений, совершенствование систем вентиляции, кондиционирования воздуха, организация физиологически обоснованных режимов труда и отдыха, питьевого режима, обеспечение работников средствами индивидуальной защиты (СИЗ).

В целях профилактики неблагоприятного действия ИК-излучений для работ разной степени тяжести установлены сочетания температуры и скорости движения воздуха при воздушном душировании. Разработаны рекомендации по обеспечению СИЗ в зависимости от величины теплового излучения, продолжительности периодов непрерывного облучения и пауз при различных уровнях ИК-излучения.

СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" указаны ПДУ теплового облучения поверхности тела работающих от производственных источников, для поверхности тела 25-50%:

50 % и более - 35

25-50% - 70

Не более 25% - 100

Допустимые значения интенсивности теплового облучения работников от источников излучения, нагретых до белого и красного свечения (раскаленный или расплавленный металл, стекло, пламя и пр.) не должны превышать  $140 \text{ Вт/м}^2$ . При этом облучению не должно подвергаться более 25 % поверхности тела и обязательным является использование средств индивидуальной защиты, в том числе защиты лица и глаз.

Таблица 3

Рекомендуемая продолжительность непрерывного ИК-облучения

Интенсивность облучения, $\text{Вт/м}^2$	Продолжительность непрерывного облучения, мин	Продолжительность паузы, мин	Соотношение времени облучения

			и пауз
350	20	8	2,5
700	15	10	1,5
1050	12	12	1,0
1400	9	13	0,7
1750	7	14	0,5
2100	5	15	0,33
2450	3,5	12	0,30

При наличии теплового облучения работающих температура воздуха на рабочих местах не должны превышать в зависимости от категории работ следующих значений:

- 25 °С - при категории работ Ia;
- 24 °С - при категории работ Ib;
- 22 °С - при категории работ IIa;
- 21 °С - при категории работ IIб;
- 20 °С - при категории работ III.

Предварительные перед поступлением на работу и периодические (раз в полгода, год, два) медицинские осмотры проводятся во избежание возникновения профессиональных и повышения уровня производственно обусловленных заболеваний. На работы, где работники имеют контакт с ИК-излучением, нельзя принимать лиц с хроническими повторяющимися заболеваниями глаз, выраженной вегетативно-сосудистой дистонией и катарактой (помутнением хрусталика глаза).

Оптическое (видимое) излучение. Несмотря на то, что оптическое излучение в спектре ЭМИ занимает очень узкий (400-700 нм), по физиологическому и гигиеническому значению оно занимает ведущее место. Основное свойство оптического излучения - способность вызывать световое ощущение. Свет дает около 80% информации из внешнего мира. Он оказывает благоприятное влияние на организм, стимулирует его деятельность, усиливает обмен веществ, улучшает общее самочувствие, эмоциональное настроение, повышает работоспособность. Свет обладает также тепловым действием: на долю видимого излучения в солнечном спектре приходится около половины общей тепловой энергии.

Свет оздоравливает окружающую среду. Где лучше освещение, там чище, суше, опрятнее, эстетичное помещение. Нерациональное, включая недостаточное, освещение отрицательно сказывается на функции зрительного анализатора, повышает утомляемость, снижает работоспособность человека и производительность его труда, способствует росту производственного травматизма. Длительное

отсутствие или недостаточность видимого излучения может приводить к развитию патологических состояний (аномалии рефракции, нарушения биологических ритмов, изменения в центральной нервной системе, нарушения биохимических и иммунных реакций).

**Физические основы освещения.** Электромагнитное излучение, вызывающее световое ощущение, называется оптическим излучением, а мощность такого излучения - световым потоком. Излучения равной мощности, но разной длины волны обладают неодинаковой световой эффективностью, т.е. вызывают неодинаковое светоощущение.

.....  
**Освещенность** - мера количества света, падающего на поверхность от окружающей среды и локальных источников.

**Яркость** - это фотометрическая величина, соответствующая психологическому ощущению светимости. Уровнем яркости светящейся поверхности определяется ее блескость. Яркость, превышающая 5000 кд/м<sup>2</sup>, вызывает чувство слепимости.

**Зрительные функции.** Интегральной функцией зрительного анализатора является восприятие освещенного объекта. В основе этого лежат следующие зрительные функции.

**Острота зрения** - способность глаза различать наименьшие детали объекта. С увеличением освещенности до 100-150 лк острота различения быстро возрастает, при дальнейшем увеличении ее рост замедляется.

**Контрастная чувствительность** - способность глаза различать минимальную разность яркостей рассматриваемого объекта и фона. Если рабочая поверхность отражает не более 30-40% падающего света, то контрастная чувствительность наиболее высока при освещенностях 100 -500 лк.

**Быстрота различения** - наименьшее время, необходимое для различения деталей объекта. Быстрота различения заметно возрастает при увеличении освещенности до 100-150 лк, затем ее рост замедляется (но не заканчивается) до 1000 лк и выше.

Все перечисленные функции тесно взаимосвязаны и определяют интегральную функцию зрительного анализатора - видимость.

**Устойчивость ясного видения** - определяется отношением времени ясного видения деталей объекта к суммарному времени рассматривания. Эта функция характеризует утомление анализатора, возрастающее в процессе зрительной работы. Утомление наступает тем быстрее, чем хуже освещенность, и достигает оптимальных значений при освещенности, равной 600-1000 лк.

.....

Функция цветаразличения играет большую роль при работе окрашенными объектами и фоном. Белый, черный, серый цвета ахроматические, различаются только яркостью и образуются интегральным потоком световой энергии. Хроматические цвета характеризуются и яркостью, и цветностью.

Для различных участков видимого спектра величина порога неодинакова. Глаз наиболее чувствителен к средней видимого спектра и имеет максимальную чувствительность длине волны 555 нм (желто-зеленый участок).

При сумеречном освещении цветовая чувствительность снижается вплоть до нуля.

К первой группе следует отнести все работы, при выполнении которых не требуется использование оптических приборов. При этом объект различения может находиться как близко, так и далеко от глаз. Чем ближе находится объект, тем большие требования предъявляются к разрешающей способности глаза, т.е. к аккомодационному рефлексу.

Ко второй группе относятся такие работы, при выполнении которых требуется использование оптических приборов (лупы, микроскопа и т.д.), ибо размер рассматриваемого объекта не может быть воспринят даже при высоких уровнях яркости.

К третьей группе относятся работы, связанные с восприятием информации с экрана, при которых имеются особые требования к организации освещения. Существует зависимость между уровнем видимого излучения, характером зрительной работы и функциональным состоянием зрительного анализатора. Установлено, что при выполнении зрительной работы любой степени точности понижение освещенности неизбежно ведет к зрительному утомлению и снижению работоспособности на 10-50%.

Выполнение зрительной работы при нерациональном (низкой освещенности, повышенной яркости, слепимости и пр.) освещении может вести к развитию утомления зрительного анализатора, и, как следствие, развитию близорукости.

При рассматривании предметов, расположенных на близком расстоянии от глаз (часовщик, наборщик, специалист, работающий с оптическими приборами - лупой, микроскопом), когда не требуется восприятия объектов "ПО глубине", статическое напряжение мышц глаза может привести к их длительному сокращению - появляется спазм аккомодации. При этом форма хрусталика остается постоянной при переводе взгляда с близкой поверхности на далеко расположенную. При этом близкие предметы фокусируются на сетчатке, а далекие - перед ней, т.е. глаз становится близоруким. При

ликвидации спазма аккомодации, т.е. при расслаблении мышц глаза, зрение становится нормальным. Чаще спазм аккомодации проявляется в зимне-весенний период года после длительной зрительной работы.

Сила аккомодации зависит исключительно от способности хрусталика менять свою кривизну. Эта способность с возрастом изменяется и тем быстрее, чем сложнее при низких уровнях видимого излучения выполняется зрительная работа. Если молодой работник при недостаточной освещенности может рассматривать предметы на расстоянии 30-40 см от глаза, то работник со старческой дальнозоркостью должен или использовать очки, или увеличить освещенность до оптимальных величин, при которых усиление оптической силы глаза происходит за счет зрачкового рефлекса.

Прогрессирующая близорукость относится к профессиональным заболеваниям, если у работника в течение года она увеличивается не менее чем на одну диоптрию. Субъективно она выражается прежде всего в снижении остроты зрения, появлении в зрительном поле плавающих темных точек, полос, "мушек" искажении рассматриваемых предметов, быстрой зрительной утомляемости. Близорукость может сопровождаться осложнениями вплоть до кровоизлияний в глазном яблоке и последующем снижении зрения.

Освещенность рабочей поверхности должна быть достаточной для проведения конкретной работы. Необходимые уровни освещенности нормируются в зависимости от точности выполняемых операций, световых свойств рабочей поверхности и рассматриваемой детали, системы освещения. Достаточность освещенности является количественным показателем.

К гигиеническим требованиям, отражающим качество освещения, относятся достаточная освещенность рабочего места и окружающего пространства в соответствии с нормативными значениями; равномерное распределение яркостей в поле зрения и ограничение теней. Это имеет важное значение для поддержания работоспособности человека.

Степень неравномерности освещенности определяется коэффициентом неравномерности - отношением максимальной освещенности к минимальной. Чем выше точность работ, тем меньше должен быть коэффициент неравномерности. Равномерность освещенности достигается рациональной схемой размещения светильников, системой освещения, запрещением применения только местного освещения. Наличие теней создает неравномерность освещения, особенно опасны движущиеся тени. Устранить или смягчить их можно правильным выбором направления светового

потока на рабочую поверхность, а также увеличением отраженной составляющей освещенности.

Качество освещения определяется также ограничением прямой и отраженной блескости. Чрезмерная слепящая яркость (блескость) - свойство светящихся поверхностей с повышенной яркостью нарушать условия комфортного зрения, ухудшать контрастную чувствительность или оказывать одновременно оба эти действия. Снижение блескости достигается рациональным выбором защитного угла светильника и высоты его подвеса. Ослабление отраженной блескости достигается правильным выбором направления светового потока, уменьшением яркости источников света, устройством отраженного освещения, изменением угла наклона рабочей поверхности, заменой блестящих поверхностей матовыми.

Последнее гигиеническое требование, касающееся качества освещения - это ограничение или устранение колебаний светового потока. Оно достигается динамическим освещением, которое по интенсивности и спектру излучения искусственно изменяется в течение дня.

Естественное освещение. Источником естественного освещения являются Солнце, рассеянный свет от небосвода, отраженный свет от поверхности Земли, Луны. Дневная освещенность зависит от погоды, поверхности почвы, высоты стояния Солнца над горизонтом. В средней полосе страны она колеблется в широких пределах от 65000 лк в августе до 1000 лк и менее в январе воздуха заметно влияет на освещенность. В крупных центрах освещенность на 30-40% меньше, чем в районах относительно чистым воздухом.

Естественная освещенность помещений зависит от светопроемов по сторонам света. На интенсивность солнечного освещения помещений влияет также затемнение близлежащими зданиями или зелеными насаждениями, характер застекления проемов, загрязнение стекол и др.

Наиболее часто производственная работа выполняется при вменном освещении, т.е. тогда, когда недостаточное (ниже допустимого уровня) естественное освещение дополняется искусственным.

Искусственное освещение. Оно позволяет удлинять активное время суток, осваивать земные сооружения, районы Крайнего Севера в полярные ночи т.д. Для искусственного освещения используют электрические и неэлектрические источники света.

У большинства источников света излучение происходит более или менее равномерно во все стороны, перераспределения светового

потока в нужных целях используется осветительная арматура. Она обеспечивает также защиту от слепящего действия и блескости источника света, а света - от механических повреждений, влаги, взрывоопасных зов и пр.

В настоящее время разработаны гигиенические требования к освещению производственных помещений, общественных помещений, жилых и вспомогательных зданий, к наружному освещению, в том числе городских и сельских поселений, к аварийному освещению, архитектурному, витринному и рекламному освещению и пр.

Во время предварительных медицинских осмотров лиц, претендующих на выполнение точных зрительных работ, противопоказаниями к приему на работу будут различные нарушения функции и заболевания органа зрения. Периодические медицинские осмотры таких работников проводятся раз в год, но работникам с выраженной прогрессирующей близорукостью целесообразно сменить место трудовой деятельности.

Цвет и цветовое оформление. Одно из основных свойств зрения человека - умение наряду со светом различать цвета. Цвет не существует независимо от предметов и вещей, которым он присущ. Поэтому влияние цвета на психику обусловлено опытом общения человека с предметами, накопленными в течение жизни, и отношением к ним. Цвет может вызывать определенные эмоции или изменять их. "Приятные" цвета вызывают хорошие чувства, "Мрачные" могут послужить причиной плохого настроения. Ассоциативные связи впечатлений о цвете с другими жизненными впечатлениями оказывают влияние на оценки, отражающиеся на поведении и самочувствии человека, как в положительном, так и в отрицательном смысле. Эти оценки индивидуальны и разнообразны.

Несмотря на индивидуальность оценки цвета, многие явления воспринимаются большинством людей приблизительно одинаково. Цветовой фон воздействует на различные системы организма человека, возбуждая или стабилизируя функции человека. Однако при этом имеют значение тон, его насыщенность, яркость, величина световой поверхности в поле зрения и т.п. Например, красный, оранжевый, желтый цвета воспринимаются как теплые тона, а у лиц, имевших продолжительное время перед глазами красную стену, отмечалось повышение температуры тела.

Разумное сочетание тонов благоприятно сказывается на работоспособности человека. Например, цветовые контрасты облегчают распознавание, предохраняют зрение от преждевременного утомления, вызванного перепадами яркости.

Необходимо помнить, что одни и те же цвета изменяют свое действие под влиянием освещения. При этом очень важную роль играет спектральный состав света, т.е. его цветность. Под влиянием освещенности восприятие цвета может искажаться. Выбирая определенный световой спектр, можно довести цветные поверхности до абсолютной бесцветности или наоборот, сделать их более яркими. В свою очередь цвет влияет на освещение, в частности, отражение окрашенных поверхностей может изменить освещенность предмета.

УФ-излучение обладает способностью вызывать фотоэлектрический эффект, проявлять фотохимическую активность (развитие фотохимических реакций), вызывать люминесценцию и проявлять значительную биологическую активность.

Выполнение зрительных заданий с большим контрастом или с большими размерами элементов: чтение печатных материалов, машинописных оригиналов, рукописей, написанных чернилами, ксерокопий хорошего качества; грубые слесарные и механические работы; обыкновенный осмотр; грубые монтажно-сборочные работы

Выполнение зрительных заданий со средним контрастом или малыми размерами элементов: чтение рукописей, написанных карандашом, и печатных материалов с плохим качеством печати или копирования; слесарные или механические работы средней трудности; трудный визуальный осмотр; монтажно-сборочные работы средней трудности

Выполнение зрительных заданий с малым контрастом или с очень малыми размерами элементов: чтение рукописей, написанных простым карандашом на плохой бумаге, печатных материалов с очень плохим качеством копирования; очень трудный визуальный осмотр.

Для оценки интенсивности УФ-излучения используют энергетическую (физическую) облученность Вт/м<sup>2</sup>. Биологическое действие УФ-излучения обычно оценивают по бактерицидным и зрительным свойствам излучения.

Производственные источники УФ-излучения. Наиболее распространенными искусственными источниками УФ-излучения на производстве являются электрические дуги, ртутно-кварцевые горелки, автогенное пламя. Они принадлежат к так называемым температурным излучателям. УФ-облучению подвергаются работники, занятые электросваркой, автогенной резкой и сваркой металла, плазменной резкой и сваркой, дефектоскопией; работники, занятые плавкой металлов и минералов с высокой температурой плавления на электрических, стекольных и других печах; работники, занятые производством ртутных выпрямителей; испытатели изоляторов;

технический и медицинский персонал, работающий с ртутно-кварцевыми лампами при светокопировании, стерилизации воды и продуктов. Сельскохозяйственные, строительные, дорожные работники и другие профессиональные группы, работающие под открытым небом, подвергаются действию УФ-излучения солнечного спектра, особенно в осенне-летний период.

Ультрафиолетовое (солнечное) излучение, обладая стимулирующим организм, общебиологическим действием и бактерицидными свойствами, при передозировке может приводить к нежелательным результатам.

УФ-излучение в дозах, значительно превышающих пороговую дозу облученности, при длительном воздействии на организм может сопровождаться возникновением кожных онкологических заболеваний. В последние годы в связи с озабоченностью, вызванной изменением озонового слоя атмосферы, были предложены математические модели, которые устанавливают зависимость заболеваемости раком кожи от солнечного УФ-излучения. Несмотря на неточности, согласно оптимальной модели увеличение интенсивности УФ-излучения до 5% в спектре может при вести к увеличению частоты возникновения рака кожи у восприимчивого населения после 60 лет на 15%.

УФ-излучение при комбинированном действии с некоторыми химическими соединениями (фотосенсибилизаторами) является причиной кожных поражений. Они возникают во время или сразу после УФ-облучения, исчезают через 3-6 ч, характеризуются минимальной пигментацией. Фотосенсибилизаторами могут быть косметические средства (духи, лосьоны, содержащие эфирные масла), кремы (содержащие производные каменноугольного дегтя), лекарственные средства (содержащие сульфаниламиды). Спектры действия фототоксических веществ находятся в области 320-400 нм. Фотоаллергия - это приобретенная способность кожи давать реакцию на видимое излучение самостоятельно или в присутствии фотосенсибилизатора. Она встречается относительно редко и выражается в виде крапивницы.

Среди работников в результате их контакта с УФ-излучением диагностируются острые профессиональные заболевания глаз (электроофтальмия) и кожи (фотодерматиты).

Электроофтальмия возникает чаще всего у электросварщиков и их помощников уже через несколько минут или часов после облучения. У пострадавшего появляются жалобы на ощущение инородного тела и резь в глазах, слезотечение, светобоязнь. При этом

наблюдается покраснение глазных яблок, отечность век, трудно открыть глаза. Через несколько дней симптомы заболевания проходят.

Фотодерматит возникает у работников, имеющих контакты с асфальтом, рубероидом, мазутом, песком. Его начало – ощущение зуда и жжения на коже шеи, лица, рук. Затем развивается покраснение, отек, пузыри, шелушение. Работники после отстранения от работы и лечения могут вернуться на прежнее рабочее место.

Изменения воздушной среды под влиянием УФ-излучения. Важное гигиеническое значение имеет способность УФ-излучения (область С) производственных источников изменять газовый состав атмосферного воздуха вследствие его ионизации. При этом в воздухе образуются озон и оксиды азота. Эти газы обладают высокой токсичностью и могут представлять большую профессиональную опасность, особенно при выполнении сварочных работ, сопровождающихся УФ-излучением, в ограниченных или в замкнутых пространствах.

В целях профилактики отравлений этими газами помещения должны быть оборудованы местной вытяжкой, общеобменной вентиляцией, а при проведении сварочных работ в замкнутых объемах (отсеках кораблей, различных емкостей) необходимо подавать свежий воздух непосредственно под щиток, шлем.

Гигиеническое нормирование и меры защиты. Нормируемой величиной для УФ-излучения является облученность. Различают темную, или биологическую дозу облученности, которая равна минимальному времени облучения, после которого через 8- 14 появляется покраснение на незагорелом участке кожи.

Защитные меры включают средства отражения УФ-излучений (экраны) и средства индивидуальной защиты кожи и глаз. Для защиты используются физические и химические защитные экраны.

Физические - разнообразные преграды, загораживающие или рассеивающие свет; химические - защитные кремы, содержащие поглощающие ингредиенты. Защитная одежда должна иметь длинные рукава и капюшон. Однако следует помнить, что одежда часто создает ложное мнение о защищенности кожи, поскольку пропускает от 20 до 50% УФ-излучения. Глаза защищают специальными очками со стеклами, содержащими оксид свинца, но даже обычные стекла не пропускают УФ-излучение с длиной волны короче 315 нм.

При использовании в производственном помещении сразу нескольких УФ-генераторов возникает отраженное действие на работников излучения, которое может быть значительно ослаблено окраской стен с учетом коэффициента отражения.

### 3.5.5 Ионизирующее излучение

Все живое и неживое на Земле подвергалось и подвергается действию ионизирующего излучения (ИИ), приходящего из космического пространства и обусловленного естественными радионуклидами земной коры, рассеянными в почвах, породах, находящимися в пище, воздухе, воде, а также внутри самих организмов. В настоящее время к сложившемуся за миллионы лет естественному фону стало добавляться излучение, обусловленное деятельностью человека. Это излучение создается искусственно (различные источники ионизирующего излучения для научных, промышленных, медицинских, военных целей и др.) или вследствие антропогенных нарушений оболочки земной коры и чрезвычайных ситуаций, или других изменений условий окружающей среды.

Многие такие изменения затрагивают не только ограниченные группы лиц, профессионально связанных с излучением, но и все более возрастающую часть населения Земли в целом. Необходима гигиеническая регламентация радиационного фактора окружающей среды для обеспечения радиационной безопасности населения.

Различные виды излучения сопровождаются высвобождением определенного количества энергии и обладают разной проникающей способностью, поэтому они оказывают неодинаковое воздействие на организм.

.....  
**Ионизирующим излучением** называют потоки частиц и электромагнитных квантов, в результате воздействия которых на окружающую среду образуются разнозаряженные ионы.

.....  
 Наибольшую опасность для человека представляют радиоактивные излучения, такие как  $\alpha$ -излучение, рентгеновское,  $\gamma$ -излучения.

Любой вид ионизирующего излучения вызывает биологические изменения как при внешнем (источник излучения находится вне организма), так и при внутреннем облучении (радиоактивные вещества попадают внутрь организма, например, ингаляционным путем).

Биологическое действие ионизирующих излучений. Энергия, излучаемая радиоактивными веществами, поглощается окружающей средой. В результате действия ионизирующих излучений на организм человека в тканях происходят сложные процессы. Никакой другой вид энергии, поглощенной в том же количестве, не сопровождается такими тяжелыми поражениями организма, какие вызывает ионизирующее излучение.

Первичные процессы, возникающие при облучении биологической ткани, имеют несколько стадий различной длительности:

-физическая стадия сводится к поглощению энергии в процессах ионизации и возбуждения, которая запускает сложную цепь реакций;

-физико-химическая стадия, когда происходит распределение избыточной энергии возбужденных молекул, в результате чего появляются химически активные продукты (ионы свободные радикалы);

-химическая стадия.

В результате действия ИИ в организме нарушаются течение биохимических процессов и обмен веществ. В зависимости от поглощенной дозы и индивидуальных особенностей вызываемые изменения могут быть обратимыми и необратимыми. Особенности биологического действия ИИ.

1. Неощутимость действия на организм человека. У людей отсутствуют органы чувств, которые воспринимали бы ИИ. Поэтому человек может проглотить, вдохнуть радиоактивное вещество без каких-либо первичных ощущений.

2. Наличие скрытого (латентного) периода проявления эффекта. Видимые поражения кожного покрова, характерные для лучевого заболевания, проявляются не сразу, а спустя некоторое время.

3. Наличие эффекта суммирования поглощенных доз происходит скрыто. Если в организм человека систематически падают радиоактивные вещества, то со временем дозы суммируются, что неизбежно приводит к неблагоприятным эффектам.

При облучении энергия поглощаемых радиоактивных веществ и наружных источников обладает очень высокой эффективностью, что связано с наличием физического и биологического механизма усиления эффекта радиации. Физический механизм усиления действия ИИ заключается в миграции и концентрации энергии в определенных функционально активных участках микроструктур (в частности в митохондриях ядра) с последующим их повреждением. Биологические механизмы усиления ИИ связаны с высокой чувствительностью к ним некоторых биомолекул. При облучении наиболее глубокие изменения возникают в клеточных органеллах, богатых высокомолекулярными веществами и нуклеиновыми кислотами.

Последствия воздействия ИИ на человека. Изменения на клеточном уровне не только приводят к нарушению функций отдельных органов и систем в облученном организме и способствуют

возникновению злокачественных новообразований, но и вызывают наследственные изменения, отражающиеся на последующих поколениях облученных людей. Условно различают три группы индуцированных ионизирующим излучением эффектов:

1) соматические (неинфекционные): острая и хроническая лучевая болезнь, локальные лучевые повреждения (ожоги, катаракты);

2) стохастические (вероятностные): сокращение продолжительности жизни, канцерогенез, нарушение эмбриогенеза;

3) генетические (наследственные): доминантные или рецессивные генные мутации, хромосомные aberrации. Генетические последствия обычно не выявляются у самого пострадавшего, а обнаруживаются при статистическом изучении его потомства. Они выражаются в повышении в потомстве облученных родителей числа новорожденных с пороками развития, в увеличении детской смертности, числа выкидышей и мертворожденных, изменении соотношения рождаемых мальчиков и девочек.

Внешнее облучение. Естественные источники ИИ создают в среднем мощность эквивалентной дозы 2,25 мЗв/год. Интенсивность общего космического излучения несколько изменяется в зависимости от широты, высотных, метеорологических, ландшафтных, сезонных и суточных условий. Космическое излучение в околоземных условиях, благодаря атмосфере, магнитным полям Земли, уменьшающим плотность и жесткость потока элементарных частиц, в отличие от открытого космоса не вызывает лучевой болезни, однако это не исключает других реакций в тканях организма. Поглощенная доза космического излучения всеми органами человека в течение года составляет всего 2,5-3,5 мкГр, т.е. в 100 раз меньше поглощенной дозы рентгеновского излучения, полученной человеком во время одного рентгенологического обследования.

Поражающее действие попавших в организм радиоактивных веществ определяется суммарной активностью радиоизотопов в их смеси, физическим периодом полураспада, типом и энергией излучения, характером распределения в организме, величиной накопления в критическом органе, скоростью выведения из организма.

Если радионуклиды, попавшие внутрь организма, однотипны с теми элементами, которые потребляет человек с пищей (натрий, хлор, калий и др.), то они не задерживаются на длительное время, а выделяются из организма вместе с ними. Инертные радиоактивные газы (аргон, криптон, ксенон и др.), попавшие через легкие в кровь, не являются соединениями, входящими в состав тканей. Поэтому они со временем полностью удаляются из организма. Некоторые

радиоактивные вещества распределяются более или менее равномерно, другие концентрируются в отдельных внутренних органах. Так, в костной ткани откладываются источники  $\alpha$ -излучения.

Важным фактором при действии ИИ на организм является продолжительность облучения. Степень поражения зависит также от размера облученной поверхности. Организм женщин, детей и подростков является более чувствительным к ионизирующим излучениям, чем мужской организм.

К числу отдаленных последствий относятся лейкозы, анемии, астенические состояния с вегетативными дисфункциями, пониженная сопротивляемость к инфекционным заболеваниям, образования, обострение хронических инфекций.

Доврачебная помощь заключается в изоляции пострадавшего от воздействия ИИ и немедленное обращение к врачу.

Хроническая лучевая болезнь развивается при длительном воздействии повреждающего фактора. В начальной стадии заболевания пострадавший жалуется на повышенное утомление, общую слабость, снижение памяти, расстройство сна, повышенную раздражительность, эмоциональную неустойчивость. Отмечаются неустойчивость пульса, снижение артериального давления, изменения в крови (снижение содержания тромбоцитов, лейкоцитов и пр.), снижение половой потенции, а у женщин - нарушения менструального цикла. У некоторых заболевших появляются жалобы на отсутствие аппетита, боли в области желудка, запоры. Наблюдаются изменения кожи, она становится сухой, истонченной и шелушится. Истончаются ногти, они становятся ломкими и расщепляющимися. Если не принять должных лечебно-профилактических мер, к описанным изменениям состояния здоровья может присоединиться более значимая патология: резкое снижение кровяного давления, пульса и форменных элементов крови, развиваются анемия и кровоточивость десен, поражения желудочно-кишечного тракта (язвенная болезнь и пр.) и нервной системы. У больных учащаются различные инфекционные заболевания - грипп, ангина, воспаление легких и др. Нельзя исключить возникновение катаракты и онкологических заболеваний.

Местные хронические лучевые поражения более часто развиваются на коже рук и стоп с покраснениями и болезненностью. Они могут заканчиваться появлением язвочек и рубцов. При начальной стадии заболевания требуется временное отстранение человека от контакта с ионизирующими излучениями и его лечение, что обычно приводит к выздоровлению. Больных с выраженными признаками лучевой болезни и местных лучевых поражений надо

полностью отстранять от выполняемой ими работы и назначать соответствующее лечение.

Профилактические мероприятия. Медицинская профилактика указанных заболеваний состоит в предварительных (перед поступлением на работу) и периодических (раз в год) осмотрах. Лица, имеющие заболевания крови, сердца, сосудов глаз и данные некоторых других заболеваний не должны приниматься на работу или продолжать ее во избежание ухудшения своего здоровья.

Для защиты от вредных воздействий радиации применяют радиопротекторы (антидоты). Это лекарственные препараты, повышающие устойчивость организма к воздействию радиации или снижающие тяжесть клинического течения лучевой болезни. Они действуют эффективно, если введены в организм перед облучением. Защитный эффект, оцениваемый так называемым фактором защиты, зависит от приема антидота относительно начала попадания радиоактивного вещества в организм.

Основная цель радиационной защиты - это обеспечение опасности от ИИ как отдельных лиц и их потомства, так и населения в целом. Кроме того, должны быть созданы условия для практической деятельности человека в сфере использования атомной энергии. Концепция нормирования исходит из того, что всякое воздействие ИИ несет с собой некоторый риск возникновения вероятностных радиоиндуцированных эффектов.

В зависимости от группы критических органов в качестве основных дозовых пределов устанавливаются предельно допустимая доза (ПДД) за календарный год или предел дозы (ПД) за календарный год.

.....  
**ПДД** - такое наибольшее значение индивидуальной эквивалентной дозы ИИ за календарный год, при котором равномерное облучение в течение 50 лет не может вызвать в состоянии здоровья человека неблагоприятных изменений, обнаруживаемых современными методами.

**ПД** - такое наибольшее среднее значение индивидуальной эквивалентной дозы ИИ за календарный год у критической группы лиц, при котором равномерное облучение в течение 70 лет не может вызвать в состоянии их здоровья неблагоприятных изменений, обнаруживаемых современными методами.

.....  
 Класс нормативов "допустимые уровни" включает величины, которые являются производными дозовых пределов: предельно

допустимое годовое поступление радионуклида через органы дыхания; допустимое содержание радионуклида в критическом органе; допустимая объемная активность (концентрация) радионуклида в воздухе рабочей зоны (атмосферном воздухе, воде); допустимое загрязнение кожи, спецодежды и рабочих поверхностей.

Цель установления контрольных уровней - предотвратить превышение облучения и уменьшить дозовую нагрузку на персонал.

Их рекомендуется устанавливать ниже допустимых уровней и настолько низкими, насколько это достижимо на практике, с учетом конкретных условий производства.

Меры технического оздоровительного характера. Радиационная безопасность должна быть обеспечена техническими, санитарно-гигиеническими и медико-профилактическими мероприятиями.

### **3.5.6. Химические факторы**

В мире насчитывается более 100 млн. химических веществ и ежегодно синтезируется около 100 тыс. с ними человек имеет постоянный или временный контакты на протяжении всей жизни. Химические вещества поддерживают жизнедеятельность, создавая комфортные условия в быту, на рабочем месте, во время отдыха, могут существовать в различных агрегатных состояниях (газ, жидкость, пар, твердое состояние, в чистом виде, в смесях, как примеси), во всех средах обитания человека (воздух, вода, почва). В организм человека химические вещества попадают тремя путями; самый частый путь поступления - через органы дыхания (ингаляционный). Таким путем проникают оксид углерода (угарный диоксида серы, азота, пары металлов (свинца, ртути, марганца пр.). Другой путь поступления - через желудочно-кишечный с пищей из невымытых рук, и третий путь - всасывание через неповрежденную кожу и слизистые оболочки верхних путей, глаз, ротовой полости и пр. Например, органические растворители из группы ароматических углеводов при попадании на кожу легко проникают в организм.

Химические вещества (факторы) обладают определенными только им присущими свойствами и в связи с этим подразделяются следующие классы\*:

- 1 - чрезвычайно опасные
- 2 - высокоопасные
- 3 - умеренно опасные
- 4 - малоопасные,

Химические соединения способны вызвать в организме практически все патологические процессы и состояния.

К веществам, опасным для возникновения и развития острых отравлений, следует отнести, например, диоксид азота, бром, оксид углерода (угарный газ), формальдегид, хлор. К веществам, вызывающим аллергические заболевания (бронхиальная астма, астматический бронхит, конъюнктивит, дерматит), можно отнести хром, никель, кобальт и их соединения и пр.

Бензол, кадмий и его неорганические соединения, хром (шестивалентный) способны привести к возникновению онкологических (раковых) заболеваний. Такие вещества как ксилит, уайт-спирит, стирол, сероуглерод, сероводород снижают детородную функцию женщин и мужчин.

Следует учитывать особенности поведения химических веществ в среде обитания человека, которые определяют степень повреждающего действия на его здоровье. Одна из таких важнейших особенностей состоит в том, что за редким исключением в среде обитания одновременно находится несколько, а иногда более сотни, химических веществ. Как пример может быть представлена сложнейшая композиция в выхлопных газах транспортных средств, загрязняющих атмосферный воздух. В состав этих газов входят оксид углерода, азота и серы, соединения свинца, предельные и непредельные углеводороды, бенз(а)пирен, формальдегид и многие другие. Не менее сложным является состав такого загрязнителя воздуха помещений как табачный дым. В воде могут находиться соединения многих металлов, а в почве вместе ними и различные органические соединения.

В некоторых случаях в результате таких реакций в воздухе могут образовываться короткоживущие, но достаточно токсичные вещества, и именно они являются виновниками патологических состояний. Например, в производстве кремнийорганических соединений в воздухе образуется хлористый ангидрид, обладающий, как известно, резко раздражающими свойствами.

Химические вещества, поступающие в больших количествах в среду обитания человека, чрезвычайно опасны вплоть до гибели людей при авариях от острых отравлений и ожоговых травм.

Производственно обусловленная заболеваемость женщин заболеваниями сердечно-сосудистой системы, печени, поджелудочной железы и мочевыводящих путей оказалась в полтора раза выше, чем среди неработавших в контакте с ртутью. Иммуитет у пострадавших групп работников был значительно снижен. Среди женщин отмечалась повышенная гинекологическая заболеваемость и патология родовой деятельности: ртуть в крови, плодном яйце, грудном молоке.

Рожденные ими дети отставали в физическом развитии, часто болели вирусными и другими инфекционными заболеваниями. У мертворожденных в некоторых органах была обнаружена ртуть.

Распределение химических веществ в воздухе крайне изменчиво и, как правило, носит нестабильный характер. Их количества вследствие различия температуры воздуха по вертикали и горизонтали, постоянного движения воздуха, увеличения или уменьшения интенсивности технологического процесса и объемов атмосферных выбросов могут меняться на порядок в течение нескольких часов и даже чаще.

Химические вещества из воздуха вступают в химические реакции со строительными и другими материалами или поглощаются ими. Создаваемое ими депо даже после замены данного вещества другим веществом может годами из-за обратного процесса загрязнять среду обитания. Такими способностями в отношении ароматических углеводородов (бензола, ксилола, толуола, стирола), дивинила, сероуглерода, диоксида серы, оксида углерода, ртути обладают штукатурка, бетон, кирпич, цемент, масляные краски, хлопок. Известны случаи острых отравлений угарным газом, выходящим из упаковок с обгоревшим хлопком, после того как они распаковывались в другом цехе для его переработки.

Неполная полимеризация химических соединений в изделиях из синтетических материалов или их связующих приводит к длительному выделению, например, стирола, фенола, формальдегида в воздух помещений.

Химические вещества усиливают свое неблагоприятное воздействие под одновременным влиянием других вредных производственных факторов. Это касается, например, температуры и влажности воздуха. При повышенной температуре воздуха усиливается опасность возникновения острых отравлений, например, такими соединениями как угарный газ, бензин, ароматические углеводороды.

Общее повреждение (отравление) организма может быть смешанным с локальной патологией и выглядит следующим образом.

Прежде всего, возникают отравления с преимущественным поражением органов дыхания. Профессиональные заболевания, входящие в эту группу, называются так: риноларонгофарингит (заболевание слизистых оболочек носа, горла, гортани), эрозия (язва) и перфорация (прободение) носовой перегородки, трахеит, бронхит, пневмосклероз (перерождение легочной ткани). Они развиваются от воздействия, например, хлора, фтора, хрома, агрохимикатов.

Следующая группа заболеваний протекает с таким преимущественным поражением организма, который носит название токсической анемии (малокровия). Оно возникает под влиянием ароматических соединений, свинца и пр. Отравления ароматическими хлорированными углеводородами, азорхимикатами, фосфором и фтором приводят к развитию токсического гепатита (поражения печени).

Преимущественное поражение почек (токсическая нефропатия) наблюдается у работников с отравлениями четыреххлористым углеродом, кадмием. Токсическое поражение нервной системы в виде полиневропатий (заболеваний периферических нервов), неврозоподобных состояний, энцефалопатии может сопровождать отравления перечисленными выше химическими соединениями, а также галогенопроизводными (бромом, йодом и др.), ртутью, сероуглеродом.

Токсические поражения глаз - катаракта (помутнение хрусталика глаза), конъюнктивит (воспаление слизистой оболочки глаз), кератоконъюнктивит (воспаление слизистой оболочки и роговицы глаза) обнаруживаются у работников, имеющих отравление соединениями азота, хлора и серы, а также формальдегидом, тринитротолуолом. На фоне отравлений фосфором, фтором, кадмием и др. могут развиваться токсические поражения костей в виде остеопороза (размягчения).

Отравления химическими веществами часто протекают в сочетании с болезнями кожи. Это контактный дерматит (воспаление кожи), фотодерматит (обусловленный воздействием солнечных лучей и химических веществ), онихия (поражение ногтей), паронихия, меланодермия (опухоль кожи), масляные фолликулиты (воспаление волосяного мешочка), витилиго (побеление отдельных участков кожи). Они возникают при работе в условиях нефти и нефтяных продуктов, кислот, щелочей, тяжелых металлов, формалинов, лаков, эмалей.

Аллергические заболевания органов дыхания (бронхиальная астма), глаз (конъюнктивит), кожи (дерматит), других органов и организма также могут быть обусловлены химическими веществами. Возникновение таких заболеваний иногда происходит через несколько дней или месяцев после контакта с аллергенами. Заболевших важно сразу и навсегда отстранить от контакта с аллергическими химическими веществами, а при наличии аллергии от других не следует принимать на указанные работы.

Отравление свинцом и его неорганическими соединениями (турнизм) наступает в среднем через три года после контакта с ним.

Средний срок отравления ртутью и ее соединениями составляет пять-семь лет и характеризуется такими признаками как раздражительная слабость, недомогание, утомляемость, головные боли, снижение памяти. Потом появляются дрожание вытянутых рук, шеи, головы, нарушения походки, почерка, менструального цикла у женщин, отмечаются стоматологические заболевания. Даже при начальной стадии заболевания целесообразно оставить работу в контакте с ртутью. С нею не должны работать лица с заболеваниями периферической нервной системы, зубов, челюстей, неврозами. Осмотры работников, связанных с ртутью, установлены раз в год. ПДК ртути в воздухе рабочей зоны 0,005 мг/м<sup>3</sup> (среднесменная), а в атмосферном воздухе 0,0003 мг/м<sup>3</sup> (среднесуточная).

Отравления марганцем считаются крайне неблагоприятными из-за преимущественного и редко обратимого поражения нервной системы. Они возникают при его попадании в организм через органы дыхания в среднем через 10-12 лет. На первом месте из симптомов отравления стоят функциональные, а потом органические нарушения функции нервной системы с жалобами на головную боль, слабость, сонливость днем и бессонницу ночью, чуткий сон, боли в суставах. Осмотр врача указывает на такие отклонения как мышечная слабость, изменения психики (замкнутость, депрессия, обидчивость). Имеют место гипомимия, редкое мигание, дрожание рук, "петушиная" походка. Выражены явления полиневропатии, энцефалопатии, паркинсонизма (поражения головного мозга). Прогноз неблагоприятный. Уже в начальной стадии отравления работнику следует подыскать другую работу вне контакта с марганцем. Если во время медицинского осмотра, проводимого раз в год, и при приеме на работу обнаружены заболевания нервной, дыхательной систем, аллергические заболевания, осматриваемому лицу контакты с марганцем противопоказаны. ПДК оксидов марганца конденсата в воздухе рабочей зоны равна 0,05 мг/м<sup>3</sup> (среднесменная), а в атмосферном воздухе - 0,001 мг/м<sup>3</sup> (среднесуточная).

Отравления (хронические) представителями ароматической группы углеводов - ксилолом и толуолом, поступающими в организм при вдыхании и через неповрежденную кожу, характеризуются слабостью, вялостью, быстрой утомляемостью, изменениями в крови (лейкопенией), носовыми кровотечениями, расстройством функций сердечно-сосудистой, центральной (неврастенией), а также периферической нервной систем, желудочно-кишечного тракта и поражением кожных покровов (дерматитами и экземами).

Гигиенические нормативы (ПДК, ОБУВ) предельного содержания химических веществ установлены законом в различных средах обитания человека (в атмосферном воздухе населенных мест, воздухе рабочей зоны, воде, почве), в продуктах питания, на коже и в строительных материалах. Необходимо помнить, что гигиенические нормативы содержания химических веществ, за редким исключением, характеризуют допустимые, а не оптимальные условия воздействия факторов окружающей среды. Их неукоснительное соблюдение минимально необходимо для обеспечения химической безопасности.

Наиболее радикальная мера защиты производственной среды от загрязнений химическими веществами - их полное изъятие из технологического процесса и замена менее вредными веществами.

Сведения о характере вредного действия химических веществ можно получить из Карты химической безопасности (за рубежом они носят название MSDS), разрабатываемой для каждого химического вещества или химического продукта и содержащей сведения о токсичности, опасности, поражаемых органах и системах, клинической картине острых и хронических отравлений, о необходимых профилактических мероприятиях.

В тех случаях, когда осуществить эти мероприятия не представляется возможным, ставится задача снижения содержания этих веществ в воздухе рабочей зоны до безопасного предела, регламентируемого с помощью ПДК и ОБУВ. Для веществ, проникающих через кожу, установлены ПДУ кожи рук - ориентировочные предельно-допустимые уровни загрязнения кожи рук работающих с вредными веществами (СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания")

Контроль за содержанием вредных и опасных веществ в воздухе рабочей зоны проводят на основании законодательных документов: СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания". и др. Контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны необходим для установления соответствия фактических концентраций вредных веществ существующим для них ПДК и ОБУВ.

### 3.5.7. Пыль

**Пыль (аэрозоль)** - это физическое состояние твердого вещества, в котором дисперсионной средой является воздух, а

дисперсной фазой - пылевые частицы, размер которых исчисляется в микрометрах.

.....  
 Пыль образуется при механическом измельчении дых тел (размалывание, резание), поверхностной обработке материалов (шлифование, полирование), транспортировании, упаковке измельченных материалов. Кроме того, образуется при горении, плавке металлов.

В зависимости от происхождения принято различать органические, неорганические и смешанные виды пыли. К органическим относятся растительная (зерновая, древесная, хлопковая, угольная) и животная (шерстяная, костная, кожевенная) пыль; также пыль некоторых синтетических веществ (полимеров). К органическим аэрозолям относятся металлическая (железа, ртути, марганца) и минеральная (кварцевая, асбестовая, ментная, песчаная) пыль.

По дисперсности пыль делят на видимую (частицы более 10 микроскопическую (0,25-10 мкм) и ультрамикроскопическую (менее 0,25 мкм).

По конечному повреждающему действию производственные аэрозоли можно разделить на аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД) и аэрозоли, оказывающие преимущественно общетоксическое, раздражающее, канцерогенное, мутагенное воздействие, а также влияющие на репродуктивную функцию (например, аэрозоли некоторых металлов). Степень выраженности клинических проявлений пылевых заболеваний зависит не только от указанных свойств пыли, но и от индивидуальной чувствительности организма.

При оценке неблагоприятного воздействия пыли самыми вредными из них следует считать три фактора - массу пыли (концентрацию в мг/м<sup>3</sup> воздуха), пылевую нагрузку на органы дыхания и химический состав пыли. Затем следуют такие факторы как растворимость, дисперсность.

Рассмотрим клинко-гигиеническое значение пылевого фактора. В нашей стране гигиенические нормативы содержания пыли установлены по гравиметрическим (массовым) показателям, выраженным в единицах мг/м<sup>3</sup>, характеризующим всю массу присутствующей в зоне дыхания пыли. Используются следующие выражения предельно-допустимых концентраций: ПДК для рабочей зоны (р.з), максимальная разовая (м.р), среднесменная, среднесуточная (с.с) ПДК в воздухе населенных мест и производственных помещений соответственно.

Для оценки пылевого фактора и последствий его воздействия на работников необходимо не только определить концентрацию пыли в воздухе рабочей зоны, но и содержание в пыли свободного или связанного диоксида кремния (если можно предположить наличие его в исследуемой пыли), так как присутствие этого вещества определяет степень фиброгенности пылей.

Для различных видов пыли в воздухе предприятий установлена разная ПДК. Для кремнесодержащей пыли при содержании в ней свободного диоксида кремния от 10% установлена ПДК, равная 1-4 мг/м. Для силикатной и силикатсодержащей пыли ПДК колеблется в пределах 2-8 мг/м<sup>3</sup>, для пыли (аэрозоля) микроскопические частицы.

Чем больше пыли (аэрозоля) попадает в организм (в легкие, на кожу, на слизистые оболочки глаз, носа) и длительное время их влияния, тем сильнее ее негативное воздействие. Концентрации пыли в воздухе очень изменчивы и зависят не только от интенсивности технологического процесса, степени изношенности и укрытия оборудования, воды и перерабатываемого материала, вентиляции, но и от времени года, подвижности и влажности воздуха, влажности обрабатываемого материала, объема помещения и пр. Чем выше концентрация пыли в воздухе предприятий, тем чаще возникают профессиональные заболевания легких.

В соответствии с Руководство Р 2.2.2006-05 класс условий и степень вредности при профессиональном контакте с пылью определяют, исходя из фактических значений среднесменных концентраций пыли (с АПФД), определяемых по массе частиц, их кратности превышения.

Вредное влияние пыли зависит от ее растворимости в тканевых жидкостях организма. Быстрорастворимая пыль (мучная, сахарная), а следовательно, и быстро выводимая из организма, оказывает меньшее повреждающее воздействие. Пыль, плохо растворимая в жидкостях, надолго задерживается в организме, приводя к возникновению различных заболеваний, в первую очередь органов дыхания. К такому виду относятся пыль кварца, силикатсодержащая и текстильная (хлопковая, льняная) пыль.

Установлена предрасположенность к возникновению силикоза, самого тяжелого заболевания из группы пневмокониозов, если человек болен туберкулезом, курит и злоупотребляет алкоголем. Женский организм является более чувствительным к воздействию пыли (аэрозоля). Пыль как вредный фактор может приводить к возникновению у человека различных заболеваний.

Следствием накопления пыли в легких является развитие пневмокониозов, которые в зависимости от вида действующей пыли подразделяются на такие группы как силикоз, силикатозы, металлокониозы, карбокониозы, а также пневмокониозы от смешанной и органической пыли. Их можно сгруппировать по степени фиброгенности (степени воздействия на легочную ткань):

а) пневмокониозы от воздействия высокофибрагенной и умеренно фибрагенной пыли;

б) пневмокониозы от слабофибрагенной пыли;

в) пневмокониозы от аэрозолей таксико-аллергенного действия.

Пневмокониозы (заболевания легких), пылевой (токсико-пылевой) бронхит, бронхиальная астма возникли на производстве, где наблюдается высокая запыленность воздуха, считаются профессиональными заболеваниями. По количеству они составляют около 30% таких заболеваний.

Силикоз возникает от длительного вдыхания пыли, содержащей кристаллический диоксид кремния, и диагностируется, например, у горнорабочих, огнеупорщиков, литейщиков. Причина силикатозов как разновидности пневмокониозов - вдыхаемая пыль, содержащая диоксид кремния в связанном с другими оксидами металлов состоянии. Среди пневмотоксикозов различают асбестоз, талькоз, цементоз и другие виды в зависимости от состава пыли, например антракоз (от каменноугольной пыли), сидероз (от пыли железа). Клинические отличия разных пневмокониозов незначительны и в основном они заключаются в тяжести заболеваний и их исходов. Самым неблагоприятным считается силикоз.

При пневмокониозах в легких происходит развитие соединительных тканей взамен легочной, что называется фиброзом. Стаж, при котором развивается заболевание, может быть от 10 лет и более. Заболевание развивается постепенно, медленно, незаметно. Как правило, развитие заболевания отстает от рентгенологических явлений поражения в легких. Работники жалуются на сухой кашель, иногда с мокротой, одышку, боли в груди, общую слабость, повышенную утомляемость.

На рентгенограмме легких обычно обнаруживается сторонний фиброз и эмфизема (вздутие). Возможно возникновение заболевания у работника даже после прекращения его трудовой деятельности в условиях воздействия пыли.

Бронхиальная астма. Она является пылеаллергическим заболеванием. Причинами заболевания бронхиальной астмой могут быть и пыль, и любые химические вещества, и их соединения (хром,

никель и т.д.). Заболевание начинается с сухого кашля и приступов удушья, свистящего дыхания. Приступы вначале бывают 1-2 раза в месяц длительностью 1-30 мин. У работников, если их заболевание вызвано производственным агентом, приступы возникают только на работе, исчезая в выходные и отпускные дни. У неработающих удушье наступает при попадании в атмосферу загрязненного воздуха. Если заболевание прогрессирует, то частые приступы удушья повторяются 2-3 раза в неделю и длятся они до часа, прекращаясь лишь после приема лекарства. Если не принимать никаких мер, возможно развитие постоянного астматического состояния, особенно при физической нагрузке, которое характеризуется, прежде всего, дыхательной недостаточностью. Заболевшему бронхиальной астмой следует немедленно прекратить контакт с аллергеном, ее вызвавшим, поменять другую работу. Медицинские осмотры работников, их периодичность зависят от аллергена. Работники, подверженные аллергии и имеющие заболевания органов дыхания, не должны заниматься трудовой деятельностью там, где есть аллергены.

В официальном "Списке профессиональных заболеваний" помимо описанных выше указаны следующие заболевания, возникающие под воздействием пыли: эмфизема-бронхит, ринофарингит, пневмонии, пневмосклероз, металлическая лихорадка, а также производственные отравления аэрозолями различных металлов и дерматиты.

При неблагоприятных условиях труда для профилактики профессиональных заболеваний нужны меры, направленные на достижение гигиенических нормативов содержания пыли (аэрозоля) в воздухе. Необходимо осуществлять прежде всего технические мероприятия - герметизацию, укрытие пылящего оборудования, вентиляцию, применять индивидуальные средства защиты, а также проводить предварительные и периодические медицинские осмотры. Закрывая контракт с работодателем, гражданин должен знать в каких условиях он будет работать, при каких обстоятельствах возможны ограничения сроков его работы.

### **3.5.8. Биологические факторы**

Патогенные микроорганизмы (микробы, вирусы, риккетсии, грибы и др.) являются безопасной средой, но при особых условиях они становятся неблагоприятными для здоровья и жизни человека. Они могут существовать и увеличиваться в количестве, в том числе размножением, во всех средах обитания населения, в продуктах питания, растениях, животных и даже организме человека. Продукты жизнедеятельности микроорганизмов также могут быть

неблагоприятными для здоровья. Следовательно, в воздействиях биологического фактора живет все население. В организм биологический фактор проникает в основном через органы дыхания, через желудочно-кишечный тракт и кожу.

Биологически вредный фактор обладает токсическим, раздражающим и аллергическим действием на организм. Особенности его поведения в окружающей среде сходны с теми, которые указаны выше при рассмотрении химического вредного фактора (изменчивость количественного содержания, усиление действия при одновременном воздействии других вредных факторов, одновременное воздействие на организм нескольких составляющих факторов).

.....  
**Микроорганизмы** - продуценты, содержащие живые клетки и споры, - это микробные препараты для защиты растений (например, энтеробактерии), бактериальные и грибковые препараты (инсектициды), кормовые дрожжи.

.....  
 С ними имеет контакты население, подвергающееся их воздействию через воздушные выбросы в атмосферу предприятий-изготовителей, а также работники этих предприятий (при изготовлении препаратов и их применении).

С такими белковыми препаратами как антибиотики (пенициллин, стрептомицин и др.), ферментами, витаминами, лекарственными препаратами (например, с инсулином), белково-витаминными концентратами (стимуляторами роста) население и работники имеют такие же контакты, как и с микроорганизмами-продуцентами.

Биологически вредный фактор может привести к возникновению различных заболеваний. В качестве массового поражения населения приведем, как пример, такое аллергическое заболевание как поллиноз (сенная лихорадка), который вызывается пыльцой растений. Одним из этих растений является амброзия - дикорастущее растение в южных районах страны. При ее летнем цветении тысячи людей страдают от поллиноза. Его главные симптомы: зуд в глазах, полости носа, чихание, кашель, заложенность носа, боль в ушах, хриплый голос, головная боль, слабость, бессонница. У пострадавших могут развиваться такие заболевания как конъюнктивит, ринит, бронхит, бронхиальная астма, крапивница. Прогноз благоприятный. Предупреждение таких заболеваний может быть только в виде перемены места жительства.

Еще одним примером воздействия биологически вредных атмосферных выбросов производства белково-витаминных концентратов (БВК) служат поражения верхних дыхательных путей населения, проживавшего поблизости. Изменения в дыхательных органах наблюдались в населенных городах нашей страны и определялись как острый бронхит, ринит, крапивница, мигрень. В дальнейшем у некоторых из пострадавших сформировались хронические заболевания органов дыхания - бронхит и бронхиальная астма.

У работников в условиях воздействия указанных выше биологических вредных производственных факторов отмечено снижение иммунитета, а это способствует увеличению показателей производственно обусловленной заболеваемости. Это касается заболеваний дыхательной и сердечно-сосудистой, а также других организма.

Бруцеллез вызывается заражением работника через мясо, пух, молоко. Острая форма имеет инкубационный (скрытый) период 7-60 дней, после чего температура тела повышается до 39-40°C. В течение 3-28 дней появляются озноб, потоотделение, боли в мышцах, суставах, головная боль, увеличиваются лимфатические узлы. Хроническая форма развивается полгода после заражения в виде поражений суставов, сопровождается болями, деформацией, миофиброзом, радикулитами. Заболевание, если его не лечить, длится очень долго.

Туберкулез передается не только от людей, но и от больных животных. Уже при разгаре заболевания появляются жалобы работника на повышенную утомляемость, общую слабость, небольшую температуру тела, потливость, особенно сухой или с мокротой упорный кашель. Диагноз туберкулеза устанавливается обычно после рентгенографического обследования органов дыхания. Однако туберкулезом могут быть поражены и другие органы.

Кандидоз вызывается попаданием в организм микрогрибов. Поражает кожу, ногти, слизистые оболочки глаз, носа, внутренние органы. Ногти утолщаются, изменяют форму, на коже появляются отеки, трещины, шелушение. Больные жалуются на боли при глотании, сухость и жжение во рту, утолщение, урчание в животе, потерю аппетита, похудание, поносы или запоры.

При обнаружении указанных инфекционных заболеваний работника следует временно отстранить от работы и назначить лечение, после чего при выздоровлении можно продолжить прежнюю работу. В случае установления аллергической природы заболевания

работника надо направить на лечение и предложить ему сменить прежнюю работу на такую, где нет контакта с аллергенами.

В заключение приведем краткие сведения о заболевании, которое может быть профессиональным у медицинских работников, но во много раз чаще ему подвержено население.

ВИЧ-инфекция (синдром приобретенного иммунодефицита - СПИД). Источник заболевания - больные люди. Главный путь заражения СПИД - половой, так как вирус обнаружен в крови, сперме, грудном молоке, менструальной крови, влагалищном секрете. В слюне, слезах, моче, вирус находится в количестве, недостаточном для заражения. Контактно-бытовой и воздушно-капельный пути передачи инфекции не встречаются. Передача инфекции происходит через поврежденную кожу, например, при медицинских манипуляциях (переливании крови, хирургических, в том числе стоматологических операциях), при контакте с инфицированным материалом. Инкубационный период от 2 нед. до 3 мес. Начальная (острая) фаза заболевания протекает бессимптомно. Только у третьей части пациентов возможно повышение температуры тела, увеличение лимфатических узлов, появление сыпи и тонзиллита.

Вторая стадия наступает через 3-5 лет и более, когда больной замечает значительное увеличение лимфатических узлов.

В третьей стадии к этому присоединяются похудание, лихорадка, понос, другие инфекционные заболевания ушей, легких, кожи, а также опухоли и пр.

Четвертая стадия - это разгар указанных заболеваний и, к сожалению пока с летальным исходом вследствие отсутствия в настоящее время радикальных методов лечения СПИДа.

Гигиеническое нормирование и профилактика. Содержание микробов-продуцентов, бактериальных препаратов и их компонентов подлежит контролю в соответствии с требованиями Методических указаний по экспериментальному обоснованию ПДК микроорганизмов продуцентов и содержащих их готовых форм препаратов в объектах производственной и окружающей среды 5789/1-91. Для микроорганизмов-продуцентов ПДК являются максимальными. В документе даны названия индивидуальных микробов-продуцентов и микроорганизмов, их ПДК, класс опасности и особенности действия на организм (большинство из них является аллергенами).

Следует отметить, что воздействие микроорганизмов-продуцентов, бактериальных препаратов и их компонентов на уровне ПДК не исключает нарушения здоровья у лиц с повышенной чувствительностью.

Для биологического фактора, как и для химических веществ и пыли, установлены ПДК не только в единицах мг/м<sup>3</sup>, но и в количестве микробных клеток в кубометре воздуха (кл./м<sup>3</sup>). Например, в воздухе рабочей зоны для грибов рода Кандида (*Candida*) эти значения находятся в пределах 500-1000 кл./м<sup>3</sup>, для продуцентов антибиотиков в пределах 2000-5000 кл./м<sup>3</sup>, для антибиотиков- 0,001-0,3 мг/м<sup>3</sup>, а для дрожжей кормовых- 0,9 мг/м<sup>3</sup>. Что касается содержания патогенных токсичных микроорганизмов, то они вообще не должны быть в воздухе рабочей зоны и в атмосферном воздухе.

В соответствии со ст. 26 Федерального закона "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" условия работы с биологическими веществами, биологическими и микробиологическими организмами и их токсинами, в том числе в области генной инженерии, и с возбудителями инфекционных заболеваний не должны оказывать вредное воздействие на человека.

Все поступающие на биотехнологические предприятия должны первоначально пройти медицинское освидетельствование с определением аллергологического статуса и приняты на работу только при отсутствии противопоказаний. Раннее диагностирование профессиональных аллергических болезней при проведении периодических медосмотров имеет первостепенное и существенное значение для исхода этих заболеваний, так как наблюдения показывают, что несвоевременное прекращение контакта с аллергенами приводит к хроническому процессу.

Острые формы требуют отстранения больного от работы и лечения преимущественного в больничных условиях, после чего возможно возвращение на прежнюю работу при врачебном наблюдении. В случае наличия хронической формы или онкологического заболевания больного необходимо перевести на работу вне контакта с вредными факторами, назначить лечение.

Оздоровительные мероприятия по уменьшению влияния биологического вредного фактора заключаются в первую очередь в устранении контакта с ними человека, доведения содержания вредного фактора до уровней ПДК во всех средах обитания.

Это достигается снижением объема атмосферных выбросов, автоматизацией, герметизацией, механизацией технологических процессов.

Личная гигиена, средства индивидуальной защиты, вакцинации, проводимые перед поступлением на работу, а также профилактические (раз в год) медицинские обследования, которые проводятся в

обязательном порядке, являются мерами по снижению воздействия биологического вредного фактора на человека.

### **3.5.9. Психофизиологические факторы**

#### *Физические нагрузки.*

Физические перегрузки определяются как вредные производственные факторы трудового процесса. Они являются составной частью такого вредного производственного фактора как психофизиологический.

Физические перегрузки (тяжесть труда) отражают преимущественную трудовую нагрузку на опорно-двигательный аппарат и другие системы организма (сердечно-сосудистую, дыхательную, периферическую нервную систему и др.). В целом они характеризуются физической динамической нагрузкой и перемещением груза, общим числом стереотипных рабочих движений, величиной статической нагрузки, формой рабочей позы, степенью наклона корпуса, перемещением в пространстве.

Распространенность указанных работ достаточно высокая. В стране около 40% работников выполняют работы вручную. Из них около 2% заняты тяжелым физическим трудом. Физические нагрузки (перегрузки) могут быть у тех работников, которые при ручном труде не пользуются механизированным инструментом, а применяют лишь лом, пилу, молоток. Кроме того, ручной труд распространен при обслуживании машин и механизмов и при трудовых операциях с ручным (частично механизированным) инструментом по ремонту и наладке машин и механизмов. Особенно тяжелые физические нагрузки имеют место в том случае, если машины или механизмы работают в быстром темпе, не свойственном организму человека.

Различают три вида физических нагрузок (тяжести труда). Общие нагрузки - это такие нагрузки, когда большая часть мышечной массы человека включена в трудовую деятельность. Примерам могут быть такие профессии как грузчики, бетонщики. Региональные нагрузки - это нагрузки, выполнение которых требует включения мышечного аппарата верхнего плечевого пояса, а иногда и нижних конечностей, например, у токаря, ткачихи, штукатура, тракториста. Локальные нагрузки возникают у работников, например, при сборке небольших приборов, когда требуется применение мышц кистей, пальцев рук.

Все виды физических нагрузок могут быть по тяжести легкими, средними и тяжелыми, для которых установлены. При несоблюдении указанных гигиенических нормативов у работников развиваются профессиональные заболевания.

Среди всех профессиональных заболеваний они составляют 15-20%.

Наиболее частыми из них являются заболевания суставно-связочного, мышечного и костного аппарата (миофиброз предплечий и плечевого пояса; тендовагинит; эпикондилит; периартроз и постеоартроз плечелопаточный, локтевой, коленный; остеонекроз, бурсит), а также периферической нервной системы (моно- и полиневропатия верхних конечностей, рефлекторный синдром шейного и пояснично-крестцового уровней, шейно-плечевая и пояснично-крестцовая радикулопатия и радикуломиелопатия, координационный невроз). Рассмотрим клинические картины самых распространенных из них.

Миофиброз (разрастание соединительной ткани в мышцах, и их уплотнение) встречается у работников, выполняющих работы: локального и регионального характера, в таких профессиях как бурильщики, строители, станочники. В начале заболевания появляются жалобы на нерезкие боли в верхних конечностях после работы. При развитии заболевания боли становятся выраженными, к ним присоединяются слабость, снижение силы и выносливости мышц. При медицинском осмотре врач может прощупать болезненные уплотнения в пораженных мышцах. Хронический миофиброз развивается в среднем через 2-3 месяца после работы с физическими перегрузками, а его острую форму можно диагностировать.

Полиневропатия (заболевание периферических нервов со множественным поражением). Это заболевание встречается у работников указанных выше профессий, т.е. там, где многократно повторяются однородные движения и имеется давление на нервные стволы. Работник жалуется прежде всего на боли (чаще всего ночью), зябкость рук. Болевой синдром в дальнейшем усиливается.

При медицинском осмотре наблюдаются отечность, синюшность, похолодание, рук, уменьшение болевой чувствительности. Работоспособность верхних конечностей снижается вследствие истощения мышц. Заболевание развивается медленно, в среднем через 15 лет. При наличии обострений заболевания требуется освобождение работника от выполнения физической работы и лечения.

Координационный невроз - профессиональное заболевание работников на клавишных инструментах, у музыкантов, чертежников, машинисток, операторов на компьютерах.

Их причина - быстрый темп работы при дефиците времени в сочетании с высокой координацией движений. Главные признаки

заболевания - спазмы, судороги мышц пальцев, рук, лопаток, губ, дрожание рук. Заболевание очень стойкое, больные вынуждены оставлять свою работу и обращаться за лечением.

В результате общих физических перегрузок у женщин диагностируется такое профессиональное заболевание как опущение и выпадение матки и стенок влагалища. Оно наблюдается у женщин в возрасте до 40 лет при длительных (более десятилетий) систематических (более половины времени смены) подъемах и перемещениях тяжестей, при работе в вынужденной позе. Заболевание встречается, например, у работниц, занятых на сельскохозяйственных, строительных, погрузочно-разгрузочных, ремонтных работах.

В результате нарушения поддерживающей и фиксирующей функции матки возникают аномалии положения половых органов, при этом снижается детородная функция. Даже на начальной стадии заболевания работницу следует навсегда освободить от физических работ.

Выраженное варикозное расширение вен на ногах, осложненное воспалительными (тромбофлебиты - воспаление вен), или трофическими расстройствами, как профессиональное заболевание встречаются среди работников, связанных с длительным статическими напряжением (работа стоя), систематической переноской грузов. Оно встречается у работников подземных горных выработок, а также у населения, занятого в сельскохозяйственных работах (чаще у женщин). Обычно через 6-8 лет работы с физическими перегрузками на подкожных венах ног появляются небольшие узловатые и мешотчатые изменения, кожа становится синюшной.

При развитии заболевания могут быть явления тромбофлебита, язвы, кровотечения из них. В далеко зашедших случаях заболевшему нужно оставить выполняемую работу с физическими перегрузками и немедленно обратиться к врачу.

Хронический ларингит, узелки, язвы голосовых связок - профессиональные заболевания от локальной, но систематической физической перегрузки мышц голосового аппарата. Встречается у преподавателей, телефонистов, дикторов, артистов. Заболевание начинается с быстрого утомления во время работы, сухости, неприятных ощущений, боли в горле. Если не принять меры, на голосовых складках появляются узелки, а затем и язвы. Работнику с подобными заболеваниями целесообразнее уйти с работы и применить соответствующие лечебные меры.

Прогрессирующая близорукость - профессиональное заболевание, которое возникает от локальной физической перегрузки

мышечного аппарата глазных яблок. Такое напряжение возможно во время различения мелких предметов с близкого расстояния. Близорукость встречается у людей, работающих с оптическими приборами, с видеотерминалами, занятых на сборке мелких изделий, на корректорской работе.

Начало заболевания - ухудшение и утомление зрения, появление в поле зрения темных точек, полос, "мушек".

Больному для сохранения зрения целесообразно подыскивать работу без перенапряжения зрения.

Возникновению и развитию профессиональных заболеваний от физических перегрузок способствуют одновременно воздействующие на работников вредные производственные факторы. Так, заболевания периферической нервной системы влияют при контакте работников с химическими соединениями и в условиях воздействия охлаждающего микроклимата, а заболевания опорно-двигательного аппарата в условиях охлаждающего микроклимата возникают чаще, чем только при воздействии физических нагрузок. Интенсивный шум ускоряет развитие заболеваний голосового аппарата, пониженное освещение - прогрессирующую близорукость, нервно-психические перегрузки - координационный невроз.

Физические перегрузки способствуют возникновению производственно обусловленной заболеваемости, которая выражается в виде заболеваний различных систем организма - сердечно-сосудистой (миокардиодистрофия) и дыхательной (эмфизема легких), желудочно-кишечного тракта и других.

Главными мероприятиями по снижению физических перегрузок до ПДУ являются ликвидация ручных операций, уменьшение темпа работы, борьба с другими производственными факторами, а также лечебно-профилактические мероприятия (предварительные перед поступлением на работу и периодические медицинские осмотры).

#### *Нервно-психические нагрузки*

Нервно-психические нагрузки, называемые еще напряженностью труда, являются факторами трудового процесса и входят составной частью вместе с физическими перегрузками (тяжесть труда) в понятие психофизиологических вредных производственных факторов.

Они характеризуются как фактор трудового или нетрудового процесса, который отражает нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу человека. В связи с этим напряженность функций организма возникает под влиянием интеллектуальной, сенсорной (на органы чувств),

эмоциональной нагрузки, монотонности нагрузок, нерационального режима работы.

Распространенность работ, различных ситуаций, при которых возникают нервно-психические нагрузки, очень велика. Примерами могут быть трудовая деятельность нескольких миллионов водителей транспортных средств, преподавателей, врачей, операторов за пультами управления, людей, работающих на высоте, в коммерции (бизнесменов, продавцов), в условиях повышенной опасности травм и отравлений, участвующих в ликвидации пожаров, аварий, подвергающихся воздействию интенсивного шума, нерациональной освещенности, охлаждающего микроклимата. Экстремальные бытовые ситуации (болезнь, смерть, криминальные ситуации) также могут быть причиной нервно-психических перегрузок.

Напряженность труда как вредный производственный фактор нередко воздействует на работника совместно с другими факторами (шумом, вибрацией, микроклиматом, физическими перегрузками и пр.). Одновременное влияние усиливает те неблагоприятные отклонения физиологического и патологического характера, которые возникают при воздействии одних нервно-психических нагрузок. Напряженность трудового процесса как вредный производственный фактор подлежит гигиеническому нормированию.

В результате воздействия нервно-психических нагрузок у человека могут возникнуть неблагоприятные физиологические реакции и некоторые заболевания.

Основной удар на себя принимают такие важные системы организма как центральная нервная и сердечно-сосудистая. Субъективно это отражается в преждевременном наступлении утомления (ослабление памяти и внимания, слуха и зрения, появление слабости). При медицинском осмотре можно отметить повышение частоты пульса, кровяного давления, сухожильных рефлексов.

В дальнейшем не исключаются такие процессы как постепенная потеря массы тела, бессонница, беспокойство, эмоциональная неустойчивость, изменение потенции. Исследования иммунозащитных функций людей, имевших экстремальные нервно-психические перегрузки, приводят к тому, что временно на 3-4 недели после ситуации в их организме наблюдается резкое снижение указанной функции. Человек становится уязвимым для инфекционного начала, которое может быть как в окружающей среде, так и внутри организма. Такое иммунодефицитное состояние может стать основой для возникновения и последующего развития различных заболеваний.

Чрезмерная (экстремальная) перегрузка у отдельных лиц приводит к возникновению особого состояния, называемого стрессом.

Не исключаются смертельные случаи от чрезмерно высоких нервно-психических перегрузок, в основе которых лежит острая сердечно-сосудистая недостаточность.

Нервно-психические перегрузки являются своего рода толчком, способствующим возникновению заболеваний неспецифического (а у работников - производственно обусловленного) и специфического (профессионального) характера. К заболеваниям неспецифического характера следует отнести болезни сердечно-сосудистой системы: гипертоническую болезнь, ишемическую болезнь сердца, атеросклероз. Эндокринные заболевания, сахарный диабет могут быть обусловлены нервно-психическими перегрузками, а из желудочно-кишечных заболеваний в данном случае следует назвать язвенную болезнь, из заболеваний центральной нервной системы - астению, так называемые невротические реактивные состояния.

Из нервно-психических заболеваний специфического (профессионального) характера официально можно назвать лишь одно заболевание. Это невроз, который может развиваться вследствие длительного и непосредственного обслуживания душевнобольных людей. Он диагностируется у медицинского персонала в психиатрических учреждениях, преподавателей и обслуживающего персонала спецшкол для психически неполноценных людей.

Невроз (невротическое состояние)- это не психическое расстройство. При его начале возможна депрессия (угнетение) в виде снижения настроения, появления чувства безысходности, нарушения сна, ухудшения аппетита, раздражительности, переживания неудач. Во время медицинского осмотра наблюдаются истерические реакции с возбуждением, отказом от еды, навязчивыми состояниями. Больной при этом полностью осознает свое состояние. Начальная стадия заболевания требует лечения, а при ухудшении состояния необходимо оставить работу с душевнобольными людьми и начать лечение под постоянным врачебным наблюдением.

Мероприятия по снижению нервно-психических нагрузок включают создание оптимального психологического межличностного климата в любой среде обитания человека (на работе, дома, на отдыхе, на рабочем месте), создание благоприятных условий труда в виде снижения параметров вредных производственных факторов.

Для ликвидации условий, ведущих к преждевременному утомлению, предусматриваются мероприятия по рационализации режимов труда и отдыха, производственная гимнастика, музыкальное

вещание, комнаты психологической разгрузки. Медико-профилактические меры предусматривают предварительные и периодические (предрейсовые) медицинские осмотры, своевременное лечение заболеваний.

### **3.6. Оценка реакций организма на воздействие опасных и вредных производственных факторов**

Неблагоприятные факторы труда и трудового процесса обуславливают нарушение состояния здоровья, в первую очередь – развитие профессиональных заболеваний и рост заболеваемости с временной утратой трудоспособности. Профилактика вредного влияния физических факторов среды на здоровье рабочих и всего населения в настоящее время является большой социальной проблемой.

В настоящее время (данные 2022 года) в мире, в структуре профессиональных заболеваний первое место – 28,1% респираторные заболевания, 18,45% расстройство опорно-двигательного аппарата, 18,35% заболевания вызванные контактом с вредными веществами, 11,65% кожные заболевания, 6,8% биологические вещества, инфекции.

По данным ФЦГиЭ Роспотребнадзора, на формирование профессиональной заболеваемости работников влияют: шум (27,23%), тяжесть и напряженность (21,57%), воздействие вредных аэрозолей (19,28%), общая и локальная вибрация (16,79%), различные химические факторы (6,69%), биологические факторы (3,78%), другие производственные факторы (4,66%).

Следует отметить, что официальные показатели профессиональной заболеваемости не дают полного представления об истинном числе профессиональных больных, поскольку существующая система регистрации и учета этих заболеваний ограничена констатацией лишь новых случаев.

#### **3.6.1. Виброакустические факторы. Общая характеристика и основные методы оценки реакций организма**

Развитие новой техники, повышение мощности и быстроходности машин; увеличивают интенсивность шума и вибрации, расширяют диапазон частот в область инфранизких шумов и вибрации, в область ультразвука. Таким образом, наиболее распространенными ОВПФ становятся виброакустические.

*Шум, вибрация, инфра- и ультразвук* как стресс-факторы являются общебиологическими раздражителями, оказывающими влияние на все системы организма, вызывают появление преждевременного утомления у работающих, снижение

работоспособности и производительности труда, способствуют развитию профессиональной и общей заболеваемости.

В этой связи для целей гигиенической классификации условий труда, уточнения биологических и физических критериев нормирования, оценки работоспособности и утомления человека-оператора, разработки рекомендаций по рациональной организации режимов труда и отдыха необходима систематизация и унификация физиологических методов оценки влияния виброакустических факторов, определение их действия на специфические и неспецифические системы и функций организма в процессе труда с учетом его физической тяжести и нервно-эмоциональной напряженности.

Действие производственного шума на организм человека проявляется в специфических изменениях, наступающих в органе слуха и в неспецифических, возникающих в других органах и системах: изменяется реактивность центральной нервной системы, возникают расстройства регулирования функций.

В условиях шумовой нагрузки орган слуха выполняет двойную роль: обладая высокой разрешающей чувствительностью, снабжает организм сенсорной информацией и одновременно обеспечивает защиту от чрезмерно высокого уровня входного сигнала. В шумовой обстановке, когда характер шумового раздражителя может меняться, действует адаптационный механизм, выражающийся во временном смещении порогов (ВСП) слуховой чувствительности.

Выраженные сдвиги ВСП на звуковую нагрузку – признак хорошей подвижности нервных процессов. Длительное воздействие шума увеличивает время возвращения слуховых порогов к исходному уровню, что может служить признаком утомления анализатора. Для обнаружения наиболее ранних признаков действия шума на орган слуха и профилактики профессиональной тугоухости используют методы динамической аудиометрии, определяют дифференциальные пороги после прекращения шумового воздействия.

Изменения, возникающие в нервной системе, могут наступать раньше, чем в слуховом анализаторе, приводя к увеличению латентного периода простых и сложных сенсомоторных реакций, появлению функциональных сдвигов в сердечно-сосудистой системе, нарушению процессов терморегуляции и др.

Действие производственной вибрации определяется уровнями интенсивности, спектральным составом, способом ее передачи на человека и физическими свойствами тела человека.

Воздействуя на тело человека в зоне контакта с источником вибрации и распространяясь по тканям, колебания раздражают механорецепторы, вызывая нейрорефлекторные и субъективные реакции, а также непосредственную реакцию в тканях и органах. Длительное влияние вибрации приводит к стойким патологическим нарушениям в организме работающих, выделяемым в самостоятельную нозологическую форму профессионального заболевания – *вибрационную болезнь*.

Неблагоприятные эффекты вибрации (как общей, так и локальной) обусловлены комплексом рефлекторных изменений в функциональном состоянии различных отделов нервной системы, вызывают изменения в функциональном состоянии вестибулярного аппарата, сердечно-сосудистой и других систем.

Влияние локальной вибрации проявляется в первую очередь в реакциях нервной, сердечнососудистой и двигательной систем. Одним из ранних проявлений нарушений у операторов, работающих с ручными машинами, являются изменения кожного анализатора, выражающиеся в повышении порогов вибрационной чувствительности, а также изменения болевой чувствительности, снижение выносливости к статическому усилию и мышечной силы. При изучении функционального состояния периферического кровообращения в ответ на локальную вибрацию с успехом используются такие методы исследования как реовазография, термометрия, капилляроскопия, и определение времени появления реактивной гиперемии.

Для оценки влияния шума, вибрации, ультра- и инфразвука на организм человека, изменений его функционального состояния и развития утомления рекомендован систематизированный методический комплекс с количественными критериями, сделаны попытки ранжирования физиологических методов исследования в соответствии с их информативностью.

### **3.6.2. Реакции организма человека на воздействие промышленного ультразвука**

В настоящее время энергия ультразвуковых колебаний нашла широкое применение в различных отраслях промышленности. Наиболее широко внедрены очистка, промывка, обезжиривание, сварка, резка, шлифовка деталей, стерилизация жидкостей, инструментов.

Работа ультразвукового оборудования сопровождается распространением ультразвуковых колебаний в окружающей среде. При всех ультразвуковых технологических процессах ультразвуковые

колебания, распространяющиеся в воздухе, изолированно не встречаются. Как правило, они сочетаются с шумом различной интенсивности, образуя комплекс низкочастотных ультразвуковых и высокочастотных звуковых колебаний.

Помимо технологического ультразвукового оборудования, на предприятиях нередко ультразвуковые колебания образуются как побочное явление при работе турбин, аэродинамических труб, реактивных двигателей, при плазменной резке, напылении, наплавке и т.д.

Интенсивность и спектр ультразвуковых и звуковых колебаний может колебаться в широких пределах в зависимости от типа оборудования, уровня механизации и автоматизации технологических процессов, применения экранирования и других средств коллективной защиты (звукоизолирующих кожухов, резонаторных поглотителей, вибропоглощающих пластмасс), работающих от их воздействия.

На практике в производственных условиях уровни ультразвука нередко могут превышать предельно допустимые нормативы от 5 до 30 дБ, и в большинстве случаев колеблются в диапазоне 105–115 дБ.

Сведения о биологическом действии низкочастотного ультразвука весьма ограничены. Вопрос о степени опасности для человека низкочастотных ультразвуков является до настоящего времени дискуссионным. Высокие уровни низкочастотного ультразвука могут оказывать агрессивное действие и вызывать грубые структурные изменения в головном мозге, в ганглиозных клетках, вегетативных отделах центральной и периферической нервной системы, в сосудистых стенках.

Небольшие уровни (ниже ПДУ) высокочастотной и низкочастотной ультразвуковой энергии активируют, стимулируют физиологические процессы, более высокие оказывают угнетающее действие и могут вызвать патологические изменения в организме человека, затрагивающие нервную и эндокринную системы, процессы терморегуляции, обмена веществ, морфологический состав крови, вестибулярный анализатор, а при сочетании с высокочастотным шумом и орган слуха.

При превышении предельно допустимых уровней воздействия ультразвука вышеуказанные изменения имеют, как правило, односторонний характер и различаются лишь по частоте и глубине выраженности клинико-физиологических сдвигов в зависимости от уровня воздействия ультразвуковых колебаний.

В основном, при уровнях ультразвука 120–130 дБ, частота встречаемых изменений наблюдается в 70–90 % случаев, при уровнях 105–115 дБ – в 40-60 %, при уровнях 92–103 дБ – в 30–40 %.

Наиболее частыми жалобами персонала, обслуживающего низкочастотные промышленные ультразвуковые установки, является головная боль, тяжесть, шум в голове, повышенная утомляемость, сонливость, поверхностный сон, эмоциональная неустойчивость, головокружения с потемнением в глазах и неуверенностью походки.

С увеличением стажа работы астенический синдром может углубляться. Излишняя активность вызывает быстрое утомление, истощение сил, усиливается головная боль, тяжесть в голове, появляется быстрая утомляемость при концентрации внимания. Эти изменения могут сопровождаться общими вегетативно-сосудистыми нарушениями как в периферических, так и в центральных звеньях вегетативной нервной системы. У работающих в условиях воздействия ультразвука могут развиваться артериальная дистония, гипотонии, иногда гипертонические реакции, гипергидроз, склонность к спазму сосудов.

Параклинические методы подтверждают изменения кровоснабжения периферических сосудов головы и рук. По данным реоэнцефалографии (РЭП) отмечается повышение тонуса сосудов головного мозга с явлениями венозного застоя. Аналогичные изменения по данным реовазографии (РВГ) выявляются на кистях.

Во многих случаях вегетативно-сосудистые нарушения сочетаются с изменениями кожной чувствительности и трофики тканей на кистях, составляя клиническую картину вегетативной полинейропатии. Иногда могут возникать нарушения терморегуляции, снижение аппетита, дискомфорт со стороны желудочно-кишечного тракта.

В зависимости от выраженности клинической симптоматики поражения центральной нервной системы или периферических вегетативно-сосудистых расстройств можно выделить три стадии заболевания: начальную, умеренную и выраженную и, кроме того, предболезненное состояние.

Предболезненное состояние ограничивается в основном непостоянными субъективными жалобами на утомляемость, тяжесть в голове и др. Нередко при этом имеются легкие нервно-сосудистые отклонения на пальцах рук.

Начальная стадия заболевания проявляется в повышении количества жалоб. В нерезкой форме выступают церебральные проявления, вестибулярные расстройства, эндокринные, обменные

нарушения и дисфункции сердечнососудистой и пищеварительной систем, признаки ультразвукового вегетативного полиневрита.

Умеренная стадия характеризуется расширением субъективных и объективных изменений со стороны центральной и периферической нервной системы, обменных процессов, эндокринной функции, церебрально-сосудистых и периферических нейрососудистых нарушений. Выявляется глубокий астенический синдром, постоянные головные боли, синдром вегетативного полиневрита приобретает более выраженный характер.

### **3.6.3. Профессиональная тугоухость**

Развитие в стране механизации и автоматизации производственных процессов приводит к использованию машин, генерирующих интенсивные производственные шумы, которые оказывают крайне неблагоприятное воздействие на организм человека.

Интенсивные производственные шумы являются основным производственным фактором в металлургической, машиностроительной, горнодобывающей промышленности, в ткацких и лесотехнических производствах, на авиационном, железнодорожном и других видах транспорта, в легкой и строительной индустрии и т.д. К основным профессиональным группам рабочих, подвергающихся воздействию шумовых факторов, относятся: обрубщики, вальцовщики, бурильщики, проходчики, ткачи, испытатели-мотористы, летчики, слесари-сборщики и др.

Повреждающее действие шума на организм человека проявляется как специфическими, так и неспецифическими эффектами. К неспецифическим изменениям в организме, развивающимся при воздействии производственного шума, относятся: повышенная возбудимость центральной нервной системы (и как следствие – нарушение сна), развитие невротических и астенических расстройств, нарушение нейроэндокринной регуляции деятельности сердечнососудистой системы с развитием гипертензивных реакций, деятельности желудочно-кишечного тракта и половые расстройства.

Наиболее выраженное повреждающее действие шум оказывает на орган слуха, в частности, вызывает специфические деструктивные процессы во внутреннем ухе. Патологический процесс носит восходящий характер, постепенно поражая периферические звуковоспринимающие рецепторы (клетки Кортиева органа), звукопроводящие пути и центральный ганглий височной доли мозга, что приводит к развитию нейросенсорной тугоухости, называемой кохлеарным невритом.

Актуальность проблемы определяется высокой распространенностью профессиональной тугоухости среди работающего контингента – от 16 до 66 % в различных отраслях промышленности, а также развитием заболевания в сравнительно молодом трудоспособном возрасте, что определяет социальную значимость профилактики профессиональных нарушений органа слуха.

В России разработаны и внедрены в практику, количественные критерии профессиональных потерь слуха у рабочих, так называемых "шумовых" производств. На этих критериях основана современная классификация профессиональной тугоухости по степени тяжести процесса, которые определяют своеобразие решения вопросов дальнейшей профессиональной трудоспособности, диспансеризации рабочих "шумовых" производств, а также лечение больных профессиональным кохлеарным невритом.

Основным направлением профилактики профессиональных нарушений органа слуха является снижение уровня производственных шумов до предельно допустимых (ПДУ), Однако далеко не всегда проводимые санитарно-гигиенические и инженерно-технические меры обеспечивают соблюдение ПДУ производственного шума. Поэтому своевременное выявление самых ранних признаков неблагоприятного воздействия на орган слуха является первостепенной задачей проведения, периодических медицинских осмотров (ПМО) трудящихся "шумовых" профессий. Основным методом выявления ранних ("донозологических") форм шумового поражения звукового анализатора является психоакустическое исследование порогов слуха с помощью аудиометрии, для проведения которой используются как отечественные, так и зарубежные аудиометры.

Самые ранние нарушения слуха при воздействии интенсивного шума развиваются на частоте 1600, 1200 и 4000 Гц, что не отражается на субъективном ощущении звуковосприятия. Постепенно, по мере прогрессирования процесса во внутреннем ухе, начинает страдать социальный слух, что проявляется повышением порогов восприятия звука на речевых частотах 500, 1000 и 2000 Гц.

Определение среднего арифметического значения потерь слуха на указанных речевых частотах, а также потеря слуха на частоте 4000 Гц, в сопоставлении с показателями акуметрии являются основой количественных критериев потерь слуха при профессиональной тугоухости.

Соответственно упомянутым критериям выделяют четыре степени профессионального кохлеарного неврита: 0 – признаки

неблагоприятного воздействия шума на орган слуха (доклиническая, "донозологическая" стадия), I – кохлеарный неврит с легкой, II – с умеренной, III – со значительной степенью потери слуха. 0, I, II степени профессиональной тугоухости не снижают профессиональной пригодности рабочих, в то время как III степень является показанием для вывода рабочего из условий шумного производства и направления его на ВТЭК для определения группы инвалидности и процента потери профессиональной трудоспособности для последующей материальной компенсации.

Важным звеном профилактики профессиональной тугоухости является индивидуальный профессиональный отбор. К сожалению, каких-либо достаточно достоверных объективных тестов индивидуальной чувствительности органа слуха к шуму до настоящего времени нет, используют лишь возрастные критерии, исходя из того, что наиболее чувствительным к шуму человеческое ухо является в период физиологического формирования до 17 лет и физиологического старения – в 35–37 лет.

На этом основании не рекомендуется брать впервые на работу в "шумные" профессии лиц моложе 17 лет и старше 37 лет. Таким образом, комплексное использование мер первичной профилактики – соблюдение гигиенических нормативов шума, профотбор, а также меры вторичной профилактики, как ранняя диагностика, правильная экспертиза трудоспособности и целенаправленное адекватное лечение – являются современными аспектами снижения частоты профессиональных нарушений слуха и сохранения трудоспособности трудящихся.

#### **3.6.4. Вибрационная болезнь**

Вибрационная болезнь – одна из наиболее распространенных форм хронических профессиональных заболеваний. Ранними проявлениями вибрационного воздействия являются расстройства нервной и сосудистой систем, в виде периферических вегетативно-сосудистых и сенсорных нарушений, в более выраженных случаях отмечается развитие дистрофических изменений в опорно-двигательном аппарате. При диагностике вибрационной болезни следует обращать внимание на такие жалобы, как онемение и зябкость рук, побеление пальцев кистей при охлаждении, судороги и слабость в мышцах верхних конечностей, которые подтверждаются данными неврологического осмотра: гипотермия, акроцианоз, повышенная потливость и пастозность кистей, гипестезия по полиневритическому типу. Основные изменения в организме человека под действием вибраций и методики измерения приведены в таблице 4

В соответствии с клиническими проявлениями вибрационной болезни для ее диагностики используется довольно большой арсенал функциональных методов исследования, совокупность которых позволяет диагностировать вибрационную болезнь и степень ее выраженности, а также определить ранние доклинические проявления воздействия вибрации на организм.

К доклиническим признакам воздействия вибрации относятся: повышение порога вибрационной и болевой чувствительности, снижение показателей пульсового кровенаполнения и гипертонус сосудов артериального русла, спастикоатония капилляров, снижение выносливости мышц кистей к статическому усилию. Установлены количественные критерии доклинических признаков вибрационной расстройств: снижение кожной температуры пальцев рук ниже 27 °С, замедление времени восстановления (более 20 мин) кожной температуры кистей до исходных значений после холодной пробы, снижение реографического индекса при пальцевой реовазографии ниже 0,4, замедление времени восстановления реографического индекса после холодной нагрузки более 20 мин.

Таблица 4

## Изменения в организме, вызванные воздействием вибрации

Измеряемый показатель	Методика измерения	Пределы колебаний	Рабочие средства измерений
Степень давления иглы на кожу (способ Мочутковского)	Определение болевой чувствительности	В норме – от 0,2 до 0,48 мм Выше 0,5 мм – повышение порога болевой чувствительности	Алгезиметр VM-60
Температура кожи рук	Электротермометрия	В норме 27... 32 °С, восстановление до исходной после холодной пробы - в течение 20 мин. При вибрационной болезни отмечается гипотермия пальцев рук (ниже 25 °С), увеличение времени восстановления после холодной пробы (более 20 мин)	Электротермометр медицинский
Максимальная произвольная сила, кг  Выносливость при усилии 75 % от максимальной силы	Динамометры с определением выносливости к статическому усилию	В норме, кг: Правая рука -51±2,7; Левая рука - 48±2,3 В норме: Правая рука -27±3 с; Левая рука - 24±1,6 с При вибрационной болезни отмечается постепенное снижение силы и выносливости	Динамометры

Независимо от спектра воздействующей вибрации обязательно проводится оценка состояния сенсорной системы. Так, повышение порога вибрационной чувствительности на частоте 125 Гц выше 15 дБ или повышение порога болевой чувствительности на тыле кистей более 0,5 мм при наличии периферических вегетативно-сосудистых нарушений служат показателями отдельных признаков воздействия вибрации на организм работающего. Хотелось бы отметить, что при вибрационной болезни I степени выраженности рентгенологически могут отмечаться костно-суставные изменения компенсаторно-приспособительного характера, возникающие еще до развития клинических признаков костно-суставной патологии. Для количественной оценки вегетативно-трофических изменений, в частности остеопореза, в настоящее время применяется рентгеноденситометрия. Так, уменьшение уровня минерализации гидроксилapatита меньше  $0,41 \text{ мг/мм}^3$  в дистальных фалангах пальцев рук подтверждает наличие деминерализации костной ткани от воздействия вибрации.

Существует мнение о возможности неблагоприятного влияния вибрации на орган зрения. Проведение исследований в условиях клиники позволяет значительно расширить диагностический комплекс, направленный на объективизацию вибрационных нарушений. Применяют различные методы, позволяющие оценить состояние периферической и церебральной гемодинамики (тепловидение, радиоизотопные методы и др.), функциональное состояние головного мозга (ЭЭГ), нейромышечного аппарата (ЭМГ), рентгенологическое исследование костно-суставной системы, определение гомеостатических показателей, гормонального фона, обмена биологически активных веществ.

Кроме того, согласно клиническим наблюдениям не вызывает сомнения участие эндокринных желез в патогенезе и клинических проявлениях вибрационной болезни.

У практически здоровых горнорабочих закономерно возникают фазовые изменения активности коры надпочечников: активация при стаже до 10 лет, проявляющаяся, главным образом, усилением глюкокортикоидной функции, сменяется угнетением при нарастании длительности контакта с вибрацией и шумом. У больных вибрационной болезнью снижаются и функциональные резервы коры надпочечников.

Концентрация тестостерона в крови горнорабочих закономерно снижается уже в первые 5 лет работы. В дальнейшем эти изменения усугубляются. У больных вибрационной болезнью обнаружено

угнетение функциональных резервов гонад. Одновременно обнаруживаемое повышение гонадотропной функции гипофиза указывает на первичный характер поражения гонад. Средние показатели концентрации тиреоидных гормонов и тиротропина в крови у горнорабочих с различным стажем не отличаются от контрольных показателей. В генезе клинических проявлений вибрационной болезни определенную роль играют сдвиги в органах внутренней секреции.

Закономерное возникновение у "практически здоровых" горнорабочих при стаже свыше 5 лет изменений эндокринной, нейрососудистой и костно-суставной систем указывает на необходимость проведения комплексного профилактического лечения.

### **3.6.5. Неионизирующие излучения. Излучения оптического диапазона**

В процессе эволюции человек вполне адаптировался к естественному фону оптической радиации, источником которой является излучение Солнца. Плотность потока солнечного излучения, достигающего верхних слоев атмосферы Земли (так называемая солнечная константа), составляет примерно 1350 Вт/м<sup>2</sup>. Приблизительно 50 % потока – излучение ИК-диапазона, 45 % – видимый свет и 5 % – УФ-излучение. Плотность потока солнечной энергии на поверхности Земли значительно ниже благодаря поглощению в атмосфере и зависит от высоты Солнца над земным горизонтом, от плотности и прозрачности атмосферы. Спектр солнечного излучения, достигающего поверхности Земли, также значительно изменяется благодаря мощному поглощению УФ-части спектра озоновым слоем Земли и ИК-части водяными парами в атмосфере.

Малые дозы излучений оптического диапазона оказывают вполне благоприятное воздействие на организм человека. Однако, начиная с определённых доз, они могут вызывать и определенные патофизиологические эффекты.

По сравнению со всеми другими видами неионизирующей радиации УФ-излучение характеризуется наибольшей квантовой энергией, что и определяет высокую биотропность этого излучения. С другой стороны, так как УФ-излучение имеет низкую проникающую способность, то оно оказывает непосредственное воздействие только на поверхностно лежащие ткани. Механизм взаимодействия УФ-излучения и биообъектов главным образом фотохимический, хотя некоторые современные источники УФ-излучения эмитируют такую энергию, которая может вызывать и тепловые эффекты. Среди

биомолекул, способных поглощать УФ-излучение, наибольшее значение имеют белки и нуклеиновые кислоты. Важную роль в поглощении играют пиримидиновые кольца нуклеиновых кислот и ароматические аминокислоты белков тирозин и триптофан (максимум спектра поглощения нуклеиновых кислот составляет 265 нм, тирозина – 275 нм, триптофана – 280 нм). В нуклеиновых кислотах под действием УФ-излучения образуются атипичные молекулярные связи, нарушающие кодирующие свойства ДНК и вызывающие мутации. Значительную деструкцию претерпевают также фенилаланин и цистин. УФ-излучение эксимерных лазеров способно разрывать молекулярные связи (аблятивное фоторасщепление) и таким образом резать ткань.

Важное значение в механизмах биологического действия УФ-излучения играет эффект фотосенсибилизации – не прямое фото динамическое повреждение клеток за счет абсорбции УФ-А-излучения фотосенсибилизирующими веществами, которые вторично повреждают клеточные структуры.

.....

**Фотосенсибилизаторы** – это относительно низкомолекулярные вещества, которые могут быть эндогенными (триптофан, рибофлавины, акридин-оранж и т.п.) и экзогенными.

.....

К последним относятся некоторые лекарственные вещества, которые аккумулируются в тканях и способствуют интенсивному поглощению УФ-излучения. Среди них известны псорален, хлорпромазин, некоторые компоненты косметических кремов и т.п.

.....

С клинической точки зрения **фотосенсибилизация** – это общий термин, описывающий комбинированное действие УФ-излучения и химических веществ, которое может привести к развитию фототоксических или фотоаллергических реакций.

**Фототоксичность** – это общая реакция организма, развивающаяся при УФ-облучении кожи в присутствии фототоксических агентов.

.....

Фотоаллергия менее известна и клинически проявляется в виде экзематозных реакций, образования кожных папул и т.п. Фотоаллергия может приводить к стойкому повышению чувствительности организма к УФ-излучению даже в отсутствие фотосенсибилизатора. В некоторых случаях для индуцирования фототоксических или

фотоаллергических реакций достаточно УФ-излучения некоторых типов осветительно-облучающих люминесцентных ламп.

Биологическое действие повторных УФ-облучений значительно отличается от эффектов однократной экспозиции, т.е. имеет кумулятивный характер. В целом влияние УФ-излучения на организм человека может проявляться и как благотворное (тонизирующее, загарное, витаминизирующее, антирахитное), и как вредное (эритемное, кератоконъюнктивное, канцерогенное) в зависимости от спектра и дозы излучения. Полезное действие УФ-излучения в малых дозах может стать вредным при значительных дозах облучения.

Вследствие ограниченной проникающей способности УФ-излучения первичные эффекты облучения индуцируются прежде всего в кожных покровах и органе зрения. В силу своих фокусирующих свойств глаза особо подвержены вредному действию УФ-излучения.

Действие УФ-излучения на орган зрения. Попадающее в глаз излучение в значительной степени поглощается слизистой, роговицей и хрусталиком и только небольшая часть УФ-А-излучения достигает сетчатки глаза. Воздействие УФ-излучения на орган зрения может вызывать фотоконъюнктивит и фотокератит, которые развиваются спустя 2–24 ч после облучения. Такие ощущения как фотофобия, "песок в глазах", блефароспазм сохраняются в течение 1–5 дней.

Фотокератит развивается обычно после воздействия излучений УФ-С и УФ-В диапазонов и в гораздо меньшей степени после облучения УФ-А. Специальными исследованиями установлено, что роговица глаза наиболее чувствительна к излучению длиной волны 270 и 280 нм. Кератоконъюнктивное действие УФ-излучения является дозозависимым и определяется общим количеством поглощенной энергии (но не коэффициентом поглощения различных тканей глаза), по крайней мере в тех случаях, когда экспозиция не превышает нескольких часов,

УФ-излучение с длинами волн, превышающими 290 нм, достигает хрусталика глаза и может взаимодействовать с его тканями. Наибольшее воздействие на хрусталик оказывает УФ-излучение в диапазоне 295–320 нм. Результаты специальных экспериментов, проведенных на животных, показали, что однократное мощное воздействие УФ-излучения, а также длительное низкоинтенсивное действие могут индуцировать изменения прозрачности хрусталика. Данные некоторых эпидемиологических работ также указывают, что УФ-составляющая солнечного излучения может являться причиной развития катаракты хрусталика. Один из видов катаракты, так называемая ядерная катаракта, по-видимому, инициируется

фотохимическим воздействием УФ-излучения на аминокислоту триптофан, что приводит к образованию характерного коричневого пигмента и развитию преходящего помутнения хрусталика. Этот эффект наиболее интенсивно проявляется при воздействии излучения с длиной волны 300 нм, но только при превышении порогового дозового уровня 1500 Дж/м<sup>3</sup>.

В экспериментах на животных была также продемонстрирована возможность поражающего действия УФ-А на сетчатку глаза, однако в естественных условиях у человека большая часть УФ-А-излучения поглощается в хрусталике и вероятность повреждения сетчатки невелика.

Считается, что некоторые типы катаракт, в особенности у пожилых людей могут быть обусловлены многолетним повторным УФ-облучением, хотя существование дозовой зависимости для этого эффекта не установлено. Также не существует в литературе прямых доказательств роли УФ-излучения в развитии новообразований тканей глаза у человека. Однако известно, что меланома глаза чаще встречается у голубоглазых индивидуумов, а меланома радужки развивается исключительно у лиц с голубым цветом глаз. Опухоли роговой оболочки чаще встречаются у людей, живущих в тропических регионах.

Действие УФ-излучения на кожные покровы. Основная часть УФ-излучения, воздействующего на организм, поглощается в эпидермисе, причем степень поглощения возрастает при уменьшении длины волны. Острое УФ-облучение кожи приводит к развитию таких реакций как гиперпигментация кожи (загар), возникновение эритемы, образование пигментных гранул и изменения клеток эпидермиса. В течение длительного времени считалось, что механизм возникновения загара заключается в фотоокислении находящегося в коже премеланина, однако работы последних лет не подтвердили увеличения количества меланинового пигмента в коже под действием УФ-излучения.

Характернейшая сосудистая реакция кожи на УФ-излучение – эритема, выражающаяся в увеличении кровенаполнения капилляров кожи, что сопровождается повышением проницаемости капилляров, выходом из них нейтрофильных лейкоцитов и резкой экссудацией, в некоторых случаях до образования пузырей. Обычно эритемная реакция развивается с запаздыванием (1-8 ч) и сохраняется от одного до нескольких дней. Более высокие дозы УФ-излучения укорачивают латентный период и удлиняют время сохранения эритемы. Интенсивность эритемной реакции также возрастает с увеличением

дозы УФ-излучения, однако весьма примечателен тот факт, что степень усиления эритемной реакции с повышением дозы УФ-излучения различна для разных длин волн излучения. Это свидетельствует о существовании по меньшей мере двух различных механизмов: один из них состоит в непосредственном воздействии УФ-излучения на сосудистую оболочку капилляров, приводящем к покраснению кожи, а другой заключается во вторичной стимуляции расширения капилляров биологически активными веществами, поступающими в кожу с кровью.

Определение минимальной дозы, провоцирующей развитие эритемы (так называемой минимальной эритемной дозы – МЭД), является лучшим способом установления пороговой дозы УФ-излучения, вызывающей биологические эффекты у человека. МЭД зависит от индивидуальных особенностей кожи, прежде всего от ее пигментации и толщины эпидермиса. Так, для светлопигментированной незагорелой кожи европеоидов МЭД в среднем составляет  $200 \text{ Дж/м}^2$  при длинах волн облучения 250–300 нм, в диапазоне 300–330 нм она резко возрастает и при длинах волн 330–400 нм достигает уровня  $2 \times 10^5 \text{ Дж/м}^2$ .

Третьим компонентом кожной реакции на УФ-излучение является образование в коже пигментных меланиновых гранул и несколько позже – продукция новых гранул. Даже однократное и кратковременное УФ-излучение вызывает немедленное прекращение клеточного деления в коже на период 24 ч или более (что зависит от дозы), после чего наблюдается резкий рост числа митозов. Этот рост достигает максимума в течение 72 ч и в итоге развивается гиперплазия эпидермиса, наиболее выраженная через 5–6 сут. после облучения.

Хронические изменения, вызываемые УФ-излучением в коже, состоят в дегенерации дермиса, снижении эластичности кожных покровов вследствие дегенерации коллагеновых волокон и других гистологических изменениях. Визуально эти эффекты проявляются как раннее постарение кожи. Для эффектов этого типа пока не установлено существование дозной зависимости. Хорошо известным следствием хронических УФ-облучений, как у человека, так и у животных является провоцирование рака кожи. Существует 3 типа рака кожи: базальноклеточная карцинома, плоскоклеточная карцинома и злокачественная меланома. В настоящее время считается точно установленной роль УФ-излучений в возникновении плоскоклеточной карциномы, существуют некоторые доказательства влияния УФ-излучения на развитие базальноклеточной карциномы. Достоверных

данных о связи злокачественной меланомы с УФ-излучением в литературе не имеется.

В экспериментах на животных было показано, что существует спектральная зависимость частоты возникновения плоскоклеточной карциномы и фибросаркомы, но не базальноклеточной карциномы, причем максимум спектра канцерогенного действия УФ-излучения приходится на диапазон 280-320 нм, а сам спектр канцерогенного действия УФ-излучения крайне сходен со спектром эритемного действия. Использование в экспериментах источников, эмитирующих „чистое“ УФ-А-излучение, продемонстрировало, что УФ-А также может инициировать развитие опухолей кожи человека.

В целом исследователи приходят к выводу, что канцерогенное действие УФ-излучения зависит как от количества, так и от длительности облучений.

Частота возникновения рака кожи у человека (в однородной популяции) также характеризуется зависимостью от дозы: вероятность развития рака кожи пропорциональна квадрату доз регулярного УФ-облучения. Отсюда следует, что абсолютно безопасных доз УФ-излучения не существует, хотя малые дозы представляют собой относительно небольшую опасность. Известен ряд факторов, модифицирующих канцерогенное действие УФ-излучения. Канцерогенное действие УФ-излучения зависит от температуры кожи и диеты, оно усиливается при некоторых кожных заболеваниях, при приеме таких лекарственных препаратов как иммунодепрессанты и др.

Действие УФ-излучения на другие органы и системы. Большое число экспериментальных работ, проведенных за последнее десятилетие, показали, что УФ-В-излучение способно влиять на иммунную систему организма. Спектр действия УФ-индуцированной иммуносупрессии характеризуется наличием максимума в области 260–270 нм. Однако в изучении влияния УФ-излучения на иммунитет остается еще очень много невыясненных вопросов.

УФ-излучение в небольших дозах (порядка 2–5 мВт/см<sup>2</sup>) оказывает положительное влияние на организм человека. Так, УФ-излучение индуцирует синтез витамина Д в мальпигиевых клетках кожи. Это имеет важное значение в детском, подростковом и пожилом возрасте. У детей и стариков может наблюдаться дефицит витамина Д. У детей это приводит к рахиту, а у стариков – к остеомаляции. Переоблучение УФ не приводит к перепроизводству витамина Д и к Д-интоксикации. Спектр Д-витаминотропного действия УФ-излучения сходен со спектром его эритемного действия.

### **3.6.6. Реакции организма человека на воздействие излучения видимого диапазона**

Проникающая способность излучения видимого диапазона (светового) по отношению к большинству биологических тканей (за исключением оптических сред глаза) крайне мала. Очевидно, что излучение видимого диапазона при достаточных уровнях энергии может представлять опасность для кожных покровов и органа зрения. Однако данных о воздействии светового излучения на кожу в литературе очень мало. Не существует даже официально утвержденных ПДУ облучения кожи излучением видимого диапазона спектра. Практически отсутствуют работы по исследованию влияния светового излучения на другие системы и организм в целом. Можно, однако, утверждать, что механизм воздействия на человека излучения коротковолновой части видимого диапазона спектра близок к механизму воздействия УФ-А-излучения. Действительно, если граница между ультрафиолетовым и видимым излучением определяется спектральной границей пропускания оптических сред глаза, то при воздействии, например, на кожу трудно провести грань между ближним ультрафиолетом и коротковолновой частью видимого диапазона спектра.

В обычных условиях сетчатка глаза защищена от слишком яркого видимого излучения такими безусловно-рефлекторными механизмами, как зрачковый и мигательный рефлексы, движения глазных яблок, поворот головы в сторону от источника слишком яркого света, экранирование глаз руками и т.п. Однако в тех случаях, когда эти механизмы по каким-либо причинам не срабатывают, происходят функциональные и органические изменения органа зрения. Хорошо известно, например, что яркая световая вспышка приводит к так называемому временному ослеплению – резкому снижению абсолютной и дифференциальной световой чувствительности, разрешающей способности глаза, нарушениям цветоощущения. Минимальная ожоговая доза светового излучения по данным различных авторов колеблется от 0,7 до 2 кал/(см<sup>2</sup>·с) (от 2,93 до 8,37 Дж/(см<sup>2</sup>·с) за время мигательного рефлекса (0,15 с). Кроме того, известно, что повреждение сетчатки может происходить и при длительном воздействии света умеренной интенсивности, недостаточной для развития термического ожога. Такого рода повреждения возникают при воздействии глубокой части спектра (400-550 нм), оказывающей на сетчатку специфическое фотохимическое воздействие.

Определены три возможных пути реализации поврежденного влияния малых доз светового излучения на сетчатку. Первый заключается в том, что свет активирует окислительные деструктивные реакции в дисках фоторецепторов (фотоокислация). В роли фотосенсибилизатора в этом случае выступает зрительный пигмент ретиналь. При этом образуются свободные радикалы, которые при недостатке антиоксидантов разрушают мембраны фоторецепторных дисков. Второй возможный механизм фотохимического повреждающего действия света заключается в нарушении метаболических функций клеток сетчатки, и прежде всего пигментного эпителия, в котором свет ингибирует окислительные ферменты, вследствие чего он не может осуществлять свою питательную функцию. Третий сводится к тому, что при длительной адаптации к свету в сетчатке образуется избыточное количество оксического продукта, которым может быть ретинол, способный растворять клеточные мембраны. Ретинол содержится в наружных сегментах рецепторов и при длительном воздействии света накапливается в пигментном эпителии и повреждает его.

На практике фотохимическое повреждение сетчатки синим светом происходит в случае воздействия излучения с длинами волн от 400 до 550 нм при значениях времени экспозиции, превышающих 10 с. Видимое излучение с длиной волны короче 400 нм значительно ослабляется тканями стекловидного тела глаза, а при длинах волн более 550 нм изменения сетчатки возникают в первую очередь вследствие термического повреждения.

Существуют косвенные данные о том, что у человека могут иметь место и другие нетермические повреждения зрительной функции при воздействии видимого света. Так, было обнаружено значительное понижение функциональной активности палочковой и колбочковой систем у рабочих алмазодобывающей промышленности, работающих при высокой освещенности на рабочих местах. Среди исследователей, изучающих ретинальные эффекты интенсивного освещения, существует мнение, что воздействие излучения видимого диапазона играет определенную роль в старении сетчатки и возникновении некоторых дегенеративных изменений. Эта точка зрения подтверждается большим гистологическим сходством изменений в сетчатке старых людей и изменений, вызванных воздействием интенсивности света.

Слишком низкий уровень освещенности также, по-видимому, может быть негативно действующим фактором. Например, в XIX в. примерно у 1% шахтеров, много лет работающих в шахтах в условиях

низкой освещенности, развивался так называемый «шахтерский нистагм», однако в XX в. с введением современного освещения этот феномен перестал наблюдаться.

### **3.6.7. Действие на организм человека электромагнитных, магнитных, электрических полей и электрического тока**

Согласно современным представлениям, **электричество** - это совокупность явлений, обусловленных существованием, движением и взаимодействием электрически заряженных тел или частиц (электронов, ионов, молекул, их комплексов и т.п.), а **электрический ток** - упорядоченное и направленное движение электронов, ионов.

Соответственно, электрический ток нельзя увидеть, но можно увидеть, почувствовать результаты преобразования электроэнергии в другие виды энергии: свет, тепло, механическую энергию и др., которые могут принести не только пользу, но и нанести непоправимый урон в результате нарушения правил использования этого вида энергии и в случаях чрезвычайных ситуаций природного и (или) техногенного (антропогенного) характера.

Физические параметры электрического тока определяются силой тока, его частотой и родом - переменный или постоянный.

*Факторы, определяющие исход поражения электрическим током*

1. Величина тока и напряжения. Электрический ток как поражающий Фактор определяет степень физиологического воздействия на человека. Напряжение следует рассматривать лишь как фактор, обуславливающий протекание того или иного тока в конкретных условиях, - чем больше напряжение прикосновения, тем больше поражающий ток.

По степени физиологического воздействия можно выделить следующие поражающие токи:

- 0,8-1,2 мА - пороговый ощутимый ток (т.е. то наименьшее значение тока, которое человек начинает ощущать);
- 10-16 мА - пороговый неотпускающий (приковывающий) ток, когда из-за судорожного сокращения рук человек самостоятельно не может освободиться от токонесущих частей; может вызвать электрическую асфиксию - судорожное сокращение дыхательной мускулатуры в фазе выдоха;
- 100 мА - вызывает фибрилляцию желудочков сердца. При этом необходимо иметь в виду, что вероятность поражения таким током равна 50% при продолжительности его воздействия не менее 0,5 с.

Переменный ток от 100 мА до 5 А при частоте 50 Гц и постоянный ток от 300 мА до 5 А действуют непосредственно на мышцу сердца, что весьма опасно для жизни, поскольку спустя одну-две секунды с момента замыкания цепи этого тока через человека может наступить фибрилляция - разрозненные, аритмичные и некоординированные сокращения отдельных групп мышечных волокон желудочков сердца с частотой более 300 сокращений в минуту. При этом состоянии сердце перестает выполнять свои насосные функции, и прекращается кровоснабжение всего организма.

Ток более 5 А, как правило, фибрилляцию сердца не вызывает. При дальнейшем увеличении силы тока он приобретает дефибриллирующие свойства, но вызывает нарушение функций ЦНС и остановку дыхания центрального генеза.

2. Продолжительность воздействия тока. Установлено, что поражение электрическим током возможно лишь в состоянии полного покоя сердца человека, когда отсутствует сжатие (систола) или расслабление (диастола) желудочков сердца и предсердий. Поэтому при малом времени воздействия тока может не совпадать с фазой полного расслабления, однако все, что увеличивает темп работы сердца, способствует повышению вероятности остановки сердца при ударе током любой длительности. К таким причинам следует отнести: усталость, возбуждение, голод, жажду, испуг, принятие алкоголя, наркотиков, некоторых лекарств, курение, болезни и т.п.

3. Сопротивление тела. Величина непостоянная, зависит от конкретных условий, меняется в пределах от нескольких сотен ом до нескольких мегаом. При воздействии напряжения промышленной частоты 50 Гц сопротивление тела человека является активной величиной, состоящей из внутренней и наружной составляющих. Внутреннее сопротивление у всех людей примерно одинаково и составляет 600-800 Ом. Различные части тела и ткани человека обладают различным сопротивлением току: кости - 200 000 Ом; хрящи - 50 000 Ом; мышцы - 1500 Ом; печень - 900 Ом; слизистые оболочки - 100 Ом.

Большим сопротивлением обладает кожа - 10 000-20 000 Ом, особенно толстая и сухая кожа на ладонях и подошвах - 2 МОм.

Из этого можно сделать вывод о том, что исход травмы при прочих равных условиях зависит от места приложения тока.

Сопротивление тела не является постоянной величиной: в условиях повышенной влажности оно снижается в 12 раз, в воде - в 25 раз, резко снижает его принятие алкоголя.

4. Сила тока. Сила тока определяется соотношением напряжения и сопротивления тела, через которое он проходит ( $I = U/R$ ).

Сухая кожа имеет сопротивление 0,1-2 МОм, а влажная 1 кОм. Таким образом, ток одинакового напряжения, например в 127 В, может в одних условиях (сухая кожа) не нанести серьезного повреждения (легкое покалывание), а в других (мокрая кожа, сырой пол) - привести к смерти от фибрилляции желудочков. Сила тока в первом случае будет равна 1,27 мА, а во втором - 127 мА.

При повышении напряжения более 500 В величина сопротивления кожи уже не имеет значения, так как в месте контакта происходит «пробой» кожи, возникают «метки» тока.

Распространенный в промышленности и в быту переменный ток с частотой 50 Гц более опасен, чем постоянный ток того же напряжения. Это положение касается тока напряжением до 500 В. При данном напряжении опасность обоих родов тока уравнивается, а при напряжении выше 500 В постоянный ток опаснее, чем переменный.

Путь («петля») тока через тело человека. При расследовании несчастных случаев, связанных с воздействием электрического тока, прежде всего выясняется, по какому пути протекал ток. Ток при входе в организм разветвляется, основное же количество электричества устремляется по прямой линии от анода к катоду. Человек может коснуться токоведущих частей (или металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением) самыми различными частями тела. Отсюда наблюдается многообразие возможных путей тока. Наиболее вероятными путями признаны следующие:

- «рука — рука» (40% случаев поражения);
- «правая рука — ноги» (20%);
- «левая рука — ноги» (17%);
- «обе руки — ноги» (12%);
- «нога — нога» (6%);
- «голова - ноги» (5%).

Все петли, кроме петли «нога — нога», называются «большими», или «полными» петлями, так как ток захватывает область сердца. В этих случаях через сердце протекает 8-12% от полного значения тока. Петля «нога - нога» называется «малой», через сердце протекает всего 0,4% от полного тока. Эта петля возникает, когда человек оказывается в зоне растекания тока, попадая под шаговое напряжение.

Шаговым называется напряжение между двумя точками земли, обусловленное растеканием тока в земле, при одновременном касании их ногами человека. При этом, чем шире шаг, тем больший ток

протекает через ноги. Такой путь тока не несет прямой опасности жизни, однако под его воздействием человек может упасть и путь протекания тока станет опасным для жизни. Для защиты от шагового напряжения служат дополнительные средства защиты - диэлектрические боты, диэлектрические коврики. В случае когда использование этих средств не представляется возможным, следует покинуть зону растекания так, чтобы расстояние между стоящими на земле ногами было минимальным - короткими шажками. Безопасно также передвижение по сухой доске и прочим сухим, не проводящим ток предметам.

*Действие электрического тока на организм человека*

Электрический ток вызывает в организме общую рефлекторную реакцию со стороны центральной и периферической нервной системы, а также со стороны сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Это приводит к нарушению нормальной работы сердца или к остановке дыхания. Ответная реакция организма на действие электрического тока зависит от рода и величины тока, протекающего через тело человека, длительности воздействия, пути тока и т.п.

Различный характер реакций отдельных органов зависит не только от параметров тока, но и, главным образом, от электрического возбуждения, свойственного тканям организма. Реакция нервно-мышечного аппарата и отдельных нервов на электрическое раздражение подчиняется определенной закономерности, которая выражается в последовательном сокращении мышц и раздражении отдельных нервов. Соответственно физиологическому закону электрического возбуждения биологической ткани возбужденная ткань реагирует на электрическое раздражение, т.е. на воздействие электрического тока, только в момент возрастания тока или его убывания, а также изменения его направления. Соответственно этому наиболее опасным является переменный ток, который во времени изменяется по величине и направлению.

Частота переменного тока 50 Гц воспринимается отдельными тканями и органами раздельно. Скелетные мышцы способны воспроизводить такую же частоту раздражения и отвечать на нее нормальным сокращением. Для мышц сердца (предел частоты раздражения не превышает 5-6 раз в 1 с) раздражение током частотой 50 Гц является чрезмерным, и нарушается нормальное функционирование этого органа.

Постоянный ток как не изменяющийся во времени по величине и направлению ощущается в моменты включения и отключения от источника тока. Обычно действие его тепловое, а при значительной

величине в организме происходит химическое разложение крови и клеток ткани.

Электрический ток, проходя через живой организм, производит:

- термическое (тепловое) действие — нагрев ткани вплоть до ожогов отдельных участков тела, перегрев кровеносных сосудов, крови и т.п.;

- электролитическое (биохимическое) действие - разложение крови и плазмы, значительное нарушение их физико-химического состава, а также состава клеток ткани;

- биологическое действие - раздражение и возбуждение нервной и мышечной тканей организма, что может сопровождаться непроизвольным судорожным сокращением мышц, в том числе мышц сердца и легких. Такое воздействие может привести к фибрилляции сердечной мышцы и остановке сердца или дыхания. Биологическое действие (электрический удар) вызывает переменный ток, а также постоянный ток в момент включения и выключения человека из электрической цепи, находящейся под напряжением;

- механическое действие - расслоение, разрыв и другие подобные повреждения различных тканей организма, в том числе мышечной ткани, стенок кровеносных сосудов, сосудов легочной ткани и др., в результате электродинамического эффекта, а также мгновенного взрывоподобного образования пара от перегретой током тканевой жидкости и крови.

Электрический ток, проходя через организм, раздражает живые ткани, вызывая в них ответную реакцию - возбуждение, являющееся одним из основных физиологических процессов и характеризующееся тем, что живые образования переходят из состояния относительного физиологического покоя в состояние специфической для них деятельности. Так, если электрический ток проходит непосредственно через мышечную ткань, то возбуждение, обусловленное раздражающим действием тока, проявляется в виде непроизвольного сокращения мышц. Это так называемое прямое, или непосредственное, раздражающее действие тока на ткани, по которым он проходит.

Однако действие тока может быть не только прямым, но и рефлекторным, т.е. через центральную нервную систему.

Прохождение электрического тока вызывает раздражение рецепторов - особых клеток, имеющих в большом количестве во всех тканях организма и обладающих высокой чувствительностью к воздействию факторов внешней и внутренней среды. Раздражение рецепторов вызывает возбуждение находящихся возле них чувствительных нервных окончаний, от которых волна возбуждения в

виде нервного импульса передается по нервным путям в центральную нервную систему. В случае же чрезмерного или необычного для организма раздражения, например электрического тока, центральная нервная система может подать нецелесообразную исполнительную команду, что может привести к серьезным нарушениям деятельности жизненно важных органов, в том числе сердца, легких, даже если эти органы не лежат на пути тока. Как известно, в живой ткани, и в первую очередь в мышцах, в том числе и сердечной мышце, а также в центральной и периферической нервной системе постоянно возникают электрические потенциалы - биопотенциалы, которые связаны с возникновением и распространением процесса возбуждения, т.е. переходом живой ткани в состояние активной деятельности. Внешний ток, взаимодействуя с биотоками, значения которых весьма малы, может нарушить нормальный характер их воздействия на ткани и органы человека, подавить биотоки и тем самым вызвать специфические расстройства в организме вплоть до его гибели.

#### *Статическое электричество*

В промышленности широко используются вещества и материалы, обладающие диэлектрическими свойствами - большим сопротивлением прохождению электрического тока, способностью поляризоваться в электрическом поле, накопления, сохранения и распространения электрической энергии.

По назначению диэлектрические материалы можно разделить на электроизоляционные материалы (пассивные), используемые для электрической изоляции токоведущих частей, и активные диэлектрики. К диэлектрикам относятся воздух и другие газы, стекла, различные смолы, пластмассы, многие виды резины. По агрегатному состоянию диэлектрические материалы подразделяют на твердые, жидкие и газообразные, а по химической основе - на органические и неорганические.

Использование диэлектриков ведет к возникновению и накоплению зарядов статического электричества, которое образуется в результате трения двух диэлектриков друг о друга или диэлектриков о металлы. При этом на трущихся веществах могут накапливаться и удерживаться длительное время электрические заряды. Если тело является проводником электричества и оно заземлено, заряды статического электричества стекают в землю.

Когда напряженность электростатического поля над поверхностью диэлектрика или проводника, обусловленная накоплением на них зарядов, достигает критической (пробивной)

величины, происходит разряд статического электричества. Для воздуха пробивное напряжение составляет 30 кВ/см.

Воздействие электростатического поля на работающих в его зоне людей проявляется функциональными расстройствами и жалобами на раздражительность, головную боль, нарушение сна, снижение аппетита и др.

Допустимые уровни напряженности электростатических полей установлены ГОСТ 12.1.045-84 «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» и Санитарно-гигиеническими нормами допустимой напряженности электростатического поля (№ 1757—77).

Эти нормативные правовые акты распространяются на электростатические поля, создаваемые при эксплуатации электроустановок высокого напряжения постоянного тока и электризации диэлектрических материалов, и устанавливают допустимые уровни напряженности электростатических полей на рабочих местах персонала, а также общие требования к проведению контроля и средствам защиты.

Допустимые уровни напряженности электростатических полей устанавливаются в зависимости от времени пребывания на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряженности электростатических полей устанавливается равным 60 кВ/м в течение 1 ч.

При напряженности электростатических полей менее 20 кВ/м время пребывания в электростатических полях не регламентируется.

В диапазоне напряженности от 20 до 60 кВ/м допустимое время пребывания персонала в электростатическом поле без средств защиты зависит от конкретного уровня напряженности на рабочем месте.

Меры защиты от статического электричества применяются согласно ГОСТ 12.4.124-83 ССБТ. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования направлены на предупреждение возникновения и накопления зарядов статического электричества, создание условий рассеивания зарядов и устранения опасности их вредного воздействия.

При случайном повреждении глаз или кожи ЛИ пострадавший должен быть доставлен в здравпункт. В случае подозрения на поражение глаз или заметное повреждение кожи пострадавший должен быть обследован специалистом - офтальмологом или дерматологом и находиться под их наблюдением в течение нескольких дней.

Таблица 5

## Биологическое действие лазерного излучения

<i>Системы и органы</i>	<i>Действующий фактор</i>	<i>Параметры повреждения</i>	<i>Жалобы, симптомы</i>
Зрительный анализатор	Прямое или зеркально отраженное лазерное излучение достаточной мощности с длиной волны в видимой или ближней инфракрасной области спектра	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выпадение части поля зрения.</li> <li>• Ожоги сетчатки</li> <li>• Кровоизлияния в сетчатку с последующим образованием рубца и снижением остроты зрения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Чувство утомления глаз к концу рабочего дня.</li> <li>• Появление тупых или режущих болей в глазных яблоках.</li> <li>• Ощущение непереносимости и яркого света.</li> <li>• Слезотечение, или, наоборот ощущение сухости.</li> <li>• Сужение полей зрения</li> </ul>
	Излучение в ультрафиолетовой и дальней инфракрасной области спектра	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Болезненные конъюнктивиты и ожоги роговицы, сходные с ожогами, наблюдающимся при дуговой сварке</li> </ul>	
	Газовые лазеры на CO <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Развитие преходящих очагов помутнения в роговице глаза, обусловленных денатурацией белков</li> </ul>	
Слуховой анализатор	Постоянный шум в 70-80 дБ; Звуковые импульсы в 100-120 дБ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Поражение органа слуха - смещение порогов восприятия</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Снижение слуха.</li> <li>• Чувство тяжести и шума в голове,</li> </ul>

		тонов. • Повреждение нервной системы. • Нарушения	возникающие к концу рабочей смены или после работы.
--	--	---	---

Окончание таблицы 5

<i>Системы и органы</i>	<i>Действующий фактор</i>	<i>Параметры повреждения</i>	<i>Жалобы, симптомы</i>
		сердечно-сосудистой системы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Головокружение при перемене положения тела.</li> <li>• Снижение трудоспособности, внимания.</li> <li>• Нарушение ритма сна.</li> <li>• Апатия</li> <li>• Изменения сердечного ритма</li> <li>• Неприятные ощущения в области сердца в виде покалываний, сердцебиения</li> </ul>
Кожа	Прямое или диффузно отраженное лазерное излучение	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Функциональные сдвиги в активности внутрикожных ферментов.</li> <li>• Изменение электропроводимости кожи.</li> <li>• Эритема (покраснение)</li> <li>• Ожоги</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Неприятные ощущения в виде зуда, покалывания, боли.</li> <li>• Сухость и шелушение кожи.</li> <li>• Обострение кожных заболеваний</li> </ul>

Характер медицинской помощи при поражении глаз и их придатков определяется видом поражения, зависящим от длины волны излучения (таблица 6).

*Средства защиты от лазерного излучения.* Средства защиты должны снижать уровни ЛИ, действующего на человека, до величин ниже ПДУ. Они не должны уменьшать эффективность технологического процесса и работоспособность человека. Их защитные характеристики должны оставаться неизменными в течение установленного срока эксплуатации.

Таблица 6

## Меры первой помощи при поражении лазерным излучением

Поражение	Первая помощь
Поражения глаз ультрафиолетовым излучением	Холодные примочки на веки марлей, смоченной водой
	Глазные капли (2,5%-ный раствор новокаина)
Ожоги век и роговой оболочки	Глазные капли (0,25%-ный раствор дикаина, 2,5%-ный раствор новокаина)
	Глазные мази (5%-ная левомецетиновая или 10%-ная сульфациловая)
	Повязка на обожженные части с помощью индивидуального перевязочного пакета
	Противостобнячная сыворотка, бициллин
Ожог радужной оболочки, заднего отдела глаза или только глазного дна излучением видимого и ближнего инфракрасного (ИК) диапазонов спектра	Глазные капли (0,1%-ный раствор атропина)
	Асептическая повязка на пораженный глаз и транспортировка к офтальмологу

Средства защиты от ЛИ подразделяются на коллективные и индивидуальные. Выбор средства защиты в каждом конкретном случае осуществляется с учетом требований безопасности для данного процесса. Средства коллективной защиты (СКЗ) должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.049-80. Средства индивидуальной защиты (СИЗ) применяются при проведении пусконаладочных и ремонтных работ, работ с открытыми лазерными изделиями типа лидара и т.п. Средства индивидуальной защиты

должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.4.011-79 и маркироваться в соответствии с ГОСТ 12.4.115-82.

Средства индивидуальной защиты от лазерного излучения включают в себя средства защиты глаз и лица (защитные очки, щитки, насадки), средства защиты рук, специальную одежду.

При выборе средств индивидуальной защиты необходимо учитывать:

- рабочую длину волны излучения;
- оптическую плотность светофильтра.

Защитные лицевые щитки необходимо применять в тех случаях, когда лазерное излучение представляет опасность не только для глаз, но и для кожи лица.

При настройке резонаторов газовых лазеров, работающих в видимой области спектра, для защиты глаз следует применять защитные насадки. Защитные насадки могут использоваться самостоятельно или в сочетании с оптическими устройствами, такими как диоптрийная трубка.

Измерения интенсивности лазерного излучения и других сопутствующих факторов на рабочих местах рекомендуется проводить при вводе в эксплуатацию лазеров, изменении технологии и при проведении текущего санитарно-гигиенического контроля.

Уровень шума измеряется по ГОСТ Р ИСО 9612-2013 "Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах" и оценивается по ГОСТ 12.1.003-83. Анализ воздушной среды рабочей зоны на содержание вредных веществ проводится по ГОСТ 12.1.005-88 и ГОСТ 12.1.007-76.

Основными нормативными правовыми актами при оценке условий труда с оптическими квантовыми генераторами являются:

Методические рекомендации «Гигиена труда при работе с лазерами», утвержденные МЗ РСФСР 27 апреля 1981 г.;

ГОСТ 12.1.040—83 «Лазерная безопасность. Общие положения».

*Медицинский контроль.* К работе с лазерными изделиями допускаются лица, достигшие 18 лет и не имеющие, следующих медицинских противопоказаний:

- хронические рецидивирующие заболевания кожи;
- понижение остроты зрения — ниже 0,6 на одном глазу и ниже 0,5 на другом (острота зрения определяется с коррекцией). Допускаются следующие пределы аномалий рефракции, устанавливаемые скиаскопически на худшем глазу: близорукость - не более 6,0 Д; при нормальном глазном дне - до 10,0 Д; дальнозоркость в зависимости от коррекции - до 6,0 Д; сложный близорукий или

дальнозоркий астигматизм в меридианах наибольшего значения - не более 3,0 Д; простой близорукий, простой дальнозоркий астигматизм - не более 3,0 Д;

- катаракта.

Персонал, связанный с обслуживанием и эксплуатацией лазеров, должен проходить предварительные и периодические медицинские осмотры в соответствии с вышеупомянутым приказом.

Периодичность осмотров - один раз в год. Участие врачей-специалистов: терапевт, невропатолог, офтальмолог, дерматовенеролог, акушер-гинеколог. Лабораторные и функциональные исследования: эритроциты, тромбоциты, лейкоцитарная формула, ЭКГ.

Обследование глаз должно выполняться специально подготовленными офтальмологами с обязательным включением дополнительных методов исследований.

В случае очевидного или подозреваемого опасного облучения глаз работающих должно проводиться внеочередное медицинское обследование пострадавшего специально подготовленными специалистами. Медицинское обследование должно дополняться гигиенической оценкой обстоятельств, при которых произошло опасное облучение.

При выявлении отклонений в состоянии здоровья персонала, препятствующих продолжению работы с лазерами, администрация, в соответствии с рекомендациями медицинской комиссии, с согласия работающего, решает вопрос о его трудоустройстве.

Физические поля электромагнитной природы: электромагнитные (ЭМП), магнитные (МП) и электрические (ЭП), как факторы профессиональной деятельности и окружающей среды в настоящее время являются самостоятельной гигиенической проблемой. Получение сведений о реакции организма человека на эти воздействия представляется достаточно сложным. Информация поступает при эпидемиологических обследованиях среди населения и больших контингентов людей, занятых в производстве и контактирующих с этими факторами, по данным клинических обследований лиц, обращавшихся за медицинской помощью, у которых ранее имелся контакт с ОВПФ. Клинические и эпидемиологические обследования людей, контактирующих с физическими полями электромагнитной природы, чрезвычайно сложны и не лишены субъективизма. Результаты наблюдений в этой области часто порождают необоснованный ажиотаж среди неспециалистов, необоснованную тревогу и гиперболизацию

«вредности» факторов («радиофобию»). Необходимо разумное соотношение полученных эпидемиологических фактов с реально существующими уровнями, создаваемыми источниками излучения. Только клинические и эпидемиологические наблюдения могут подтвердить факт достоверности любой профпатологии, в том числе при действии физических полей электромагнитной природы.

Сложность эпидемиологических наблюдений за лицами, контактирующими с этими полями, заключается в отсутствии четко выраженных клинических симптомов. Нетрудно заметить в исследованиях различных авторов полиморфизм жалоб, их слабую повторяемость.

Таблица 7

## Положительное и отрицательное влияние УФО на организм

Недостаток УФ-лучей	Необходимое УФ-излучение	Избыток УФ-лучей
Авитаминоз с нарушением фосфорно-кальциевого обмена и процесса костеобразования	Интенсивное выведение химических веществ (марганца, ртути, свинца) из организма и уменьшение их токсического действия	Кожные поражения в виде острых дерматитов с эритемой, иногда отеком, вплоть до образования пузырей
	Снижение утомляемости, повышение работоспособности	Ощущение постороннего тела или песка в глазах, светобоязнь, слезотечение, блефароспазм
У детей раннего возраста - нарушение усвоения витамина D с развитием рахита	Повышение устойчивости к охлаждению	Острые поражения глаз - электроофтальмии (фотоофтальмии), острый конъюнктивит или кератоконъюнктивит
Снижение защитных свойств организма	Снижение заболеваемости, в частности, простудными заболеваниями	Хронический конъюнктивит, блефарит, катаракта

Дефицит серотонина, приводящий к депрессии, колебаниям настроения	Повышение сопротивляемости организма	Общетоксические явления с повышением температуры, ознобом, головными болями, диспепсическими явлениями
		«Старение кожи» (солнечный эластоз), развитие кератоза, атрофия эпидермиса, возможно развитие злокачественных новообразований кожи (меланома)

Более того, в реальной жизни этим факторам сопутствуют другие, даже более значимые, например, ионизирующее излучение. При всей ценности и бесспорной роли эпидемиологических данных в интерпретации их значений возникает ряд проблем, обусловленных неопределенностью времени воздействия полей, производственных ситуаций в течение рабочего дня, применением защитных средств, воздействием недостаточно идентифицированных, новых вредных факторов и т.д.

В настоящее время проводятся многочисленные исследования, направленные на изучение действия электрических полей (ЭП) на организм человека. В процессе эксплуатации энергетических установок: открытых распределительных устройств и линий электропередач напряжениям выше 400 кВ — в открытом пространстве создаются электрические поля промышленной частоты (50 Гц). При этом различные производственные процессы (ремонт приводов, разъединителей, выключателей, сигнальных цепей и др.) сопряжены с воздействием значительных уровней ЭП. Электростатические поля (ЭСП), связанные с возникновением, сохранением и регламентацией свободных зарядов на поверхности, могут иметь место в различных энергоэлектрических установках, электротехнических и производственных процессах многих отраслей промышленности: радиоэлектронной, химической и др. Однако на сегодняшний день не сложилось отчетливого представления о неблагоприятном действии ЭСП и полей промышленной частоты. На основе результатов многочисленных эпидемиологических исследований, где изучались широкий диапазон клинических показателей, отдаленные возможные последствия действия ЭП,

включая риск возникновения злокачественных новообразований, лейкемии, смертности, сделать вывод об опасности воздействия на человека ЭП нельзя.

Тем не менее, исследования по выявлению клинической симптоматики при действии ЭП на производстве позволили выявить невротический симптомокомплекс и ряд вегетативных проявлений. Частота и степень выраженности изменений в организме, как правило, коррелировали с интенсивностью и продолжительностью ЭП.

### **3.6.8. Биохимические, биофизические и иммунобактериологические показатели реакции организма человека на воздействие ионизирующего излучения**

Использование источников ионизирующего излучения в народном хозяйстве требует адекватных методов оценки их влияния на организм человека.

Казалось бы, самый простой способ решения этой проблемы – измерение полученной организмом дозы излучения с помощью дозиметрических приборов. Однако не всегда истинная тяжесть лучевого поражения соответствуют данным, полученным этим способом (например, при неравномерном облучении организма, когда невозможно оценить распределение поглощенной дозы). Кроме того, тяжесть лучевого поражения зависит от индивидуальной чувствительности организма к облучению, его физиологического состояния в момент воздействия и т.д.

Одним из способов решения указанной задачи является регистрация специфических изменений, происходящих в организме человека в ответ на действие ионизирующей радиации. При этом может нарушаться конформация белков, а в некоторых случаях и структура активного центра ферментов, что приводит к утрате ими субстратной специфичности и чувствительности к соответствующим активаторам и ингибиторам; одни ферменты при этом могут исключаться из метаболических реакций, другие становятся нерегулируемыми.

Кроме того, поражение клеточных мембран может вызывать нарушение проницаемости, смещение ионных градиентов, выход ферментов из мест специфической локализации и т. д.

В нуклеиновых кислотах возникают разрывы полинуклеотидных цепей. Повреждения структуры нуклеиновых кислот приводят к нарушению процессов репликации, трансляции и транскрипции генетической информации.

Все нарушения, вызванные воздействием излучения (такие как: нарушения клеточного цикла, хромосомные аберрации, появление в

крови и моче самых разнообразных продуктов клеточной деградации и т.д.) могут являться потенциальными биологическими показателями (индикаторами) лучевого поражения организма.

Имеющиеся на настоящий момент биологические показатели можно разделить на пять групп: гематологические; цитологические; иммунобактериологические; биохимические; биофизические.

В процессе их изучения, а также длительного поиска «универсального» показателя лучевого поражения, сформировался ряд требований, которым должен отвечать идеальный индикатор, а именно: быть специфичным к действию ионизирующего излучения; быть зависимым от поглощенной дозы; реагировать на лучевое воздействие в ранние сроки; иметь небольшой разброс значений как в норме, так и после облучения; иметь однонаправленный характер изменений у разных видов лабораторных животных в случае отсутствия достоверных данных, полученных для человека.

Очевидно, что показатель, который отвечал бы всем перечисленным требованиям, найти довольно трудно.

Предложен гликофориновый тест, суть которого состоит в следующем: ионизирующая радиация вызывает нарушение передачи генетической информации у предшественников эритроцитарных клеток. Это приводит к исчезновению с клеточной поверхности гликофоринов. Все последующие дочерние клетки также становятся дефицитными по одному или обоим гликофорином. Даже сейчас этот показатель позволяет зафиксировать наличие облучения у жителей Хиросимы, подвергшихся атомной бомбардировке в 1945 г. Кроме того, он имеет дозовую зависимость в диапазоне 0,5–6,0 Гр и специфичен к действию излучения. О специфичности, в частности, свидетельствует тот факт, что тест позволяет вычлнить радиационную компоненту на фоне применения химиотерапии при лечении онкологических больных.

Возможен еще один путь использования биологических показателей для оценки степени тяжести лучевого поражения человека – применение комплекса из нескольких показателей, которые в сумме отвечали бы как можно большему числу перечисленных ранее требований.

Кровь и моча являются наиболее пригодными материалами для оценки практически любых влияний на организм и, что особенно важно, на человека, так как эти биосубстраты – своеобразное зеркало организма, где обязательно находят свое отражение все происходящие в нем изменения. Кроме того, взятие этих биологических жидкостей практически безвредно и безболезненно для пациента.

Все показатели разделены на три группы: биохимические; биофизические; иммунобактериологические.

В состав наиболее многочисленной группы биохимических показателей входят следующие подгруппы: белки, аминокислоты, продукты их деградации; ферменты; липиды; углеводы; нуклеиновые кислоты, нуклеозиды, продукты их деградации; гормоны, простагландины; витамины; некоторые другие вещества.

### **3.6.9. Физические перегрузки. Профессиональные заболевания сенсомоторной системы**

Расстройства костно-мышечной системы от воздействия ОВПФ чрезвычайно широко распространены. В среднем каждый из работающих два дня в год теряет по этой причине. Более того, в трудоспособном возрасте (от 18 до 60 лет) большинство больных относятся именно к категории пострадавших от поврежденных опорно-двигательного аппарата. При этом статистика показывает, что тяжелое заболевание костно-мышечной системы, лишаящее человека возможности трудиться, обычно развивается постепенно и является результатом постоянных микротравм. Болезни опорно-двигательного аппарата, возникающие от производственных перегрузок, носят название "заболевания от функционального перенапряжения" (в зарубежной литературе они именуется "кумулятивная травма", "заболевания от повторяющихся движений", "болезни хронического перенапряжения").

Описываемые болезни развиваются постепенно в течение многих месяцев и даже лет как результат постоянных напряжений определенной части тела, локальное повторение активных возбуждений одних и тех же структурных образований живой ткани (нерва, мышцы, связки, сустава) приводит к их ранней изнашиваемости.

Основной причиной роста числа заболеваний от функционального перенапряжения является возросший темп труда. Полуавтоматические и автоматические линии, сборочные конвейеры, компьютеризированное управление станками и машинами, высокая интенсивность всех видов ручных операций, физически облегчив труд человека, потребовали от него большей точности, скорости и однообразия выполняемых движений.

Поскольку каждое отдельное движение само по себе неустойчиво, сокращаются периоды отдыха между ними, увеличивается скорость их выполнения, а в результате накапливается локализованное утомление.

Заболевания рук, плечевого пояса, ног и спины от постоянных трудовых микротравм встречаются при всех видах производственной деятельности, в разных отраслях промышленности от выполнения как типичных, так и специфических рабочих движений. Эти движения и позы и есть те самые факторы риска микротравматизации живых тканей, которые почти неизбежно приводят к болезням функционального перенапряжения.

От положения кисти зависит четкость выполнения таких движений, как захват, установка, нажатие, удерживание, сопоставление. Качество ручного труда однозначно зависит от удобства расположения кисти. Нельзя не упомянуть также о работах с использованием так называемой клавиатурной техники (электронно-вычислительные машины, пишущие машинки, клавишно-кнопочные пульта управления и т.п.). От расположения кисти зависит число ошибок и скорость выполнения трудовых задач, выполняемых на самом современном оборудовании.

Неудобное положение кисти заставляет работать в невыгодном для них режиме не те мышцы, которые непосредственно выполняют работу, а те, которые выполняют вспомогательную функцию. Поэтому легчайшие движения пальцами при неудобной позе могут вызвать перенапряжение шейно-плечевых мышц и даже мышц поясницы.

При силовом захвате большой палец лежит на одной оси с предплечьем, а кисть имеет небольшое отклонение наружи. Такая позиция может стать небезопасной при условии комбинирования большой тяжести удерживаемого в руке предмета с частыми движениями. Точный захват часто производится большим и указательным пальцами. Перенапряжение может развиваться, если удерживаемый предмет нужно долго держать в одном положении, оказывая сопротивление внешней силе (обрабатывающего резца, дрели, шлифовального круга и т.п.).

Повторяемость одних и тех же движений наносит вред организму в зависимости от частоты и скорости их выполнения. Очень быстрые движения могут вызвать заболевание даже при минимальной физической нагрузке, абсолютно безопасной при нормальном темпе работы. Так, при часто повторяющихся мелких движениях кисти прежде всего страдают сухожилия мышц предплечья. Особенно чревата функциональными перегрузками работа в навязанном машинной темпе. При свободном темпе труда заболевания возникают значительно реже. На сборочных конвейерах, например, число трудовых циклов повторяется до 25-50 тысяч раз в день.

Частота и (или) повторяемость одних и тех же движений определяется либо по числу движений в единицу времени, либо по времени, необходимому для выполнения полной операции (операционного цикла). Длительный цикл еще не означает, что движения выполняются редко, потому что каждый цикл состоит из одних и тех же привычных компонентов движения.

Вероятность риска появления заболеваний от функционального перенапряжения у рабочих, занятых трудом с высокой повторяемостью определенных движений, на 31 % выше, чем у рабочих с низкой повторяемостью таких движений. На повышение риска заболевания влияют также напряженность и темп работы. По степени риска напряженность работы в 10 раз превосходит ее продолжительность. Другими словами, увеличив в 10 раз продолжительность труда, при прочих равных условиях суммарную нагрузку и утомление мы увеличим в 5 раз. Однако, увеличив в 10 раз интенсивность труда, мы увеличиваем суммарную нагрузку и утомление в 50 раз. Эта разница особенно ощутима при выполнении трудовых задач с преобладанием статических элементов движения (удерживание, сопоставление и др.). Нагрузка и длительность ее поддержания – это не взаимозаменяемые, а аддитивные, взаимно дополняющие факторы риска. Если этого не понимать, то вполне ясно, откуда идет распространенное ошибочное представление о том, что физически легкая работа руками не требует периодов отдыха и благодаря механизации и автоматизации можно сколь угодно увеличивать производительность труда за счет его интенсификации.

Трудность выяснения патогенеза упомянутых заболеваний обусловлена множественностью и разнородностью их этиологии. Среди факторов, влияющих на функциональное состояние опорно-двигательного аппарата, кроме физической нагрузки и вынужденного положения тела, следует отметить возрастные, половые, антропометрические, физические, психосоциальные особенности человека.

Когда движения малой силы и незначительной амплитуды осуществляются при вынужденном однообразном положении тела, неудобные позы вызывают значительное биомеханическое напряжение суставов и окружающих их мягких тканей.

Эпидемиологические исследования выявили наличие причинной зависимости между позными нагрузками при работе и костно-мышечной патологией, особенно в области позвоночника.

Мышцы, работающие в статическом режиме сокращения, в 12 раз дольше восстанавливают свою работоспособность после

прекращения нагрузки, чем при перемежающейся, динамической работе. Более того, мышцы рук вообще не способны более нескольких минут поддерживать статическое сокращение, превышающее 20 % их силы, без выраженного и быстро нарастающего утомления. Следовательно, при отсутствии достаточного времени для восстановительного отдыха длительные статические нагрузки довольно скоро приводят к ослаблению суставов, связок и сухожилий.

Выносливость мышц к статическому усилию зависит не только от нагрузки, но и от размера мышечной группы, участвующей в поддержании той или иной позы. Общая закономерность такова, что максимальное время удержания усилия мышечной группой имеет логарифмическую зависимость от процента максимальной произвольной силы данной группы, потребного для выполнения усилия. Иными словами, арифметический прирост усилия будет сопровождаться геометрическим снижением времени его удержания. Мышцы, выполняющие динамическую работу, т. е. поочередно сокращающиеся и расслабляющиеся, более устойчивы к утомлению, чем работающие в режиме статического сокращения, и, следовательно, первые меньше подвержены развитию кумулятивных травм, чем вторые.

Итак, большинство производственных факторов риска для костно-мышечной системы можно скомпоновать в три большие группы: вынужденные неудобные позы; силовые перегрузки; высокая повторяемость однообразных движений. С учетом этого можно говорить о достоверной зависимости степени напряжения физиологических функций в процессе трудовой деятельности от уровня трудовой нагрузки.

Длительное функциональное напряжение вызывает появление признаков утомления под влиянием работы, т. е. снижения уровня работоспособности человека или в данном случае, его мышечной системы. Это проявляется как в виде субъективных неприятных ощущений и жалоб на боли в различных регионах тела, так и в виде объективных показателей уменьшения работоспособности или локальных перегрузок.

В соответствии с этим для выявления факторов условий труда, которые могут явиться причиной функционального перенапряжения опорно-двигательного аппарата и роста заболеваний костно-мышечной системы, используют эпидемиологические, описательные, анкетные, эргономические, физиологические, биомеханические данные.

Эпидемиологические исследования направлены на изучение заболеваемости костно-мышечной системы работающих. Для

выявления роли конкретных производственно-профессиональных условий в формировании заболеваемости применяют метод углубленного исследования, основанный на индивидуальном учете временной нетрудоспособности из-за болезней опорно-двигательного аппарата. В настоящее время назрела необходимость создания баз данных, на основе которых возможна автоматизированная обработка данных о заболеваемости костно-мышечной системы. Современные методы математической статистики позволяют определить влияние пола, возраста и других признаков на уровень заболеваемости.

Разнообразные клинические проявления сенсомоторных расстройств носят преимущественно неспецифический характер, мало отличающийся от распространенных аналогичных состояний непрофессионального происхождения. При решении диагностических вопросов необходимо учитывать соответствие между характером, локализацией, степенью выраженности патологических нарушений и интенсивностью, длительностью, преимущественной направленностью воздействия физических перегрузок.

Среди дополнительных методов исследования, позволяющих объективно оценить функциональное состояние нервно-мышечного аппарата, одним из наиболее информативных является спектромиография (глобальная и стимуляционная). При электромиографическом исследовании отмечаются изменения биоэлектрической активности (повышение рефлекторного тонуса мышц, снижение амплитуды колебаний, неадекватность реакций при произвольных сокращениях, нарушение структуры и изменение координаторных отношений).

Рентгенологическое исследование является необходимым методом при диагностике профессиональных заболеваний костей и суставов.

В рентгеноморфологической картине перестройки костно-суставного аппарата от воздействия физического перенапряжения также как и при вибрации различают функционально-приспособительные и дегенеративно-дистрофические изменения. К функционально-приспособительным относится рабочая гипертрофия, проявляющаяся на рентгенограммах в виде разрастания бугристостей ногтевых фаланг, утолщением диафиза и компактного слоя трубчатых костей, утолщением костных балок губчатого вещества и др. Наряду с этим, возможно выявление деформации костей и суставов профессионального характера в виде сколиоза позвоночника, плоскостопия.

Для диагностики остеопороза – наиболее раннего признака изменений в костной системе – в последнее время широкое распространение получила денситометрия, т.е. определение оптической плотности кости визуально или с помощью специальных устройств.

В функциональное обследование больных целесообразно включать различные методы, направленные на исследование периферического кровообращения (термография-тепловидение, исследование мышечного кровотока методом радиоиндикации и др.).

Определенное значение в дифференциально-диагностическом плане имеет ряд биохимических показателей, отражающих реактивно-воспалительный или деструктивный процесс опорно-двигательного аппарата (фибриноген, щелочная фосфатаза и др.).

Оксипролиновый тест является одним из наиболее специфических критериев для оценки метаболизма в костной ткани. Определение содержания оксипролина в моче дает дополнительные критерии, позволяющие оценить выраженность деструктивных изменений в костной ткани. Сдвиги минерального обмена проявляются чаще в увеличении концентрации общего кальция и активности его ионизированной фракции в сыворотке крови.

### **3.6.10. Температурные опасные и вредные производственные факторы**

#### *Холодовая болезнь*

При воздействии низкой температуры в организме человека развиваются сложные защитные и адаптационные реакции, позволяющие в течение некоторого периода времени сохранять нормальную температуру тела. Начальная реакция на действие холода выражается в усилении функции центральной и вегетативной нервной системы и росте активности функций эндокринных желез (гипофиза, надпочечников, щитовидной железы), благодаря чему и повышается обмен веществ и связанное с ним теплообразование. Одновременно ограничивается теплоотдача (сужение сосудов поверхности тела, понижение потоотделения), что приводит к поддержанию нормальной температуры тела.

Когда эта общая реакция становится недостаточной и температура тела снижается, выявляется следующая стадия – истощение и патологическое доминирование системы, ответственной за адаптацию. Последовательно развивается торможение корковых и подкорковых отделов головного мозга и понижается обмен веществ.

В зависимости от интенсивности воздействия низкой температуры могут наблюдаться острые или хронические

повреждения органов и тканей организма. По особенностям возникновения обычно различают следующие виды отморожений:

1) при температуре окружающей среды ниже 0 °С. Наиболее часто страдают дистальные отделы конечностей, в первую очередь пальцы, реже – уши, нос, щеки, подбородок, еще реже – остальные части поверхности тела;

2) при температуре среды выше 0 °С отморожения возникают в результате длительного (от нескольких суток до нескольких лет) воздействия. Поражаются преимущественно стопы и кисти;

3) контактные – возникают от непосредственного соприкосновения кожи или слизистых оболочек с сильно охлажденным предметом или веществом.

По глубине поражения различают следующие степени отморожения:

I – поражается поверхностный слой эпидермиса;

II – поражается базальный слой эпидермиса с образованием пузырей;

III – некроз кожи и подкожной клетчатки;

IV – наряду с поражениями мягких тканей некротизируется кость.

По развитию патологии во времени различают два периода:

1) дореактивный, т.е. период экспозиции холода, когда патологические реакции, морфологические изменения в тканях и клинические проявления минимальны;

2) реактивный – наступает после отогревания отмороженной части тела, в течение которого все изменения проявляются полностью.

Анализ литературных источников свидетельствует о том, что холодовая травма конечностей наблюдается почти у 100 % всех пострадавших от обморожения, в том числе ног – у 70 % и рук – 26 %. Это связано с высокой теплоотдачей именно этих частей тела из-за сравнительно большой площади при относительно малой массе тканей. Существенную роль в патогенезе холодовых травм конечностей играет и региональная гемодинамика. Гравитационный фактор, вертикальное положение тела обуславливают более высокий тонус сосудов нижних конечностей, из-за чего сосудорасширяющие реакции в них реализуются с большим трудом; В конечностях имеются критические зоны артериального кровообращения, в которых кровоснабжение значительной массы ткани обеспечивается одиночным артериальным стволом (в руке – система локтевой артерии, в ноге – подколенной). В экстремальных ситуациях эти факторы препятствуют быстрому притоку достаточного количества

крови к охлаждаемой конечности и способствуют развитию холодовой травмы.

Важная роль в патогенезе холодовой травмы отводится нарушениям нервной регуляции циркуляторных процессов в охлаждаемых тканях. Холод повышает тонус гладких мышц стенок кровеносных сосудов, что приводит к сужению их просвета и снижению кровотока вначале в капиллярах, затем в венах и артериолах. Дальнейшее снижение температуры вызывает сгущение крови в сосудах охлажденной ткани, потом стаз с агрегацией форменных элементов и образованием пристеночных тромбов.

После отогревания тканей быстрое восстановление обменных процессов (через несколько часов) при длительно сохраняющейся дистонии сосудов (до нескольких суток) вызывает циркуляторную гипоксию с развитием некротических и вторичных воспалительных изменений, развитие отека тканей при холодовой травме связано, главным образом, с повышением проницаемости стенок сосудов, а также гидрофильности ткани, обусловленной нарушением кислотно-щелочного равновесия.

Жизнедеятельность физиологических систем целостного организма человека страдает уже при снижении температуры тела ниже 30–35 °С, а при 22–25 °С развиваются необратимые нарушения.

При хронической холодовой травме общим патогенетическим звеном является нейротрофический механизм тканевых расстройств. Заболевание обычно развивается постепенно и выражается отечностью рук и ног, снижением температуры дистальных отделов конечностей на 10–18 °С, повышением потоотделения на конечностях. Затем постепенно присоединяются невротические и трофические расстройства; хронические дерматиты, стоматологические заболевания и др. Рентгенологически могут определяться деструктивные процессы ишемического происхождения; очаги перестройки балочной структуры костей, остеопороз, перемежающийся с участками склероза, развитие кист в костях, перестройки суставных хрящей. Обнаруживаются стойкие прогрессирующие васкулиты, невриты с вегетативными расстройствами в зонах, удаленных от участка охлажденной кожи (например, на слизистых оболочках полости рта).

В зависимости от климато-географической зоны, условий труда и быта, стажа работы и интенсивности воздействия охлаждающей силы среды (температуры, влажности, подвижности воздуха, степени контакта с охлаждающими предметами и веществами) отмечается значительная вариабельность расстройств обмена веществ, выделительной, пищеварительной и других систем организма. Помимо

развития патологии, непосредственно связанной с влиянием холода на организм, отмечается обострение течения уже имевшихся заболеваний. В частности, общее внешнее охлаждение имеет важное значение в патогенезе ревматизма, миозитов, невритов, угнетении резистентности к инфекциям, что приводит к возникновению нефритов, ангин и др. В итоге влияние холода приводит к алиментарному атеросклерозу, солевой гипертонии, частичной атрофии печени и др.

В период после отогревания обычно регистрировался у части пострадавших отек головного мозга и оболочек, пневмония. Иногда отмечалась гипертермия (до 39 °С) и коллапс (в связи с резким расширением сосудов кожи). Последовательность расстройств – по мере согревания постепенно восстанавливается гемодинамика, дыхание, нервная деятельность. Одновременно нарастает отек легких и общая недостаточность кровообращения. При ректальной температуре 31–32 °С возвращается сознание, появляются болевые ощущения во всем теле (особенно в конечностях), озноб. Наблюдаются "гусиная кожа", цианоз и "мраморная" окраска кожных покровов, а затем гиперемия; со стороны центральной нервной системы – бред, судороги, нарушение дыхания; изменения в крови – лейкоцитоз, гемолиз, ацидоз и др.

В более отдаленные сроки после отогревания развивались: апатия, адинамия, общая усталость, головные боли, катаральное изменение зева, тахикардия, гипертермия, расстройства дыхания, кровообращения и психики и др. Впоследствии развиваются — пневмония, сепсис, нагноение ран в участках поражения тканей холодом, анемия. У больных отмечается шаткая походка, невнятная речь, общая слабость, головные боли и боли в конечностях. Исход зависит от тяжести поражения и от течения сопутствующих заболеваний.

Таким образом, в результате воздействия не только сильного, но и весьма умеренного холода на ткани организма могут возникать очень тяжелые повреждения.

Не рекомендуется работать при постоянно пониженной температуре воздуха рабочей зоны в производственных помещениях работникам, имеющим следующие медицинские противопоказания: хронические заболевания периферической нервной системы, тромбофлебиты, выраженное варикозное расширение вен, хронические воспалительные заболевания матки с частыми обострениями и др. Периодические осмотры проводятся 1 раз в 2 года терапевтом, невропатологом, хирургом и акушером-гинекологом. В

качестве лабораторного физиологического исследования предлагается использовать холодовую пробу.

В соответствии с другими рекомендациями, рассчитанными на специфические особенности, при оценке теплового статуса организма рекомендуется определять температуру тела, кожи (в 5–9–12 точках), региональный тепловой поток с этих же участков, локальные и общее теплоощущения, определять значение охлаждающей среды и степень теплового сопротивления одежды.

В качестве методов физиологического контроля следует использовать помимо холодовой пробы еще и сочетание ее с динамической электротермометрией, а также исследование болевой и вибрационной чувствительности, капилляроскопию и др.

#### *Тепловая болезнь*

Высокая температура окружающей среды оказывает значительное влияние на организм человека. К тепловым поражениям относятся следующие заболевания: 1) тепловой и солнечный удар; 2) тепловой обморок; 3) тепловые судороги; 4) тепловое истощение вследствие обезвоживания; 5) тепловое истощение вследствие уменьшения содержания солей в организме; 6) тепловое истощение неучтенное; 7) тепловое утомление преходящее; 8) тепловой отек; 9) другие проявления теплового воздействия; 10) неучтенные.

Из представленного перечня заболеваний видно все разнообразие клинической картины развития патологии, причем два последних свидетельствуют о еще большем многообразии реакций организма на воздействие тепла.

Большинство тепловых заболеваний наблюдается у лиц, работающих в помещениях с неблагоприятным микроклиматом, или на открытой территории без индивидуальных и коллективных средств защиты под солнцем, или в нагревающей тепло-влажностной среде. Рассмотрим некоторые из них.

.....  
**Тепловой удар** – возникает вследствие острой недостаточности терморегуляторных реакций организма.  
 .....

Эта форма тепловых поражений опасна из-за большого количества летальных исходов (20–25 %). Чаще возникает у молодых здоровых людей при напряженной мышечной работе в условиях жары. В механизме развития теплового удара ведущее место занимает декомпенсация терморегуляции под воздействием экзогенного и эндогенного тепла, которое своевременно не отдается организмом в окружающую среду вследствие недостаточности потоотделения. За

счет метаболических процессов организм человека, находящегося в условиях жары, получает тепловой энергии, Кдж/ч (ккал/ч): 325–350 (78–84) – в состоянии покоя; до 1250 (300) – во время умеренной работы; до 3600 (860) – при максимальной физической нагрузке. Избыточное накопление тепла приводит к быстрому и значительному повышению температуры органов и тканей, а это в свою очередь к изменениям в ЦНС, сдвигам в электролитном обмене. Большую роль в патогенезе теплового удара при физической работе на жаре играет гипокалиемия, обусловленная выходом калия из мышц в плазму крови и чрезмерной потерей его с потом.

Симптоматика и патогенез солнечного удара являются аналогичными таковым при тепловом ударе. В данном случае ведущим фактором является инфракрасное излучение солнца и, меньшей степени, конвекционное тепло окружающего воздуха, вызывающее накопление тепла в организме выше физиологических пределов (600 кДж/ч или 143 ккал/ч).

Из предрасполагающих к тепловому удару факторов можно отметить острые и хронические заболевания, связанные, например, с недостаточностью потоотделения, поражением кожных покровов, употреблением алкоголя, бессонницей, дегидратацией. Летальность от теплового удара может достигать 70 %.

Тепловое истощение бывает двух типов. Истощение типа I возникает вследствие уменьшения содержания солей в организме и встречается обычно в самые жаркие периоды времени в связи с потерей солей при обильном потоотделении. Характерным для этой формы теплового поражения является уменьшение содержания, а иногда и полное исчезновение натрия и хлоридов в моче, увеличение концентрации мочевины крови.

Истощение типа II (термогенный ангидроз) патогенетически обусловлено перенапряжением механизмов терморегуляции в связи со срывом функции потоотделения, вследствие чего и развивается перегревание организма. Заболевание характеризуется также выраженными нарушениями гемодинамики, астеническим синдромом, в связи с чем эту болезнь также называют еще и «тропической ангидрозной астенией».

Тепловой обморок (коллапс) чаще всего наблюдается у молодых людей, плохо адаптированных к жаркому климату. Его возникновение связывают с расстройством функции сердечно-сосудистой системы вследствие интенсивной мышечной работы при высокой температуре окружающей среды. Имеются данные о довольно широкой

распространенности этой формы тепловой патологии, достигающей в ряде случаев 33 %.

.....  
**Тепловые судороги** – чаще всего наблюдаются при тяжелой мышечной работе, усиленном потоотделении, сопровождающемся обильным питьем неподсоленной воды.

.....  
 Патогенетически это поражение представляет собой внеклеточную дегидратацию с внутриклеточной гипергидратацией (т.е. водную интоксикацию). Судороги в жарком климате вызываются быстрым сдвигом кислотно-основного состояния в сторону алкалоза, приводящего к мышечным спазмам.

Преходящее тепловое утомление или астеническая реакция встречаются у людей, несколько месяцев живущих в помещениях с неблагоприятным микроклиматом. Астеническая реакция на жару проявляется медлительностью в работе, раздражительностью при общении, быстрой утомляемостью, снижением внимания и памяти. Если тепловое истощение в основном связано с нарушением терморегуляции, водно-солевого обмена и функции сердечнососудистой системы, то в основе теплового утомления и астенической реакции лежит нервно-психическое истощение. Эта форма тепловой патологии является одной из наиболее распространенных.

.....  
**Тепловой отек** – одни исследователи относят к тепловым поражениям, связанным с умеренно выраженным, но длительным нарушением водно-солевого обмена в организме.

.....  
 По данным других авторов тепловой отек развивается буквально в течение первых 7–10 дней пребывания в тропической зоне. Обычно регистрируется большое количество обращений по поводу «отека ног от жары» – голеней, лодыжек, стоп.

Помимо вышеуказанных (специфических заболеваний от теплового воздействия) имеется ряд реакций организма, проявляющихся в увеличении частоты общей заболеваемости, среди которой можно особо выделить группы нервно-психических заболеваний, болезней кожи и травматизм.

Заболеваемость наружными отитами в условиях жаркого климата также значительно возрастает, достигая в отдельных случаях 13 % от общей заболеваемости людей. Установлено, что и мочекаменная болезнь имеет тенденцию к увеличению в жарких

районах, причем в ряде областей частота заболеваний в 2–3 раза больше по сравнению с регионами с более низкой температурой. Считается, что основной причиной этого явления может быть недостаток жидкости в организме. Выявлена прямая зависимость смертности от ишемической болезни сердца от повышенной температуры воздуха у лиц старше 45 лет. Как оказалось, частота острых респираторных, так называемых "простудных" заболеваний, в условиях жаркого климата, как правило, выше, чем в умеренных широтах.

Разные исследователи выделяют и соответственно различные стадии адаптации к тепловой нагрузке на организм, полагая, что адаптация к высокой температуре среды при всей выраженной специфичности проходит те же этапы, как и при приспособляемости к другим факторам, т.е. подчиняясь тем же общим закономерностям. В частности, в результате анализа фактического материала выделяются следующие четыре стадии адаптации к высокой температуре:

1. Аварийная стадия неустойчивой адаптации – выраженная стресс-реакция, приводящая к увеличению теплопродукции, недостаточная эффективность испарительной теплоотдачи, компенсирующей резким расширением кожных сосудов со значительным возрастанием кожного кровотока. Для поддержания увеличенного кожного кровотока и нормального артериального давления возрастает частота сердечного ритма и сердечный выброс, но уменьшается кровоток во внутренних органах, повышается веномоторный тонус и увеличивается объем циркулирующей крови.

2. Переходная стадия адаптации – снижение интенсивности стресс – реакции, что, в определенной степени, влияет и на снижение тепловой нагрузки на организм. Активизируется синтез нуклеиновых кислот и белков, меняется также и тактика поведенческих реакций (если невозможно покинуть зону с высокой температурой) – двигательное возбуждение и бесплодный поиск выхода из опасной зоны сменяется уменьшением двигательной активности и ограничением количества потребляемой пищи. Последний фактор приводит к снижению функциональной нагрузки на органы пищеварения и через угнетение биосинтеза нуклеиновых кислот и белков уменьшают массу этих органов, ликвидируя тем самым несоответствие между сниженным кровотоком и большой массой органа – исчезает возможность развития относительной тканевой гипоксии. В конечном итоге все это способствует уменьшению теплопродукции.

3. Стадия устойчивой долговременной адаптации – формируется в естественных условиях жизни, когда имеется возможность избежать непрерывного действия высокой температуры. Она характеризуется хорошо сформированным системным структурным следом: повышением порога чувствительности тепловых рецепторов, укорочением латентного периода, включением испарительной теплоотдачи и рабочей гипертрофией эффекторного органа испарительной теплоотдачи. Во внутренних органах происходят структурные изменения, в связи с которыми периодическое резкое перераспределение кровотока не сопровождается ростом теплопродукции. У большинства жителей жарких стран при соблюдении ими традиционно сложившихся режимов труда, отдыха и питания поддерживается именно стадия устойчивой долговременной адаптации к высокой температуре.

4. Стадия истощения и патологического доминирования функциональной системы, обеспечивающей поддержание температурного гомеостаза развивается чаще всего при непрерывно длительном и чрезмерно интенсивном периодическом длительном действии высокой температуры. В этой стадии могут появляться признаки аварийной стадии адаптации, а также явления отрицательной перекрестной перестройки организма: снижение детоксикационной функции печени, уменьшение устойчивости к физическим нагрузкам. В связи с тратой водных ресурсов организма для испарительной теплоотдачи состояние отягчается развивающейся хронической дегидратацией и потерей солей, витаминов, ферментов и других жизненно необходимых веществ. Восполнение этих потерь затруднено в связи с доминантой в поведенческой реакции функциональной системы, а именно — угнетением аппетита и значительным уменьшением количества потребляемой пищи, что может привести к развитию белкового голодания, авитаминоза и т.д.

Длительное воздействие нагревающегося микроклимата предъявляет повышенные требования к системам организма, ответственным за сохранение теплового гомеостаза. При этом возможны не только физиологические сдвиги в этих системах, но и развитие патологических синдромов, составляющих клинику хронического перегрева. Наиболее выраженные реакции при длительной работе в условиях нагревающего микроклимата отмечаются со стороны нервной и сердечно-сосудистой систем, электролитного обмена. Процесс адаптации к условиям нагревающего микроклимата очень сложен и у некоторых людей он не завершается даже через 3–5 лет, что приводит к повышению производственного

травматизма, более раннему формированию сердечно-сосудистой патологии.

Хронический перегрев у рабочих глубоких угольных шахт, рудников и металлургических цехов проявляется вегетососудистой дистонией с нарушением терморегуляции, снижением термоустойчивости эритроцитов, нарушениями электролитного обмена. В условиях нагревающего микроклимата отдача тепла организмом затруднена, а при увеличении тяжести работы происходит его накопление, в связи с чем не происходит должного восстановления физиологических функций и развивается напряжение или даже перенапряжение, характеризуемое тахикардией во время работы (150–160 уд./мин), ростом легочной вентиляции (40–60 л/мин), увеличением энерготрат (до 9–16 ккал/мин) и влагопотерь за смену (до 3–5 л).

Диагностические критерии хронического перегрева:

- вегето-сосудистая дистония перманентного течения – жалобы на головную боль, раздражительность, вялость, потливость, снижение аппетита, боли в области сердца, не связанные с физической нагрузкой, нарушение сна, головокружение, чувство нехватки воздуха, сердцебиение в покое, судороги мышц после работы, шаткая походка. Объективно отмечаются колебания сердечного ритма, склонность к тахикардии, повышение артериального давления (АД), асимметрия АД. При неврологическом осмотре наблюдается дрожание сомкнутых век, эмоциональная лабильность и др. О вегетативной дисфункции свидетельствуют изменения пробы Ашнера (подсчет пульса до и после надавливания на глазные яблоки), клинко-ортостатическая проба (частота пульса при переходе из положения стоя в положение лежа);

- вегето-сосудистая дистония пароксизмального течения – приступы, впервые возникающие во время работы или в первые часы после смены. Они проявляются внезапным возникновением общей резкой слабости, болями в области сердца ноющего или сжимающего характера или неприятными ощущениями "в сердце", усиливающимися при физическом или эмоциональном напряжении, сопровождающиеся чувством тревоги, беспокойством, чувством страха смерти. Головная боль носит различный характер, преобладают ощущения тяжести в голове, иногда в форме мигрени сопровождаются тошнотой. Может отмечаться несистемное головокружение, неустойчивость равновесия. АД в этот момент имеет тенденцию к возрастанию. Отмечается тахикардия – до 100–110 уд./мин. Нарушение терморегуляции проявляется склонностью к субфебрилитету (37,2–37,5 °С).

Вне приступа у этих больных сохраняется склонность к повышению АД, его асимметрия, изменение пробы Ашнера, усиление ортостатической пробы, красный дермографизм. В дальнейшем указанные приступы могут возникать и вне зависимости от производственного фактора.

Определяется пониженная терморезистентность эритроцитов. Определяется снижение калия в эритроцитах (менее 4,5 ммоль/л) и повышение натрия (более 140 ммоль/л). На ЭКГ у больных с хроническим перегревом определяются дистрофические изменения в миокарде, нарушение процессов реполяризации.

Общим противопоказанием для приема на работу в условиях нагревающего микроклимата считаются явления выраженной вегетососудистой дистонии, артериальной гипертензии, ишемической болезни сердца.

### **Контрольные вопросы**

1. Дать определение понятиям: фактор риска, производственно-обусловленная заболеваемость, Профессиональные заболевания (отравления), охлаждающий микроклимат, вегетативно-сенсорная полиневропатия, нагревающий микроклимат, шум, порог слышимости, инфразвук, электромагнитное поле (ЭМП), астеновегетативный синдром, освещенность, яркость, острота зрения, быстрота различения, устойчивость ясного видения, ионизирующее излучение, ПДД, ПД, Пыль, Микроорганизмы, фотосенсибилизация, Фототоксичность, Фотосенсибилизаторы, Тепловой удар, Тепловые судороги, Тепловой отек,
2. Как проводится оценка риска?
3. Классификации условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса
4. Как осуществляется мониторинг? Какие наблюдения ведутся при проведении социально-гигиенического мониторинга??
5. Какие основные профессиональные вредности Вы знаете?
6. Какие виды заболеваний связаны с неправильной организацией трудового процесса?
7. Принципы нормирования опасных и вредных производственных факторов
8. Как осуществляется гигиенический контроль за факторами окружающей среды, условиями труда и быта?
9. Что такое производственный охлаждающий и нагревающий микроклимат.

10. Назовите профессиональные заболевания от воздействия производственного микроклимата.
11. Каковы основные меры оздоровления производственного микроклимата?
12. Какие заболевания могут быть от воздействия шума?
13. В каких единицах измеряется и нормируется шум?
14. Назовите физические характеристики шума, которые учитывать при борьбе с ним.
15. Назовите основные меры по снижению шума.
16. Инфразвук. Особенности воздействия на человека.
17. Какие источники ультразвука самые распространенные и воздействие он оказывает на здоровье человека?
18. Назовите причины возникновения вибрационной болезни и стадии течения. Назовите возможные лечебно-профилактические мероприятия.
19. Перечислите источники электромагнитного загрязнения среды. Назовите основные характеристики ЭМП.
20. Какие методы исследования изменений в организме человека под действием электромагнитных, магнитных и электрических полей Вы знаете?
21. В чем заключается клиническое проявление воздействия электромагнитных, магнитных и электрических полей?
22. Каковы источники поступления ионизирующих излучений?
23. К каким последствиям приводит воздействие ионизирующих излучений на людей?
24. Какие излучения называются неионизирующими. Влияют ли на здоровье человека?
25. Назовите профессиональные заболевания при воздействии ИК-, УФ- излучений.
26. Какие заболевания может вызвать УФ-излучение при воздействии на орган зрения?
27. В чем заключается действие УФ-излучения на кожные покровы?
28. Каково действие излучения видимого диапазона на организм человека?
29. Каковы клинические формы острой лучевой болезни?
30. Каковы симптомы острой лучевой болезни?
31. Как проводится диагностика степени тяжести острой лучевой болезни?
32. В чем заключаются наиболее частые причины возникновения заболеваний от физических перегрузок?

33. Каковы симптомы заболеваний, связанных с физическими перегрузками?

### Практические задания

*Решите ситуационные задачи*

**1. Дано.** В результате несчастного случая молодой человек получил удар электрическим током. При осмотре: пострадавший без сознания, дыхание частое, поверхностное, пульс на сонных артериях слабый, частый, артериальное давление 100/50 мм рт.ст., кожные покровы бледные. **Задание.** Расскажите о порядке своих действий в данной ситуации и первой медицинской помощи пострадавшему.

**2. Дано.** Техник, обслуживающий лазерную установку, обратился в медпункт с жалобами на появление режущих болей в глазах, яблках, ощущение «непереносимости яркого света», слезотечение. **Задание.** Расскажите о первой медицинской помощи пострадавшему.

**3. Дано.** Работница кожевенного цеха, выполняющая обрезку шкур вручную, предъявляет жалобы на жгучие боли в правом (рабочем) предплечье, усиливающиеся к концу рабочего дня и недели. При осмотре отмечаются отечность и болезненность мышц предплечья и мест их прикрепления. **Задание.** Определите, какое профессиональное заболевание может появиться у работницы; какие меры профилактики можно порекомендовать?

**4. Дано.** Работник рыболовецкого траулера, со стажем работы 10 лет, стал предъявлять жалобы на «зябкость» конечностей, повышенную потливость ладоней и пальцев, боли и слабость в конечностях. При осмотре отмечаются гипотермия (снижение температуры) кистей рук, трещины кожи на пальцах, снижение болевой чувствительности в виде перчаток. **Задание.** Определите, какое профзаболевание может появиться у работника; какие меры профилактики можно порекомендовать?

## Глава 4. ФИЗИОЛОГИЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

- 4.1. Физиология труда
- 4.2. Состояние здоровья населения
- 4.3. Физиологические закономерности трудовой деятельности человека
- 4.5. Физиологическая характеристика труда в условиях зрительного напряжения
- 4.6. Физиологическая характеристика функционального состояния человека в процессе монотонного труда
- 4.7. Физиологические сдвиги в организме при работе
- 4.8. Гигиенические критерии условий труда
- 4.9. Виды профессиональной вредности
- 4.10. Гипокинезия человека в процессе трудовой деятельности и ее отрицательные последствия
- 4.11. Работоспособность и утомление
- 4.12. Физиологические основы рациональной организации трудовых процессов

### 4.1. Физиология труда

.....  
**Физиология труда** – раздел физиологии и гигиены труда, который исследует функциональные сдвиги в организме при работе и разрабатывает меры по сохранению и повышению работоспособности, предупреждению отрицательного влияния на здоровье рабочих в процессе трудовой деятельности.  
 .....

При любом виде труда затрачивается энергия, наблюдаются физиологические сдвиги в организме. При физическом труде, как правило, происходят значительные сдвиги в системах, обеспечивающих мышечную деятельность, в частности в системах дыхания и кровообращения. При умственном труде основным является участие нервной системы и наблюдается меньшее усиление обмена веществ.

В зависимости от основных характеристик и физиологических требований, предъявляемых к организму, принято различать следующие формы труда:

1. Труд физический, требующий значительной мышечной активности и, следовательно, связанный с большими энергозатратами. К нему относится работа грузчика, каменщика, кузнеца и ряда других профессий.

2. Механизированные формы труда, связанные с обслуживанием различных станков и машин, например, труд токаря.

3. Автоматизированный и полуавтоматизированный труд – работа наладчика, штамповщика, ткача.

4. Конвейерный или групповой труд, связанный с перемещением изделий по ходу его обработки от одного рабочего к другому. Нередко труд на конвейере требует напряжения зрения, связан с необходимостью выполнения в единицу времени множества однообразных мелких движений, необходимостью длительного пребывания в определенной позе, часто сидя.

5. Интеллектуальные формы труда: профессии, занятые в сфере материального производства – инженеры, мастера, бухгалтеры и др., и профессии вне сферы материального производства – писатели, педагоги и др.

В современных формах трудовой деятельности чисто физический труд не играет существенной роли. Однако и в наши дни физиологическая классификация трудовой деятельности используется для характеристики отдельных профессий.

Формы труда, требующие значительной мышечной активности. В настоящее время этот вид трудовых операций имеет место при отсутствии механизированных средств для работы. Эти работы характеризуются, в первую очередь, повышенными энергетическими затратами от 17-25 МДж (4000-6000 ккал) и выше в сутки.

Физический труд, развивая мышечную систему и стимулируя обменные процессы, в то же время имеет ряд отрицательных последствий. Прежде всего, это социальная неэффективность физического труда, связанная с низкой его производительностью, необходимостью высокого напряжения физических сил и потребностью в длительном — до 50 % рабочего времени — отдыхе.

Групповые формы труда - конвейер. Особенности данных форм труда определяются дроблением процесса на операции, заданным ритмом, строгой последовательностью выполнения операций,

автоматической подачей деталей к каждому рабочему месту с помощью движущейся ленты конвейера.

Конвейерная форма труда требует синхронизированной работы ее участников в соответствии с заданным темпом и ритмом. При этом, чем меньше интервал времени, затрачиваемый работником на операцию, тем монотоннее работа, тем проще ее содержание.

.....  
**Монотония** — одна из ведущих отрицательных особенностей конвейерного труда, приводящая к преждевременной усталости и быстрому нервному истощению.  
 .....

В основе этого специфического явления лежит преобладание процесса торможения в корковой деятельности, развивающееся при действии однообразных повторных раздражителей. При этом снижается возбудимость анализаторов, рассеивается внимание, снижается скорость реакций и быстро наступает утомление.

Механизированные формы труда. При этих формах труда энергетические затраты рабочих находятся в пределах 12,5-17 МДж (3000-4000 ккал) в сутки.

Особенностью механизированных форм труда являются изменения характера мышечных нагрузок и усложнение программы действий. Профессии механизированного труда нередко требуют специальных знаний и двигательных навыков. В условиях механизированного производства наблюдается уменьшение объема мышечной деятельности, в работу вовлекаются мелкие мышцы дистальных отделов конечностей, которые должны обеспечить большую скорость и точность движений, необходимую для управления механизмами. Однообразие простых и большей частью локальных действий, однообразие и малый объем воспринимаемой в труде информации приводит к монотонности труда.

Формы труда, связанные с частично автоматизированным производством. При полуавтоматическом производстве человек выключается из процесса непосредственной обработки предмета труда, который целиком выполняет механизм. Задача человека ограничивается выполнением простых операций по обслуживанию станка: подать материал для обработки, пустить в ход механизм, извлечь обработанную деталь.

Характерные черты этого вида работ — монотонность, повышенный темп и ритм работы, утрата творческого начала.

Физиологической особенностью в значительной мере автоматизированных форм труда является готовность работника к

действию и связанная с ней быстрота реакции по устранению возникающих неполадок. Такое функциональное состояние «оперативного ожидания» бывает различным по степени утомительности в зависимости от отношения к работе, срочности необходимого действия, ответственности предстоящей работы и т.д.

Формы интеллектуального (умственного) труда. Этот труд представлен как профессиями, относящимися к сфере материального производства (конструкторы, инженеры, техники, диспетчеры, операторы и др.), так и вне его (врачи, учителя, писатели, артисты, художники и др.).

Интеллектуальный труд характеризуется, как правило, необходимостью переработки большого объема разнородной информации с мобилизацией памяти, внимания, частотой стрессовых ситуаций. Вместе с тем, мышечные нагрузки, как правило, незначительны, суточные энергозатраты составляют 10-11,7 МДж (2400-2000 ккал в сутки). Для данного вида труда характерна гипокинезия, т.е. значительное снижение двигательной активности человека, приводящее к ухудшению реактивности организма и повышению эмоционального напряжения. Гипокинезия является неблагоприятным производственным фактором, одним из условий формирования сердечно-сосудистой патологии у лиц умственного труда.

В условиях научно-технического прогресса возрастает роль творческого элемента во всех сферах профессиональной деятельности. Во многих профессиях преимущественно физического труда увеличивается доля умственного компонента, что приводит к стиранию граней между умственным и физическим трудом.

Умственный труд объединяет работы, связанные с приемом и переработкой информации, требующие преимущественного напряжения сенсорного аппарата, внимания, памяти, а также активации процессов мышления, эмоциональной сферы.

Формы умственного труда подразделяются на операторский, управленческий, творческий труд, труд медицинских работников, труд преподавателей, учащихся и студентов. Указанные виды труда отличаются по организации трудового процесса, равномерности нагрузки, степени эмоционального напряжения.

Операторский труд. В условиях современного механизированного производства основными становятся функции контроля за работой машин, широкое распространение приобретает операторская деятельность.

.....

**Управленческий труд** — труд руководителей учреждений, предприятий характеризуется чрезмерным ростом объема информации, возрастанием дефицита времени для ее переработки, повышенной личной ответственностью за принятие решений, периодическим возникновением конфликтных ситуаций.

**Творческий труд** — научные работники, писатели, композиторы, артисты, художники, архитекторы, конструкторы — наиболее сложная форма трудовой деятельности, требующая значительного объема памяти, напряжения внимания, что повышает степень нервно-эмоционального напряжения.

Труд преподавателей и медицинских работников отличается постоянными контактами с людьми, повышенной ответственностью, часто дефицитом времени и информации для принятия правильного решения, что обуславливает высокую степень нервно-эмоционального напряжения.

Труд учащихся и студентов характеризуется напряжением основных психических функций, таких как память, внимание, восприятие; наличием стрессовых ситуаций (экзамены, зачеты).

Первичные функциональные изменения в организме человека при умственном труде наступают, прежде всего, в динамике изменений высшей нервной деятельности. Локальные процессы активации развиваются во многих зонах мозга, захватывая левое и правое полушарие. Важнейшую роль в осуществлении психических функций играют лобные отделы мозга.

Исследования по физиологии труда проводятся в двух направлениях:

1. изучение общих физиологических закономерностей трудовых процессов;
2. изучение физиологических реакций организма при конкретных видах производственной деятельности.

Задачи физиологии труда охватывают широкий круг вопросов:

- изучение физиологических закономерностей при физических, нервно-психических нагрузках и при воздействии других вредных производственных факторов (шума, вибрации, микроклимата и др.);
- исследование физиологических механизмов, определяющих динамику работоспособности человека в современных производственных условиях;
- разработку физиологических основ мероприятий в целях повышения работоспособности и снижения утомления.

Классификация основных видов (форм) организации трудовой деятельности. Автоматизированный труд подразделяется на комплексно-автоматизированный и собственно автоматизированный. Комплексная автоматизация труда - это такая высокая степень организации производства, при которой управление осуществляется с дистанционных щитов и пультов управления, располагающихся в изолированных помещениях или кабинах. Ее разновидностью является автономная комплексная автоматизация труда, представленная разнообразными транспортными средствами. Основным вред в данном случае наносят нервно-психические перегрузки.

Автоматизированное производство - более низкая ступень, так как в ее организации хотя и имеет место управление с пультов и щитов, но они располагаются в цехе рядом с оборудованием. Поэтому к такому вредному производственному фактору как нервно-психические перегрузки прибавляются факторы, присущие конкретному производству: химические вещества, пыль, шум и пр.

В целом же автоматизированный труд имеет несомненное гигиеническое преимущества прежде всего в том, что в несколько раз сокращается численность работников во вредных условиях труда.

.....  
**Механизация труда** - это более низкая, но самая частая ступень организации производства, при которой полностью или частично рабочие операции выполняют машины и механизмы.

.....  
 Механизация труда подразделяется на комплексно-механизированный, собственно механизированный и механизированно-ручной труд.

Комплексно-механизированный труд представляет такую организацию производственного процесса, когда основные и вспомогательные технологические процессы выполняются машинами, механизмами и другими видами оборудования. На первый план из вредных производственных факторов выходят те, которые генерирует данное производство - шум, пыль и пр.

Механизированный труд отличается от предыдущего тем, что в нем имеет место неполная механизация. Поэтому при этой распространенной форме организации производства наблюдаются физические перегрузки в сочетании с воздействием других вредных производственных факторов.

Механизированно-ручной труд (весьма распространенный) тоже относится к труду с неполной механизацией, так как при выполнении работ широко используются механизированно-ручные пневмо- и

электроинструменты. Эти вредные производственные факторы аналогичны физическим перегрузкам, но выражены в большей степени.

Ручной труд - это труд, который выполняется вручную с использованием исключительно мускульной силы человека и примитивных орудий труда (лопаты, лома и др.) без применения инструментов с приводом. Главным вредным производственным фактором при ручном труде являются физические перегрузки. Другие вредные производственные факторы воздействуют на работника достаточно интенсивно, так как он находится в эпицентре их выделения (генерации) - на расстоянии вытянутой руки. Исключением надо считать ручной труд при работе на конвейерах, при котором у трудящихся возможны нервно-психические перегрузки. На производстве указанные виды труда далеко не всегда встречаются в чистом виде, а чаще в различных соотношениях.

Эффективность трудовой деятельности человека в значительной степени зависит от следующих факторов: предмет и орудия труда, организация рабочего места, условия труда, технико-организационные мероприятия. Эффективность согласования указанных факторов с возможностями человека во многом зависит от наличия определенной работоспособности.

.....  
**Работоспособность** - величина функциональных возможностей организма, характеризующаяся количеством и качеством работы, выполняемой за определенное время.  
 .....

Уровень функциональных возможностей человека зависит от условий труда, состояния здоровья, возраста, степени тренированности, мотивации к труду и других факторов.

На уровень и динамику работоспособности существенно влияют специфические особенности каждой конкретной деятельности. Состояние работоспособности оценивается по физиологическим показателям функционального состояния центральной нервной системы, нервно-мышечного аппарата, сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем, обеспечивающих данную конкретную деятельность.

Изменения работоспособности в течение дневной рабочей смены имеют несколько фаз или сменяющих друг друга состояний человека.

Фаза вработывания или нарастающей работоспособности. В этот период постепенно повышается подвижность функционирования

систем организма, ускоряется и увеличивается объем физиологических процессов. Уровень работоспособности постепенно повышается по сравнению с исходным. Это выражается в улучшении физиологических показателей и результатов труда. В зависимости от характера труда и индивидуальных особенностей человека, этот период длится от нескольких минут до 1,5-2,5 ч.

Фаза высокой устойчивой работоспособности. Для нее характерно сочетание высоких трудовых показателей с относительной стабильностью или даже некоторым снижением напряженности физиологических функций. Ее продолжительность может быть 2-2,5 ч и более в зависимости от степени нервно-психических, физических нагрузок и в целом условий труда.

Фаза снижения работоспособности (утомление). Падение работоспособности сопровождается уменьшением функциональных возможностей основных работающих систем и органов человека. Наблюдаемое к обеденному перерыву падение работоспособности проявляется в ухудшении функций сердечно-сосудистой (изменение артериального давления, частоты пульса), нервной (увеличение времени протекания рефлексов, снижение внимания, появление лишних движений, ошибочных реакций, замедление скорости решения задач) и других систем.

Фаза восстановления работоспособности. Во время отдыха после первой половины рабочей смены она характеризуется увеличением жизненных функций организма.

Динамика работоспособности повторяется и после междуменного перерыва. При этом фаза вработывания протекает быстрее, а фаза устойчивой работоспособности по уровню ниже и менее длительная, чем до перерыва. Во второй половине смены снижение работоспособности наступает раньше и развивается быстрее в связи с наступлением более выраженного утомления. Перед самым концом работы наблюдается некоторое повышение работоспособности - так называемый конечный порыв перед наступлением отдыха.

Изменение работоспособности может быть и в течение недели, так как за выходные дни в известной мере угасают трудовые условные рефлексy. Отсюда и народное наблюдение – понедельник тяжелый день. Конец рабочей недели знаменуется накоплением утомления. Аналогично динамика изменения работоспособности, правда, не столь выраженная наблюдается и при годовом цикле работы.

Работоспособность меняется в течение жизни. Наивысшей она является у женщин в возрасте 20-38 лет, а у мужчин - 21-40 лет.

Постепенное понижение работоспособности наблюдается у женщин, начиная примерно с возраста 48 лет, а у мужчин - с 51 года.

Оценка профессиональной работоспособности обычно с помощью комплекса наиболее адекватных физиологических показателей с учетом вида трудовой деятельности, рабочего напряжения, степени тренированности и индивидуальных особенностей организма. При этом чаще всего состояние сердечно-сосудистой, нервно-мышечной системы.

В то же время следует помнить, что о состоянии профессиональной работоспособности можно в некоторых случаях непосредственно по динамике утомления, показателями которого в процессе труда могут являться увеличение продолжительности и вариабельности выполнения производственных операций, числа ошибок, стихийно возникающих перерывов в работе (микрорпауз) и т.д.

При определении МПК в качестве нагрузки применяется на месте, степ-тест (подъемы на ступеньку) или работа на велоэргометре.

Величина МПК у испытуемого устанавливается с помощью соответствующего графика (или номограммы) по увеличению частоты сердечных сокращений в ответ на увеличение нагрузки (обычно до 170 в 1 мин).

Последнее время для определения общей физической работоспособности при современных видах труда, связанных, в частности, с гипокинезией, стали использовать показатель способности к выполнению внешней механической работы PWC 170 (Physical working capacity).

Для возможности сопоставления полученную величину PWC следует разделить на массу тела обследуемого, т. е. определить способность испытуемого развивать определенную удельную мощность внешней работы, Вт/кг. В качестве ориентиров при оценке величины PWC 170 можно использовать данные для здоровых людей, которые составляют у мужчин в среднем 168 Вт; у женщин - в среднем 105 Вт. У спортсменов этот показатель в зависимости от специализации колеблется от 163 до 327 Вт.

Условный рефлекс - изменение функций организма в ответ на внешние условия. Они обладают важным свойством, а именно: работающий человек с закрепленными условными рефлексамы чрезвычайно экономно расходует жизненные силы организма при выполнении работы. Условный рефлекс обозначается еще как временный и постепенно угасает без подкрепления, т. е. повторения какой-либо работы.

Примерам выработки и закрепления условного рефлекса может быть обучение работника. После его обучения правилам охраны труда ученику дают в руки молоток, и он должен забить гвоздь. Расчленение этой операции на то, как держать молоток, затем гвоздь, как ударять одним по другому - все эти навыки в виде конкретных условных рефлексов достигаются при повторении названных операций. Условные рефлексы вырабатываются и закрепляются в коре головного мозга, иначе говоря, при активном функционировании центральной нервной системы.

Для трудовой деятельности человека характерно многократное повторение в определенной последовательности различного рода операций, которые складываются из отдельных условных рефлексов в определенную функциональную систему работы коры головного мозга, названную динамическим стереотипом.

.....  
**Динамический стереотип** - устойчивая слаженная система рефлексов, которая образуется в результате многократного повторения условных рефлексов в определенной последовательности и через определенные промежутки времени.

.....  
 В дальнейшем ответ организма определяется не воздействующем раздражителем, а возникающим на его месте условным раздражителем. Механизм динамического стереотипа заключается в формировании в мозге повторяющихся нервных процессов, отражающих пространственные, временные и порядковые особенности воздействия на организм внешних и внутренних раздражителей. Таким образом, нервные процессы программируют предстоящую деятельность мозга, чем обеспечивается точность и своевременность реакции организма на привычные раздражители производственной обстановки. Изменение условий труда приводит к ломке динамического стереотипа и замене его новым. Его переделка создает реакцию напряжения, тем большую, чем сложнее переделка и длительнее существование стереотипа. Скорость переделки стереотипа зависит также от возраста, функционального состояния центральной нервной системы, типа высшей нервной деятельности человека.

Динамический стереотип как совокупность условных рефлексов включает в себя, помимо двигательных, и вегетативные компоненты, создающие единую систему жизнеобеспечения при осуществлении рабочих движений. В трудовой деятельности динамический стереотип вырабатывается в ходе обучения рабочего производственным операциям. После многократного повторения приемов работы и их

усвоения переход от одного элемента рабочей операции к другому происходит без переключения внимания и мышления на выполнение каждого элемента. По мере закрепления динамического стереотипа возникает автоматизм в действиях работников и значительная экономия энергетической мощности организма.

Оно наступает вследствие выполнения работы, которая сопровождается значительными физическими и нервно-психическими нагрузками. Итогом утомления могут стать снижение работоспособности, ухудшение количества и качества выполняемой работы, нарушение координации движений, уменьшение памяти и пр.

.....  
**Утомление** - это физиологический, а не патологический процесс, который характеризуется снижением функциональных возможностей организма.

.....  
 Субъективно это состояние называется усталостью. Механизм развития утомления от разных причин в принципе одинаков как из-за тяжести, так и из-за напряженности труда. В его основе лежит наступление торможения деятельности коры головного мозга. Этот процесс справедливо рассматривается как охранительная функция организма, выработанная в процессе эволюции живого организма.

Физические нагрузки (тяжесть трудового процесса). Различают статическую и динамическую работу.

.....  
**Статическая работа** - процесс сокращения мышц, необходимый для поддержания тела или его частей в пространстве.

.....  
 В процессе труда она связана с фиксацией орудий и предметов труда в неподвижном состоянии, а также с приданием человеку рабочей позы. Статическая работа может быть выполнена одной рукой или двумя руками, с участием корпуса и ног, может выполняться в неудобной позе - с наклоном корпуса, лежа, на корточках и т.д.

При статическом усилии с точки зрения физики внешняя механическая работа отсутствует, однако в физиологическом смысле при статических усилиях работа налицо. Она характеризуется теми активными физиологическими процессами, которые протекают в нервно-мышечном аппарате и центральной нервной системе и обеспечивают поддержание напряженного состояния систем и органов человека. При статической работе повышается обмен веществ, увеличивается расход энергии, хотя и в меньшей степени, чем при динамической работе. Статическая работа более утомительна, чем

динамическая, поскольку напряжение мышц длится непрерывно без пауз, не допуская их отдыха. Помимо этого, при статической работе кровообращение в работающих мышцах затруднено, происходит уменьшение в них объемного кровотока, уменьшение поступления кислорода и накопление большого количества молочной кислоты - биохимического признака утомления, пропорционально величине статического напряжения.

При длительном поддержании статического напряжения утомление мышц, сочетаясь с недостаточным кровоснабжением, может привести к развитию различных заболеваний.

Динамическая работа представляет собой наиболее распространенный вид двигательной активности человека в процессе труда.

При этом различные части двигательного аппарата могут принимать весьма различное участие в выполнении работы, и сама двигательная работа всегда в какой-то степени сочетается со статической. Сила мышц человека достаточно большая. Например, при сгибании локтя она составляет до 40 кг, мышц рук - до 250 кг, а ахиллесово сухожилие на ноге выдерживает груз до 500 кг. Образно говоря, организм человека это не силовая, а скоростная машина. Поэтому человек быстрее и с большим качеством выполняет краткую силовую работу и хуже, с более частым утомлением, длительную систематическую работу. Мышечная сила, измеренная в килограммах, различна у женщин и мужчин. У первых она ниже на 20-30%, что требует разных предельно допустимых величин физических нагрузок для лиц разного пола. Мышечная сила меняется в течение жизни и начинает снижаться у лиц в возрасте 40 лет. У мужчин к 60 годам она снижается примерно на 80-85%, а у женщин к 55 годам составляет половинную величину силы мужчин того же возраста. Тренировка увеличивает мышечную силу на одну треть.

Динамическая и статическая работа подразделяются на общую, региональную и локальную.

Общая мышечная работа выполняется более чем двумя-тремя массами скелетной мускулатуры, в том числе ног и туловища. Такая работа характерна для тех видов профессиональной деятельности, где полностью или в значительной степени отсутствует механизация - некоторые виды сельскохозяйственных работ, труд грузчиков и др.

Региональная мышечная работа выполняется преимущественно мускулатурой плечевого пояса и верхних конечностей. Примерам могут служить работа станочника, слесаря и другие деятельности, выполняемые обычно стоя.

Нервно-психические нагрузки (напряженность трудового процесса) - под ними подразумеваются различные виды трудовой деятельности, которые сопровождаются функцией, прежде всего центральной нервной системы. Ранее такой труд назывался умственным, сейчас это определение следует считать устаревшим.

В понятие напряженности труда, вследствие его сложности, входят следующие разновидности. Прежде всего, это интеллектуальные нагрузки, которые могут быть различными из-за содержания и характера выполняемой работы, восприятия сигналов (информации), сложности задания. Такие нагрузки имеют, например, профессии управленческого и творческого труда. Сенсорные нагрузки включают длительность сосредоточенного наблюдения, плотность сигналов, число и размеры объектов одновременного наблюдения, включая оптические приборы, видеотерминалы, нагрузку на орган слуха и голосовой аппарат. Примерам профессий могут быть операторы, преподаватели. В качестве эмоциональных нагрузок могут быть степени ответственности за работу, собственную жизнь и безопасность других лиц. Самый наглядный пример профессии - водитель транспортных средств. Монотонность нагрузки оценивается по числу повторяющихся элементов заданий, временем активных и пассивных действий. В качестве примера можно привести работающих на конвейере. Наконец, при напряженном труде учитывается режим работы - длительность рабочего дня, сменность, наличие перерывов и их продолжительность. Это работа с ненормированным рабочим днем, работа в разные рабочие смены.

Указанные разновидности нервно-психических нагрузок достаточно часто встречаются одновременно. Под влиянием работы с нервно-психической составляющей состояние функций организма претерпевает фазовые изменения. В начале работы улучшаются память, внимание, запоминание, скорость выполнения "тестовых задач" и профессиональная работоспособность. Длительная нервно-психическая нагрузка оказывает угнетающее влияние на деятельность организма и особенно на функцию центральной нервной системы: ухудшаются внимание (объем, концентрация, переключение), память (кратковременная и долговременная), восприятие (появляется большое количество ошибок).

Нервно-психические нагрузки приводят к усилению сердечно-сосудистой деятельности, системы дыхания, энергетического обмена; повышению тонуса мускулатуры, а при перегрузках возможно возникновение различных заболеваний. При экстремальных нервно-психических перегрузках может быть развитие особого состояния,

называемого стрессом. При стрессе наблюдается общий адаптационный синдром или совокупность изменений, возникающих в организме при воздействии стресса.

Различают также местный адаптационный синдром, который развивается в виде воспаления. В принципе, адаптационный синдром следует оценивать как реакцию организма на стресс, в целом способствующую выздоровлению. Однако выход из стрессовых состояний человека должен быть под наблюдением лечащего врача во избежание ухудшения состояния здоровья пострадавшего.

Необходимо учитывать и тот факт, что при нервно-психических перегрузках организм человека склонен к инерции, к продолжению деятельности центральной нервной системы в заданном направлении. После ее окончания "рабочая доминанта" полностью не угасает, обуславливая более длительное утомление и даже истощение организма под влиянием нервно-психических перегрузок, больше чем при физических перегрузках.

Физиологические обоснования мер по снижению утомления и повышению работоспособности. В работу следует "Входить" постепенно. Это обеспечивает последовательное включение физиологических механизмов, определяющих высокий уровень работоспособности. Необходимо соблюдать определенный ритм работы, что способствует выработке навыков и замедляет развитие утомления. Следует придерживаться последовательности и систематичности в работе, что обеспечивает длительное сохранение рабочего динамического стереотипа. Правильное чередование описанных выше видов труда с отдыхом уменьшает степень утомления, повышает работоспособность. Высокая работоспособность сохраняется при систематических упражнениях и тренировке.

Кроме того, должны быть соблюдены требования эргономики и дизайна (оптимизация размеров и массы инструмента, рабочих движений, количества информативных сигналов и другие требования к рационализации рабочего места - удобства стула, стола, пульта и щита управления, окраски рабочего помещения, выбор оптимального ритма работы, соответствующей освещенности и т.д.).

Что касается режима работы, то наилучшей сменой для поддержания работоспособности на необходимом уровне является дневная смена с началом рабочего дня не ранее 7 ч. В любой смене обязательно необходимы перерывы для отдыха и приема пищи в середине смены длительностью не менее получаса, а также перерывы на 10-15 мин примерно за час в конце первой и второй половины смены для производственной гимнастики. Работа в ночную смену для

поддержания работоспособности требует особого режима сна, отдыха и приема пищи. Целесообразнее время для сна делить на две части (дробный сон) - 4-5 ч после работы в ночную смену и 3-4 ч перед ее началом. Периодичность перехода трудящихся для работы из одной смены в другую должна быть не короче и не длиннее недели. При работах без нервно-психических перегрузок увеличивает работоспособность использование функциональной музыки (перед началом, в середине и в конце каждой смены). Снижает утомление отдых в специальных комнатах психологической разгрузки. Отдых после рабочей недели в течение двух дней подряд более продуктивен, чем, например, в воскресенье и четверг. Наконец, совершенно необходимо поддержание благоприятных условий труда, при которых физиологические процессы в организме протекают наиболее эффективно.

#### 4.2. Состояние здоровья населения

В неблагоприятной экологической обстановке проживает более половины населения, что приводит у части лиц к возникновению экологически обусловленных заболеваний. Вследствие неудовлетворительных условий труда распространены профессиональные и производственно обусловленные заболевания. В целом более половины всех заболеваний населения объясняется образом жизни, качество которого сейчас не вполне благополучно. По данным Министерства здравоохранения РФ состояние здоровья населения ухудшается. (рис.6)

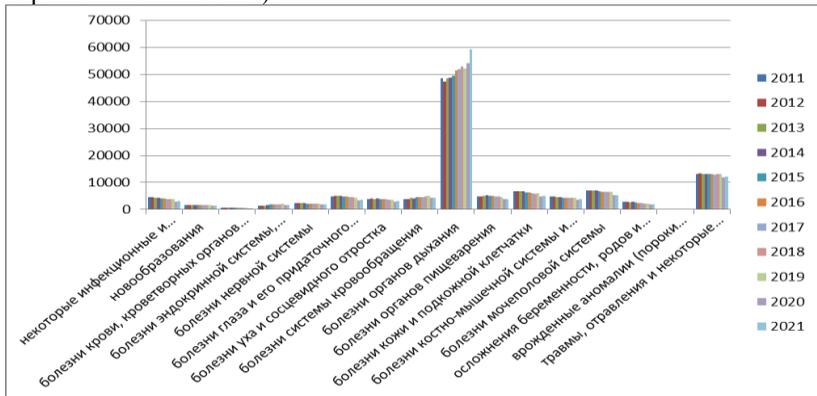


**Рис.6.** Рост числа заболевших людей в России по данным Росстат.

На общую инвалидность как последствие повреждения здоровья человека из-за перенесенных заболеваний и заболеваний от неблагоприятной среды обитания, повлиявшей на ухудшение его здоровья, более всего (почти 80%) переводятся лица по сердечно-сосудистым заболеваниям.

Причинами инвалидности являются также онкологические заболевания (около 6%), болезни костно-мышечной системы и психические расстройства (по 2-3%). Показатели инвалидности по профессиональным заболеваниям, составляющие около 0,1%, находятся на двенадцатом месте.

Общая смертность населения в стране возросла по сравнению со смертностью в развитых странах в 1,5 раза по таким заболеваниям как сердечно-сосудистые, онкологические, травмы от несчастных случаев, включая автотранспортные травмы и отравления (в том числе от отравлений алкоголем).



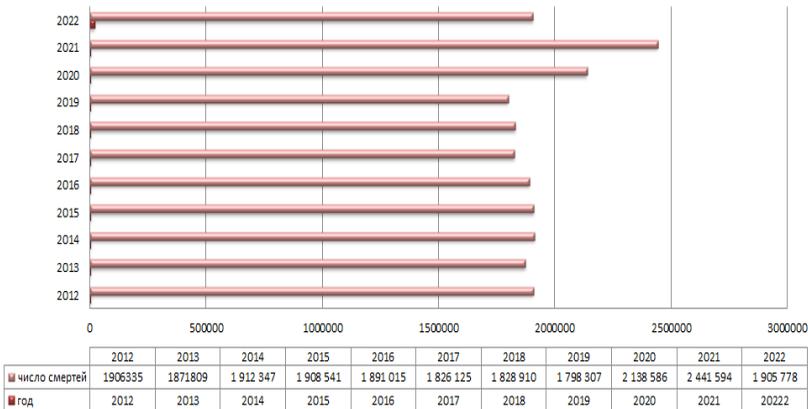
**Рис.7** Заболеваемость населения по основным классам болезней в 2011-2021 гг., заболеваемость выявленная впервые у пациента.

Рост смертности имеет место почти во всех субъектах РФ (рис.8). Наблюдается высокая смертность лиц трудоспособного возраста (из них около 80% - мужчины). Они умирают в четыре раза чаще, чем женщины в нашей стране и в 2-4 раза чаще, чем женщины в развитых странах. Младенческая смертность у нас в 2-3 раза выше, чем в развитых странах. О состоянии здоровья работающего населения можно, в частности, судить по показателям заболеваемости с временной утратой трудоспособности, которая подтверждается листком нетрудоспособности (больничным листком), выдаваемым

лечебно-профилактическим учреждением. Такими показателями являются число случаев заболеваний и дней нетрудоспособности на 100 работников, средняя продолжительность одного случая в днях нетрудоспособности, структура заболеваний по случаям заболеваний и по дням нетрудоспособности. Другим показателем неблагоприятного воздействия на здоровье работников служит профессиональная заболеваемость, которая, как зеркало, отражает уровень неудовлетворительных условий труда.

В нашей стране ежегодно официально регистрируется 10-13ТЫС. новых случаев профессиональных заболеваний, что в несколько раз ниже, чем в развитых странах. Среди больных примерно третью часть составляют женщины. Недовыявляемость данных заболеваний имеет несколько причин, одна из которых – отсутствие стимулов у работодателей и работников для их полного выявления. Количество заболеваний оценивается числом случаев на 10 тыс. работников, что ежегодно в среднем составляет около двух случаев.

#### Статистика смертности с 2012г. по 2022г.



**Рис.8.** Статистика смертности населения РФ с период с 2012 по 2022гг., по данным Росстат.

Из них лишь 3-5% - это острые, а остальные - хронические заболевания. Особенностью профессиональных заболеваний является то, что у 15-20% работников выявляются по два-три заболевания и более. Их причина - одновременное воздействие на работника нескольких вредных производственных факторов. Так, работник с ручным механизированным инструментом подвергается влиянию вибрации, шума, и, кроме того, имеет физические перегрузки. Поэтому

у него могут возникнуть такие профессиональные заболевания как пневмокониоз, вибрационная болезнь, сенсоневральная тугоухость и др.

В структуре профессиональных заболеваний на первом месте стабильно стоят заболевания органов дыхания - пневмокониозы и таксикоилевоый бронхит, составляя третью часть всех заболеваний. Вибрационная болезнь из года в год занимает второе место: ее имеет каждый пятый больной. Заболевания периферической нервной системы и опорно-двигательного аппарата встречаются в том же количестве, что и вибрационная болезнь, но их число непрерывно увеличивается. Чуть меньше (около 15%) приходится на сенсоневральную тугоухость, но количество этого заболевания растет.

Приведенные заболевания составляют почти 90% всех профессиональных заболеваний. Остальные заболевания относятся к отравлениям (около 4-5 %) преимущественно соединениями свинца, хлора, марганца, ртути, органическими растворителями, а также инфекционными зооинтропонозами - чаще всего бруцеллезом и туберкулезом, заболеваниями глаз, кожных покровов и пр.

Структура профессиональных заболеваний зависит от вида промышленности, в которой занято население. Например, в Санкт-Петербурге почти половина из перечисленных заболеваний приходится на заболевания периферической нервной системы и опорно-двигательного аппарата.

Профессиональная первичная инвалидность составляет десятые доли от инвалидности по всем заболеваниям. Из вновь выявленных работников с профессиональными заболеваниями около половины сразу получают первичную инвалидность вследствие их позднего выявления. Профессиональная первичная инвалидность у женщин чаще устанавливается по аллергическим заболеваниям, например, по бронхиальной астме, а также по дерматозам, заболеваниям опорно-двигательного аппарата, что указывает на специфические особенности женского организма по сравнению с мужским. Это связано с тем, что кожные покровы женщин более проницаемы в отношении химических соединений, мышечная сила и выносливость у них на 20-30% меньше. Мужчины чаще получают первичную инвалидность по заболеваниям вибрационной болезнью, по заболеваниям кожи, по пневмокониозам и таксико-пылевому бронхиту. Средний возраст инвалидов у женщин и мужчин равен пяти-десяти годам. Смертность больных, имеющих хронические профессиональные заболевания, примерно такая же, как и при непрофессиональных заболеваниях. Однако больные с некоторыми хроническими профессиональными заболеваниями,

например, с силикозом, с отравлением марганцем, часто умирают, не достигнув пенсионного возраста.

В соответствии с законодательством, если доказано, что неблагоприятные условия труда привели к возникновению профессионального заболевания или производственной травмы, требуется возмещение ущерба пострадавшему, что производится через Фонд социального страхования. Конкретные причины возникновения профессиональных заболеваний ежегодно указываются в государственных докладах о санитарно-эпидемиологической обстановке в стране. Лишь пятая часть предприятий удовлетворяет санитарно-гигиеническим требованиям. Доля рабочих мест, не отвечающих санитарным нормам и правилам, на которых работники имеют контакт с такими вредными производственными факторами, как вибрация, шум, микроклимат, неионизирующие излучения, освещенность, составляет от 18 до 30% от всех анализов.

Профессиональная пригодность работника выполнять порученную ему работу без ущерба для собственного здоровья и здоровья его потомства регулируется в законодательном порядке путем введения обязательных медицинских осмотров перед приемом на работу, связанную с воздействием вредных производственных факторов, риском для себя и окружающих и периодических осмотров для тех, кто уже работает в подобных условиях. Указанные осмотры проводятся в соответствии с Приказом N90 Министерства здравоохранения Российской Федерации от 6.02.2001 "О порядке проведения предварительных и периодических медицинских осмотров работников и медицинских регламентах допуска к профессии". В цитируемом Приказе имеются следующие разделы:

Перечень опасных, вредных веществ и производственных факторов, при работе с которыми обязательны предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры в целях предупреждения профессиональных заболеваний.

Перечень работ, при выполнении которых обязательны предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры трудящихся в целях предупреждения заболеваний, несчастных случаев и обеспечения безопасности труда, охраны здоровья населения, предотвращения распространения инфекционных и паразитарных заболеваний.

Перечень врачей-специалистов, участвующих в проведении предварительных при поступлении на работу и периодических медицинских осмотров в целях предупреждения профессиональных заболеваний, и необходимых лабораторных и функциональных

исследований по определенным этиологическим факторам в процессе труда.

Перечень врачей-специалистов, участвующих в проведении предварительных при приеме на работу и периодических медицинских осмотров в целях предупреждения заболеваний, несчастных случаев и обеспечения безопасности труда, и необходимых лабораторных и функциональных исследований по видам работ и профессиям.

Перечень общих и дополнительных противопоказаний к допуску на работу, связанную с опасными, вредными веществами и неблагоприятными производственными факторами.

Перечень медицинских противопоказаний к допуску на работу трудящихся в целях предупреждения заболеваний, несчастных случаев и обеспечения безопасности труда по определенным видам работ и профессиям.

Инструкция по проведению обязательных предварительных при поступлении на работу и периодических медицинских осмотров трудящихся.

На промышленном предприятии предварительные и периодические медицинские осмотры проводят специалисты медико-санитарных частей или врачи районных поликлиник.

Цель предварительных медицинских осмотров - не допускать на работу, связанную с вредными и опасными производственными факторами, лиц с нарушением здоровья, которое может стать хуже под их влиянием. Например, на предприятие, где на работников воздействует пыль диоксида кремния, нельзя принимать на работу больных пневмосклерозом, хронической пневмонией, бронхитом, туберкулезом, аллергическими заболеваниями.

Второй целью предварительных медицинских осмотров является обнаружение заболеваний, препятствующих полноценному выполнению конкретной работы без ухудшения состояния здоровья (на- пример, дальтонизм при поступлении на работу водителем транспортного средства, нервно-психические заболевания при работе с оружием, паркинсонизм при выполнении работ на высоте).

Периодические медицинские осмотры работников проводятся в основном для выявления ранних изменений в организме, обусловленных воздействием вредных производственных факторов.

Периодические медицинские осмотры направлены на выявление ранних признаков не только профессиональных заболеваний, но и заболеваний, которые не связаны с профессией, но при их наличии контакт с вредными производственными факторами приведет к производственно обусловленным заболеваниям. Результаты

периодических осмотров становятся основой гигиенической оценки и оздоровления условий труда, разработки мер по снижению заболеваемости работников.

В зависимости от того, с какими вредными производственными факторами сталкивается подлежащая осмотру профессиональная группа, определяются состав комиссии, лабораторные исследования и периодичность медицинских осмотров. Осмотры миллионов людей проводятся ежегодно или в другие сроки специализированными медицинскими комиссиями из врачей разных специальностей местными лечебно-профилактическими учреждениями Минздрава России.

Медицинские осмотры, кроме осмотров водителей частных транспортных средств, проводятся за счет работодателя. Работодатель несет ответственность за их организацию и имеет право не допустить работника, не прошедшего медицинский осмотр, к работе. Работодатель не имеет права допустить к труду работника, которому медицинская комиссия дала заключение о том, что он не может быть принят на работу или не может ее продолжать по медицинским противопоказаниям, которые могут быть как общими, так и конкретными для данной группы работников в зависимости от условий их труда. Связь заболевания с профессией устанавливается медицинской комиссией на основании данных осмотра и санитарно-гигиенической характеристики условий труда (работы), выдаваемой местным центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора (ЦГ СЭН).

Если работник или поступающий на работу годны по состоянию здоровья, они получают заключение, которое сами отдают работодателю. При противоположном результате обследованному лицу выдается на руки заключение клинико-экспертной комиссии (КЭК), второй экземпляр которого пересылается работодателю. Определение степени утраты профессиональной трудоспособности (%) возложено на МСЭ (медико-социальную экспертизу) Министерства труда и социального развития РФ. Они устанавливают группу инвалидности и определяют нуждаемость потерпевшего в дополнительных видах помощи.

#### **4.3. Физиологические закономерности трудовой деятельности человека**

В основе различных видов трудовой деятельности лежит установка, на базе которой в центральной нервной системе (ЦНС) создается определенная программа действий, реализующаяся в целенаправленной деятельности человека, ориентированной на

достижение конкретной цели. В процессе трудового действия в ЦНС постоянно поступает информация о ходе выполнения программы, на основании которой возможны текущие поправки действий (сенсорные коррекции). Точность программирования и успешность осуществления программы действия зависят от опыта работающего, количества предшествующих повторений этого действия, степени автоматизма, состояния физиологических систем человека в момент работы, гигиенических условий окружающей среды.

Еще до начала работы, в соответствии с имеющейся программой предстоящих рабочих действий, возрастает уровень активности физиологических систем, обеспечивающих ее последующее выполнение. Это состояние носит название предупредительной иннервации или преднастройки. Во время выполнения трудового процесса те же физиологические системы активируются еще в большей степени. Характер изменения физиологических функций определяется видом работы, величиной трудовой нагрузки, условиями окружающей среды. Совокупность напряжения физиологических функций при трудовой деятельности определяет ее физиологическую стоимость.

Физическое напряжение вызывает изменения практически во всех системах организма человека, в особенности, сердечно-сосудистой и дыхательной. Выраженность этих изменений служит *мерой реакции* организма на физическую работу и лежит в основе классификации физического труда по степени его тяжести.

Изменения физиологических функций при физических нагрузках динамического характера. Основу любого физического труда составляет выраженная в различной степени активация мышечного аппарата. Тотчас после начала сокращения скелетной мышцы в ней происходит расширение сосудов и возрастание кровотока. Увеличение кровоснабжения работающих мышц происходит постепенно и достигает максимума через 60-90 с после начала работы. При тяжелой динамической работе кровотоков в мышцах возрастает в 20-40 раз наряду с усилением обмена веществ в них и, тем не менее, отстает от запросов метаболизма. При легкой динамической работе через 60-90 с после ее начала кровотоков приходит в соответствие с метаболическими потребностями мышцы, которая начинает работать в аэробном режиме.

При легкой работе энергия, необходимая для сокращения мышцы, образуется анаэробным путем только в течение короткого периода времени, на протяжении которого происходит увеличение кровотока в мышце. После этого ресинтез АРФ переходит на аэробный

путь, с использованием в качестве энергетических субстратов глюкозы, жирных кислот и глицерина. В отличие от этого, при тяжелой работе, когда доставка к мышцам кислорода отстает от потребностей их метаболизма, часть энергии образуется за счет анаэробных процессов.

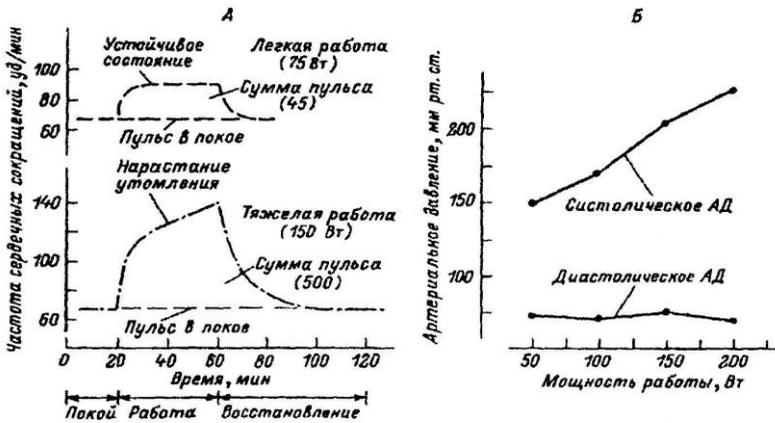
Во время динамической работы для обеспечения активных мышц кровью значительно возрастают все показатели, характеризующие деятельность сердечно-сосудистой системы. При легкой работе с постоянной нагрузкой частота сердечных сокращений (ЧСС) возрастает в течение 3-6 мин и достигает постоянного уровня (рис. 9). Это стационарное (устойчивое) состояние. ЧСС может сохраняться на протяжении многих часов, вплоть до окончания работы, и свидетельствует об отсутствии утомления работающего.

В процессе тяжелой работы с постоянной нагрузкой стабильного уровня частота сердечных сокращений не достигает (рис. 9). По мере развития утомления оно увеличивается до максимума, величина которого зависит от возраста человека.

На основании изменений частоты сердечных сокращений работу делят на:

- 1) легкую, неутомительную – с небольшим начальным увеличением ЧСС и последующим развитием устойчивого состояния;
- 2) тяжелую, утомительную – с постоянным нарастанием ЧСС вследствие утомления.

Оценить степень физиологического напряжения при работе можно по характеру восстановления ЧСС. Чем тяжелее работа, тем длительнее она восстанавливается и тем больше сумма числовых значений ЧСС за этот период.



**Рис. 9.** А. Изменения частоты сердечных сокращений у лиц со средним уровнем работоспособности при легкой и тяжелой динамической работе с постоянной нагрузкой. Б. Изменения систолического и диастолического артериального давления

Минутный объем кровообращения (МОК) также возрастает в соответствии с тяжестью работы, при этом систолический объем (СО), как один из его компонентов, возрастает на 20-40 % при увеличении мощности работы до 30-40 % от максимальной и далее сохраняется на постоянном уровне. Систолическое артериальное давление при динамической работе возрастает как функция мощности выполняемой работы (рис. 9), достигая при предельных нагрузках 200-220 мм рт. ст. Диастолическое меняется мало, чаще даже несколько снижается, поэтому среднее артериальное давление почти всегда повышается.

Во время легкой динамической работы легочная вентиляция нарастает также как и минутный объем кровообращения в зависимости от уровня метаболической активности организма. При тяжелой работе увеличение легочной вентиляции происходит в большей степени, чем это необходимо для возрастания потребления кислорода, соответствующего уровню метаболических потребностей. Это происходит вследствие накопления в крови молочной кислоты (метаболический ацидоз крови), оказывающей стимулирующее воздействие на систему дыхания.

В механизмах регуляции физиологических функций при физических нагрузках важную роль играют две системы. Это, во-первых, симпатoadrenalовая система. При работе из мозгового вещества надпочечников в кровь выделяется адреналин и, в меньшей

степени, корадrenalин. Адреналин активизирует деятельность сердечнососудистой системы и центральной нервной системы, мобилизует гликоген и жир из депо, стимулирует усиленную выработку циклической АМФ. Во-вторых, это гипофизарно-адреналовая система. Спустя 2-3 мин после начала работы происходит усиленное выделение аденогипофизом АКГГ, который стимулирует выделение кортикостероидов из коркового вещества надпочечников. Значение кортикостероидов состоит в увеличении работоспособности мышц, благодаря их способности усиливать мобилизацию гликогена из мышц и печени.

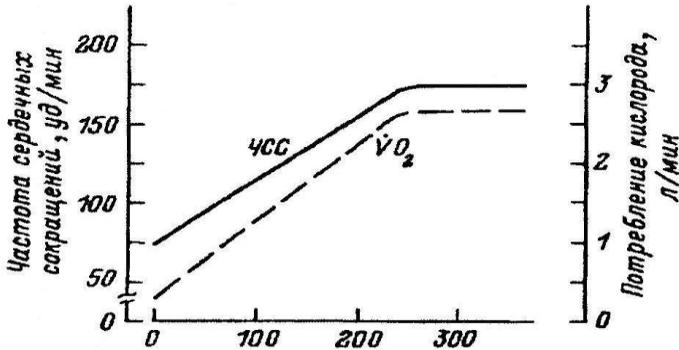
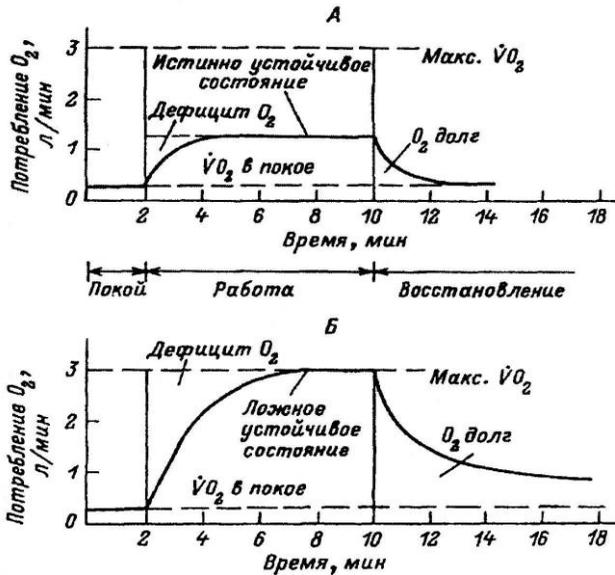


Рис. 10. Зависимость частоты сердечных сокращений и потребления кислорода от мощности глобальной динамической работы

При динамической работе потребление кислорода (также как и повышение частоты сердечных сокращений) пропорционально нагрузке (мощности работы). Вплоть до достижения максимальных величин частота сердечных сокращений и потребление кислорода человеком возрастают в линейной зависимости от мощности работы (рис. 10). Именно поэтому частота сердечных сокращений и потребление кислорода при динамической работе с участием крупных мышц тела могут являться критериями мощности работы и мерой физиологического напряжения (физиологической стоимости работы). В реальных условиях работы потребление кислорода организмом возрастает на величину, зависящую от нагрузки, тренированности человека и коэффициента полезного действия каждого конкретного вида деятельности. При легкой работе в скорости потребления кислорода достигается стационарное состояние, уровень которого ниже максимально возможной скорости потребления кислорода человеком (рис. 11) и соответствует метаболическим потребностям, для аэробных процессов ресинтеза АТФ. При тяжелой мышечной

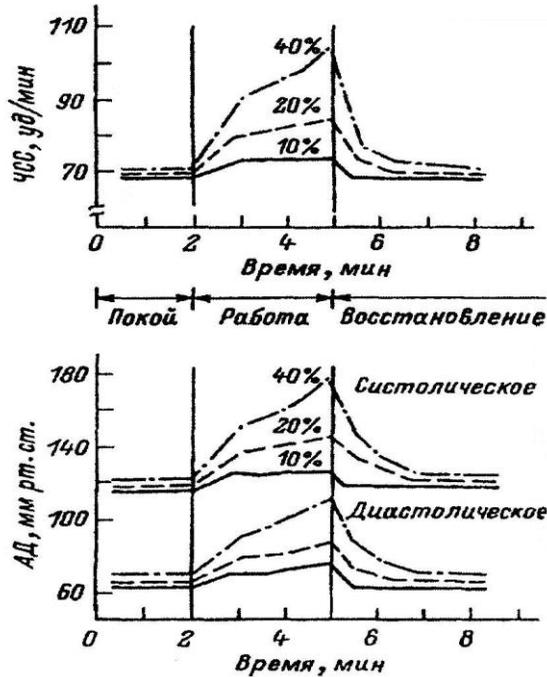
работе, потребление кислорода возрастает постоянно, до достижения максимально возможного для человека уровня. После этого, несмотря на продолжение работы, потребление кислорода больше не увеличивается (*ложное устойчивое состояние*; рис. 11) в связи с тем, что уже исчерпаны все возможности кислород-транспортной системы. В этом случае работа крайне утомительна и не может продолжаться длительное время.



**Рис. 11.** Потребление кислорода во время легкой (А) и тяжелой (Б) глобальной, динамической работы постоянной интенсивности

При статической работе, в отличие от динамической, кровоток в мышце начинает отставать от нужд ее метаболизма, когда сила сокращения превышает 8-10 % максимальной произвольной силы (МПС). Причиной уменьшения кровотока является сжатие внутримышечных сосудов давлением, которое при изометрических сокращениях с усилием более 40 % максимальной произвольной силы, становится больше величины систолического артериального давления. В связи с недостаточным кровоснабжением мышца преобладающим путем энергообеспечения становится анаэробный с образованием и накоплением лактата в мышцах. Поэтому при статической работе мышц с нагрузками более 30 % МПС быстро развивается утомление и снижается работоспособность.

При статической работе, в отличие от динамической, имеет место небольшое увеличение минутного объема кровообращения и легочной вентиляции. Наиболее характерными изменениями в сердечнососудистой системе при изометрических нагрузках являются увеличение частоты сердечных сокращений и системного артериального давления (рис. 12).



**Рис. 12.** Изменения частоты сердечных сокращений (ЧСС) и артериального давления (АД) во время и после статической работы с усилениями в 10, 20 и 40 % (цифры над кривыми) от максимальной произвольной силы

При одинаковой длительности статической работы частота сердечных сокращений и артериальное давление возрастают пропорционально силе сокращения мышц. В случае работы до отказа, т.е. до момента, когда нагрузка не может больше удерживаться на прежнем уровне, частота сердечных сокращений и артериальное давление увеличиваются примерно до одинаковых величин (ЧСС до 110-140 уд/мин; АД – до 170/110-190/130 мм рт. ст.). Следовательно, при статической работе возрастают и систолическое, и диастолическое артериальное давление. При этом прирост системного артериального

давления в малой степени зависит от объема работающих мышц. Так, например, при сокращении до отказа мышц, приводящих большой палец кисти (МПС 12 кг) и мышц голени (МПС 190 кг) с усилением в 40% максимальной произвольной силы, артериальное давление повышается до 170/110 мм рт. ст.

Столь значительные изменения в сердечно-сосудистой системе при локальной статической работе обусловлены активацией нервных центров, управляющих деятельностью сердца и сосудов, как импульсами от рецепторов самих мышц, работающих в ишемических условиях, так и вследствие иррадиации возбуждения к ним из моторной зоны коры.

#### **4.4. Изменения физиологических функций при умственном труде**

Умственный труд, в отличие от физического, характеризуется менее выраженными изменениями функций в организме. В то же время показатели деятельности нервной, эндокринной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем во время умственной деятельности свидетельствуют о возрастании нервного напряжения, которое обусловлено несколькими факторами трудового процесса:

- 1) необходимостью одновременного наблюдения за несколькими меняющимися во времени производственными процессам;
- 2) восприятием и переработкой большого объема разнообразной информации;
- 3) дефицитом времени для переработки значимой информации и принятия решения;
- 4) частым переключением внимания с одного объекта наблюдения на другой и необходимостью использования разных информационных потоков;
- 5) необходимостью поддержания в течение длительного времени высокой интенсивности внимания, памяти, мышления;
- 6) выполнением работ в ночное время;
- 7) возможностью возникновения аварийной ситуации и дефицитом времени, отпущенного на ее устранение;
- 8) повышенной ответственностью за принимаемые решения.

Специфической особенностью умственного труда является сопутствующее ему изменение функционального состояния центральной нервной системы. Психические процессы сопровождаются активацией как специфических, так и неспецифических образований мозга. Генерализованные изменения активности мозга сопровождают любой вид умственного труда, а

локальные процессы активации развиваются в различных областях коры и глубоких структур мозга в зависимости от вида деятельности (перцептивной, моторной, вербальной, мнемонической и др.). Значительная роль в осуществлении психических функций принадлежит лобным долям мозга. Благодаря своим многочисленным связям с неспецифическими структурами разных уровней, лобные доли участвуют в неспецифических формах активации, необходимых для реализации любого акта. В лобных долях объединяется обширная информация об эмоциональном состоянии человека, поступающая из внешнего мира, от внутренней среды организма, а также от нижележащих структур мозга и центров старой коры.

Активация различных структур головного мозга в процессе умственной деятельности вызывает повышение уровня обменных процессов в этих структурах, а значит, и усиление в них кровотока и доставки кислорода. Общая же величина кровоснабжения головного мозга мало меняется при различных видах умственной деятельности. При этом постоянно и количество потребляемого основного энергетического субстрата мозга – глюкозы (около 80 мг/мин). Поэтому увеличение поступления кислорода и энергетических веществ к усиленно работающим зонам мозга обеспечивается за счет внутреннего перераспределения поступающего в мозг потока крови. Менее активные области получают крови меньше, чем более активные. Так, в частности, во время мышечной работы умеренной интенсивности, при почти не меняющейся общей величине кровоснабжения мозга, регионарный кровоток в моторной зоне возрастает на 50% по отношению к уровню покоя. При работе, требующей напряжения зрительного анализатора, усиливается кровоснабжение зрительной области коры. При максимальном напряжении функции кровотока, в структурах мозга ее обеспечивающих, может увеличиться в два раза и больше.

#### **4.5. Физиологическая характеристика труда в условиях зрительного напряжения**

Под контролем зрения совершается до 80-90 % трудовых операций. Множество тонких и точных операций выполняется в электронной и приборостроительной промышленности. К этому же виду работ относят труд операторов радиотехнических и видеотерминальных устройств, сортировщиков, огранщиков драгоценных камней, картографов и др. Все эти профессии объединяет один общий фактор – зрительное напряжение, которое может служить и самостоятельным фактором, определяющим физиологическую нагрузку на организм работающих, и усиливать напряженность

умственного труда в случаях, когда зрительное напряжение сочетается с другими факторами трудового процесса (дефицит времени, высокая ответственность, плохая освещенность).

Значительное место среди работ, вызывающих зрительное напряжение, занимает *труд операторов*, работающих на дисплеях ЭВМ. Такая работа приводит к развитию зрительного утомления. Причиной этого являются фиксация близко расположенных, двигающихся объектов, длительное рассматривание мелких деталей, постоянный перевод взгляда с одного объекта на другой (нередко, разных размеров), частые и резкие переходы от света к тени и обратно, пульсации освещенности и др. К неблагоприятному воздействию этих факторов добавляется строго фиксированная рабочая поза и гипокинезия. Кроме того, работа за видеотерминалами требует большого нервно-психического напряжения, связанного с необходимостью длительного наблюдения, концентрации памяти и внимания, решения сложных задач.

При работе в условиях зрительного напряжения изменяется рефракция и аккомодационная способность глаз, ухудшается контрастная чувствительность, снижается устойчивость хроматического и ахроматического видения, сокращаются границы поля зрения, снижается острота зрения и скорость восприятия и переработки информации. Все эти изменения свидетельствуют о развитии зрительного утомления. При чрезмерной интенсивности зрительного напряжения утомление накапливается и приводит к развитию перенапряжения, а затем и к возможности патологии зрительного аппарата.

#### **4.6. Физиологическая характеристика функционального состояния человека в процессе монотонного труда**

Монотонный (однообразный) труд характеризуется либо выполнением на протяжении рабочего дня простых операций, либо работой с сенсорной или умственной нагрузкой низкой или средней интенсивности. При выполнении такой работы у человека возникает состояние монотонии.

Монотонный труд делят на две основные категории. Это, во-первых, труд при котором состояние монотонии возникает в результате выполнения несложных однообразных действий, требующих небольших затрат энергии (труд на конвейерах и поточных линиях). Во-вторых, это труд, при котором состояние монотонии возникает в связи с однообразием обстановки и дефицитом поступающей информации. Например, труд оператора в условиях

низкой ответственности, небольшого количества объектов наблюдения, «бедности» внешних раздражителей.

Влияния монотонного труда на человека многообразны и проявляются, прежде всего, в изменении функционального состояния различных отделов центральной нервной системы: от высших центров коры большого мозга до спинальных мотонейронов. Типичным из них является снижение возбудимости и активности нервных структур, ответственных за поддержание соответствующего уровня бодрствования и бдительности. Ведущая роль в этих процессах принадлежит ретикулярной формации. При синдроме монотонии механизмы уменьшения активности корковых центров могут состоять в следующем:

1) Усиливаются тормозные влияния ретикулярной формации (активное тормозное действие). Это имеет место при монотонном труде 1-го типа, когда вследствие длительного повторения действия раздражителя (например, установка заготовки под пресс) усиливаются тормозные влияния ретикулярной формации, снижается возбудимость нервных центров на разных уровнях центральной нервной системы.

2) Снижаются активирующие влияния ретикулярной формации на функции центральной нервной системы (пассивное тормозное действие ретикулярной формации). Такая ситуация складывается при монотонном труде 2-го типа, когда развитие состояния монотонии обусловлено монотонностью обстановки и дефицитом информации, поступающей в центральную нервную систему. Вследствие уменьшения важной для работы информации, т.е. отсутствия адекватной нагрузки на высшие корковые функции, резко уменьшается поток импульсов по кортикофугальным путям ретикулярной формации. В то же время снижается объем импульсации по коллатералям неспецифических восходящих путей. Благодаря этому, происходит уменьшение активирующих влияний ретикулярной формации и снижение ее стимулирующего действия на кору головного мозга и на другие нервные центры регуляции вегетативных и соматических функций.

Рассмотренные механизмы приводят к снижению уровня бодрствования у работающих, нарушению адекватности реакции человека на внешние раздражители, ухудшению автоматизма и точности двигательных действий, снижению внимания, нарушению способности к переключениям с одного вида деятельности на другой, к изменению биологических ритмов человека. Снижение активности центральной нервной системы, проявляющееся в субъективных ощущениях скуки, апатии и сонливости приводит, в конечном итоге, к

снижению «надежности» работающего человека, следствием чего может являться возрастание брака выпускаемой продукции, возникновение различного рода аварий (на транспорте, на поточных линиях, на производствах, управляемых операторами).

#### **4.7. Физиологические сдвиги в организме при работе**

Производственная деятельность человека связана с переходом организма на новый, рабочий уровень функционального состояния систем и органов, обеспечивающий возможность выполнения труда. При этом основные физиологические сдвиги наблюдаются со стороны нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Отмечаются изменения в составе крови и водно-солевом обмене. Как правило, степень напряженности сдвигов различна при выполнении физического и умственного труда и зависит от их тяжести.

Состояние нервной системы. Участие нервной системы и прежде всего ее центральных отделов в производственной деятельности человека является ведущим. Формирование и закрепление трудовых навыков происходит на основе условнорефлекторных реакций. В процессе производственного обучения образуется динамический производственный стереотип – система условных рефлексов, обеспечивающих определенную последовательность двигательных реакций и уровень физиологических процессов, являющихся необходимым условием выполнения трудовой операции. По мере овладения своей профессией у человека формируется динамический производственный стереотип, состоящий из так называемых основных элементов и микропауз. Удлинение времени выполнения основной операции в процессе работы отражает снижение уровня работоспособности.

Рабочее состояние организма связано с повышением обменных процессов, усилением деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем, что осуществляется через вегетативную нервную систему, находящуюся под контролем корковых отделов головного мозга и в тесной взаимодействии с ними.

В процессе работы повышается уровень возбуждающих процессов в нервных клетках центров, обеспечивающих выполнение данного вида производственной деятельности. На это указывает изменение биопотенциалов, регистрируемых на электроэнцефалограмме (ЭЭГ), биотоков в работающих мышцах, о чем свидетельствуют электромиограммы (ЭМГ). Изменяется функциональное состояние анализаторов, прежде всего зрительного и слухового. В ряде случаев сдвиги обнаруживаются в температурном, тактильном и мышечном анализаторах.

При выполнении легкой работы наблюдаются благоприятные сдвиги в течении основных нервных процессов, улучшается условнорефлекторная деятельность, сокращается скрытое время сложных слухомоторных и зрительно-моторных реакций. При тяжелой работе кратковременный период улучшения показателей функционального состояния нервной системы отсутствует или сменяется периодом их ухудшения, при этом могут наблюдаться не только ослабление условных и безусловных рефлексов, но и фазовые изменения (уравнительная парадоксальная фазы).

Изменение дыхания. При работе наблюдается изменение как внешнего, так и тканевого дыхания. Повышенная доставка кислорода и удаление основного из конечных продуктов обмена – углекислоты – обеспечивается учащением и углублением дыхания, при этом количество потребляемого в процессе работы кислорода находится в прямой зависимости от тяжести труда.

В покое число дыханий колеблется от 7 до 22 в минуту, при работе оно может достигать 50 и более в минуту. Возрастает при легкой и кратковременной работе, а при тяжелой может даже уменьшаться, в особенности при неудобной позе. Тем не менее, объем дыхательного воздуха возрастает в 2-2,5 раза за счет уменьшения резервного и дополнительного воздуха.

Учащение и углубление дыхания в несколько раз приводят к возрастанию легочной вентиляции – произведения числа дыханий на объем одного акта дыхания. В покое она колеблется от 4 до 10 л/мин, а при работе может достигать 50-100 л/мин и более.

Величина потребляемого организмом кислорода при динамической работе находится в прямой зависимости от тяжести труда. В норме человек в минуту потребляет в среднем 0,25 л  $O_2$ , при легких работах – 0,5-1,0 л, при работах средней тяжести – 1,0-1,5 л, при тяжелых и очень тяжелых работах она достигает 2,0-2,5 л.

Прямая зависимость, которая существует между сдвигами в органах дыхания и тяжестью труда, может быть использована при определении категории тяжести труда. Например, при физических работах, относимых к легким – (1-я категория – энергозатраты менее 150 ккал/ч), легочная вентиляция не превышает 12 л/мин; при работах средней тяжести – (энерготраты менее 250 ккал/ч) она не превышает 20 л/мин, а при тяжелых (250-450 ккал/ч) – достигает 20-86 л/мин.

Существует предел максимального количества кислорода, которое может потреблять человек, – так называемый кислородный потолок. У большинства людей он не превышает 3-4 л/мин.

При умственной работе газообмен либо не изменяется, либо возрастает в очень незначительной степени. При массе головного мозга 1500 г количество потребляемого им  $O_2$  в минуту составляет около 50 мл и во сне, и в период бодрствования. Эта величина при умственной работе существенно не изменяется. Наблюдаемое увеличение газообмена при некоторых видах умственной деятельности, например при чтении, объясняется ростом мышечной активности.

С газообменом организма при работе связана величина *дыхательного коэффициента* (ДК). Это отношение количества выделенной углекислоты к количеству поглощенного кислорода:

$$ДК = \frac{CO_2}{O_2}.$$

Величину ДК определяют по результатам анализа состава вдыхаемого и выдыхаемого воздуха. Состав вдыхаемого воздуха известен, поскольку процентное соотношение азота, кислорода и других газов в атмосферном воздухе практически неизменно, за исключением некоторых производственных ситуаций, например, работ внутри емкостей и аппаратов. Состав выдыхаемого воздуха при работе изменяется в зависимости от того, какие продукты окисляются в организме. Соответственно и величина ДК при сгорании углеводов равна 1, при сгорании жиров – 0,7. Величина ДК во время работы и после ее окончания изменяется не только в зависимости от того, какие продукты окисляются в организме, но и от сдвигов в физико-химическом составе крови (в частности, величины рН), от вентиляции легких, степени тренированности (у тренированных ДК ниже).

Определение ДК необходимо при расчете энергозатрат организма во время работы по результатам исследования газообмена (обычно считается 0,82-0,85).

При работе наблюдается изменение не только внешнего, но и тканевого дыхания: возрастает скорость окислительно-восстановительных процессов в мышцах и других органах, увеличивается коэффициент утилизации кислорода тканями из крови.

Сдвиги в сердечно-сосудистой системе. Повышенный уровень обменных процессов в организме при работе обеспечивается усилением доставки кислорода в рабочие органы с одновременным удалением продуктов метаболизма из них.

При работе учащается число сердечных сокращений и возрастает систолический объем крови, т.е. объем крови, выбрасываемой при каждом сокращении. Частота пульса с 70-75 в

минуту в покое может возрастать при работе до 100-120 и больше, а систолический объем – с 50-60 до 100-150 мл. В результате увеличивается минутный объем крови (произведение частоты пульса на систолический объем), который в покое колеблется от 3,6 до 6,8 л, а при работе может возрасти в 5-6 раз.

Между интенсивностью работы и частотой пульса существует почти линейная зависимость. При легких работах (энерготраты менее 150 ккал/ч) частота пульса не превышает 90 в минуту, а при тяжелых работах пульс может достигать 120-140 в минуту. Поэтому тяжесть работы можно классифицировать по частоте пульса, что значительно доступнее, чем определение энергозатрат.

У нетренированных людей возрастание минутного объема крови при работе в большей мере обеспечивается учащением числа сердечных сокращений, у тренированных – увеличением систолического объема.

Сразу после прекращения работы частота пульса быстро уменьшается. В настоящее время имеются телеметрические методы дистанционного определения частоты пульса при работе; если же о ней судят по пальпаторному методу, то определять ее нужно либо непосредственно во время работы, либо в первые 15с после ее окончания.

Показателем работоспособности является не только величина учащения пульса, но также его стабильность. Резкие колебания частоты пульса, непрерывное его увеличение в течение рабочего дня служат проявлением недостаточного приспособления организма к условиям работы. Работоспособность характеризует и время восстановления частоты пульса: чем оно короче, тем лучше состояние организма.

При мышечной работе возрастает артериальное давление, причем больше максимальное. Это обуславливает увеличение пульсового давления – разницы между максимальным и минимальным артериальным давлением. Максимальное артериальное давление при работе может достигать 160-180 мм рт.ст. (21,3-24 кПа) и выше. Восстановление артериального давления после работы происходит быстрее, чем пульса, и обычно заканчивается в течение 5-10 мин. При физической работе увеличивается кровоснабжение мышц, причем резко возрастает число раскрытых капилляров – до 20-30 раз по сравнению с уровнем в покое.

Регуляция сердечно-сосудистой системы при работе осуществляется при участии центра сердечной деятельности в продолговатом мозге, рефлекторной деятельности сосудистых

рецепторов в артериях и венах, внутренних органах и мышцах. Деятельность сердца и тонус сосудов находятся под влиянием дыхательных движений, температуры крови, которая возрастает при работе. На нее оказывает влияние концентрация кислорода и углекислоты в крови, гормонов – адреналина, инсулина, ацетилхолина, вазопрессина. Величина кровотока зависит также от образующихся при мышечной работе продуктов метаболизма – углекислоты, молочной и пировиноградной кислот и др.

При умственной работе не наблюдается существенных сдвигов в кровообращении, в частности в кровоснабжении головного мозга. Наоборот, в связи с фиксированной позой и отсутствием движений имеется недостаточная мобилизация кровообращения.

Исключением является эмоционально напряженный труд: неприятности, волнение, нетерпение сказываются на состоянии сердечно-сосудистой системы и ведут к учащению сердцебиений, изменению ЭКГ, повышению артериального давления. Имеются клинические наблюдения и статистические данные, показывающие, что у работников умственного труда заболеваемость гипертонией, коронарной недостаточностью, атеросклерозом выше, чем у лиц, занимающихся физическим трудом.

#### **4.8. Гигиенические критерии условий труда**

Исходя из гигиенических критериев, условия труда подразделяются на 4 класса: оптимальные, допустимые, вредные и опасные.

Оптимальные условия труда (1-й класс) - такие условия, при которых сохраняется здоровье работающих, и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности. Оптимальные нормативы производственных факторов установлены для микроклиматических параметров и факторов трудового процесса. Для других факторов условно за оптимальные принимаются такие условия труда, при которых неблагоприятные факторы отсутствуют, либо не превышают уровни, принятые в качестве безопасных для населения.

Допустимые условия труда (2-й класс) характеризуются такими уровнями факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не должны оказывать неблагоприятного действия в ближайшем и отдаленном периоде на состояние здоровья работающих и их потомство. Допустимые условия труда условно относят к безопасным,

Вредные условия труда (3-й класс) характеризуются наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих неблагоприятное действие на организм работающего и/или его потомство.

Вредные условия труда по степени превышения гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работающих подразделяются на 4 степени вредности:

1-я степень 3-го класса (3.1) — условия труда характеризуются такими отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, которые вызывают функциональные изменения, восстанавливающиеся, как правило, при более длительном (чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами и увеличивают риск поврежденного здоровья;

2-я степень 3-го класса (3.2) — уровни вредных факторов, вызывающие стойкие функциональные изменения, приводящие в большинстве случаев к увеличению производственно-обусловленной заболеваемости (что проявляется повышением уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности и, в первую очередь, теми болезнями, которые отражают состояние наиболее уязвимых органов и систем для данных вредных факторов), появлению начальных признаков или легких (без потери профессиональной трудоспособности) форм профессиональных заболеваний, возникающих после продолжительной экспозиции (часто после 15 и более лет);

3-я степень 3-го класса (3.3) — условия труда, характеризующиеся такими уровнями вредных факторов, воздействие которых приводит к развитию, как правило, профессиональных болезней легкой и средней степени тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в периоде трудовой деятельности, росту хронической (производственно-обусловленной) патологии, включая повышенные уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности;

4-я степень 3-го класса (3.4) - условия труда, при которых могут возникать тяжелые формы профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности), отмечается значительный рост числа хронических заболеваний и высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

Опасные (экстремальные) условия труда (4-й класс) характеризуются уровнями производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или ее части) создает угрозу для

жизни, высокий риск развития острых профессиональных поражений, в т.ч. и тяжелых форм.

В рамках перечисленных классов условий труда трудовой процесс может отличаться по тяжести и напряженности.

.....  
**Тяжесть труда** — характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечно-сосудистую, дыхательную и др.), обеспечивающие его деятельность.

.....  
 Тяжесть труда характеризуется физической динамической нагрузкой, массой поднимаемого и перемещаемого груза, общим числом стереотипных рабочих движений, величиной статической нагрузки, формой рабочей позы, степенью наклона корпуса, перемещениями в пространстве.

.....  
**Напряженность труда** — характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника.

.....  
 К факторам, характеризующим напряженность труда, относятся: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, степень монотонности нагрузок, режим работы.

Основной задачей медицины труда в области организации трудового процесса является предупреждение развития утомления и переутомления.

В отличие от утомления, переутомление является состоянием пограничным с патологией. Причем, обычный кратковременный отдых не восстанавливает исходного уровня работоспособности, а изменение морфологических, биохимических и иных показателей организма носит выраженный и длительный характер.

Исходя из сущности утомления и учитывая известные механизмы, вызывающие это состояние, предупреждение его может быть достигнуто благодаря широкому кругу социально-экономических, психофизиологических, технических и других мероприятий. Разработкой подобных мероприятий, предназначенных для реализации на производстве, помимо гигиены, физиологии и психологии труда, занимаются эргономика, техническая эстетика, инженерная психология и научная организация труда (НОТ).

Трудовая деятельность человека протекает в условиях определенной производственной среды, которая при несоблюдении

гигиенических требований может оказывать неблагоприятное влияние на работоспособность и здоровье человека.

Производственная среда как часть окружающей человека внешней среды складывается из природно-климатических факторов и факторов, связанных с профессиональной деятельностью (шум, вибрация, токсические пары, газы и т.д.), которые принято называть вредными факторами. Те же факторы могут быть и опасными.

#### **4.9. Виды профессиональной вредности**

Профессиональные вредности возникают в связи:

I. С неправильной организацией трудового процесса:

а) вынужденное положение тела, например, стоячее у рабочих за станком, у формовщиков в литейных, у сельскохозяйственных рабочих, у строителей и т.д.; сидячее — у портных, сапожников и т.д. В результате длительного положения, в особенности в сочетании с мышечной нагрузкой, может возникнуть деформация стопы — плоскостопие, когда вследствие перенапряжения связочно-мышечного аппарата понижается, либо исчезает свод стопы. Стоячее положение — у слесарей, токарей, ткачей, прачек и т.д. С длительным хождением — прядильщицы, официанты, милиционеры. С подниманием и переноской тяжести — грузчики, письмоноscopy, рассыльные и др.

В выраженных случаях плоскостопие вызывает быструю утомляемость, боли в стопе, судороги икроножных мышц и т.д.

Изменение осанки, чаще всего в виде кифозов или сколиозов. Искривления позвоночника тем возможнее, чем в более молодом возрасте возникла необходимость вынужденного положения тела. Предрасполагающими факторами являются рахит и общая мышечная слабость. Большое значение в профессиональной патологии у лиц стоячих профессий имеет варикозное расширение вен на ногах, что происходит вследствие недостаточного оттока крови из венозной сети нижних конечностей, недостаточности венных клапанов, нарушения питания стенок сосудов;

б) напряжение отдельных органов и систем.

Например, воспаление сухожильных влагалищ со скоплением воспалительной жидкости и отложением фибрина вдоль сухожилия — тендо-вагинит, который встречается в ряде профессий, связанных со значительным тоническим напряжением мышц предплечья и часто повторяющимися движениями пальцев и кисти (плотники, кузнецы, формовщики кирпича, чулочницы, скрипачи и др.). Основные признаки заболевания — боль, хруст при движениях, припухлость вдоль пораженных сухожилий.

Координаторные невроты, из которых самым частым является неврот пишущих (у бухгалтеров, канцелярских служащих, стенографисток и т.д.). Сначала жалуются на утомляемость и неловкость рук при письме, в дальнейшем возникает напряжение мышц, иногда дрожание и боли, непроизвольное сгибание и разгибание пальцев во время письма.

Это заболевание бывает у кузнецов, молотобойцев, грузчиков, проходчиков, забойщиков и др. Возникновению заболевания, помимо физического напряжения, способствуют и неблагоприятные микроклиматические факторы: низкая температура, повышенная влажность, резкое колебание температур и т.д.

.....  
**Люмбаго** — боль в поясничной и пояснично-крестцовой области — встречается у представителей профессий, работа которых характеризуется сильным физическим напряжением, особенно при длительном вынужденном положении тела, чаще всего с наклоном вперед.

.....  
 Длительная работа с напряжением аккомодации, усиленная конвергенция могут способствовать развитию у рабочих близорукости. Последняя встречается у сборщиков мелких деталей, часовщиков, граверов, ювелиров, корректоров, чертежников, наборщиков и др. Характерно, что у представителей одной и той же профессии частота близорукости тем выше, чем труднее для зрения условия труда. Так, если среди обычных наборщиков процент близорукости был 51,0, то среди наборщиков по шрифтам восточных языков он составляет 64,1 %;

в) нерациональный режим труда (удлинение рабочего дня, сокращение или отсутствие перерывов).

II. С неблагоприятными условиями внешней среды:

а) *повышенная и пониженная температура воздуха помещений.* Практически производственные помещения делят на холодные, имеющие нормальную температуру и горячие цехи. К цехам с незначительным тепловыделением относят такие, в которых тепловыделение от оборудования, материалов, людей не превышают 20 ккал на 1м<sup>3</sup> помещения в час.

Если тепловыделение превышает указанную величину, то цехи относят к горячим.

Особенно большие тепловыделения встречаются в металлургии (доменные, мартеновские и прокатные цехи), машиностроении (литейные, кузнечные, термические цехи), текстильной

промышленности (красильные и сушильные цехи), швейной промышленности (утюжные), на хлебозаводах, стекольном производстве и т.д. Для горячих цехов особо важное значение имеет отдача тепла излучением. Температура нагретых, раскаленных и расплавленных тел, с которыми приходится встречаться в горячих цехах, достигает сотен и даже тысяч градусов (температура плавления стали 1800 °С). Тепло, получаемое от перечисленных источников за счет инфракрасной радиации, может быть столь значительным, что температура воздуха рабочих помещений может достигать 30-40 °С и даже более.

В ряде производств работа проводится при пониженной температуре воздуха. На пивоваренных заводах в подвальных отделениях при температуре 4,4—7 °С, в холодильниках при температуре от 0 до —20 °С. Многие работы производятся в неотапливаемых помещениях (склады, элеваторы) или на открытом воздухе (строительство, лесозаготовки, сплав леса, карьеры, открытые разработки угля и руды и т.д.);

б) повышенная или пониженная влажность, которая встречается в прачечных, красильных цехах текстильных фабрик, на химических предприятиях и т.д. Особенно неблагоприятные условия создаются, если испаряющиеся жидкости нагреваются и кипят.

В этих случаях абсолютная влажность воздуха помещения может достигать максимальной влажности уже при температуре поверхности кожи, т.е. физиологический дефицит насыщения будет равен нулю и испарение пота станет невозможным. Однако это ни в коей степени не задерживает процесса выделения пота (не эффективного) и вызываемого им обезвоживания организма. Так, в воздухе, насыщенном влагой, при температуре 35 °С выделение пота может достигать 3,5 л/час;

в) повышенное или пониженное атмосферное давление. Первое, чаще всего, связано с работой водолазов и проведением кессонных работ. Во втором случае это работа авиаторов, проведение высотных и горных работ;

г) чрезмерные шум и вибрация.

Шум является одним из наиболее распространенных факторов внешней среды. Некоторые технологические процессы, например, испытание автомоторов, работа на ткацких станках, клепка, вырубка и обрубка литья, очистка литья в барабанах, штамповка и т.д., сопровождаются резким шумом, оказывающим неблагоприятное действие не только на орган слуха, но и на нервную систему рабочего.

Воздействие вибрации наблюдается, прежде всего, вследствие широкого применения пневматического инструмента: отбойных молотков и перфораторов, пневматических зубил, виброуплотнителей и т.д.;

д) запыленность воздуха - промышленная пыль.

В условиях производства выделение пыли в подавляющем большинстве случаев связано с процессами механического измельчения: бурения, дробления, помола, истирания. Пыль может быть: а) органической: растительно-древесной, хлопковой, льняной, мучной и т.п., а также животной — шерстяной, волосяной, костной и т.п.; б) неорганической: металлическая пыль — медная, железная и т.п.; углеродсодержащая — уголь, графит; минеральная — наждачная, песчаная, кварцевая, асбестовая, цементная, известковая и т.п., а также пыль смешанного состава.

Наиболее распространенными профессиональными заболеваниями, развивающимися при длительном вдыхании различных видов пыли, являются пневмокоииозы, в том числе наиболее опасный из них — силикоз, — а также ряд хронических неспецифических заболеваний органов дыхания, глаз и кожи;

е) промышленные яды. Химические методы все больше внедряются в различные отрасли промышленности — металлургическую, машиностроительную, горнорудную и т.д. Бурно развивается химическая промышленность. Расширяется применение инсектофунгицидов в сельском хозяйстве. Все это создает возможность возникновения профессиональных острых и хронических отравлений;

ж) бактериальное загрязнение среды, которое вызывает профессиональные инфекции, возникающие среди работающих в контакте с тем или иным инфекционным началом. В одних случаях болезнь возникает в результате контакта людей с больными животными (зоотехники, ветеринары и т.д.), других — с инфекционным материалом: кожей, шерстью животных, тряпьем, бактериальными культурами (рабочие кожевенных заводов, рабочие утилизационных заводов, работники микробиологических лабораторий и др.), в третьих — больными людьми (медицинский персонал, ухаживающий за инфекционными больными);

з) радиоактивное заражение внешней среды, помещений, инструмента, материалов.

III. Наконец, третья большая группа профессиональных вредностей возникает вследствие несоблюдения общесанитарных условий в местах работы.

К ним относятся:

а) недостаточная площадь и кубатура помещений;  
 б) неудовлетворительное отопление и вентиляция, чем объясняется холод и жара, неравномерность температур и т.д. Например, на паровозе разность температур на уровне головы и ног достигает 40°C.

в) нерационально устроенное и недостаточное естественное и искусственное освещение.

Наука, изучающая основное действие ядовитых веществ, в том числе и промышленных ядов, называется токсикологией.

#### **4.10. Гипокинезия человека в процессе трудовой деятельности и ее отрицательные последствия**

Типичной чертой профессиональной деятельности большинства работников являются низкие физические активность и, соответственно, затраты энергии на протяжении рабочего дня. Преобладающими стали работы в вынужденной рабочей позе, с небольшими по величине локальными физическими нагрузками, с монотонностью действия или обстановки. У лиц малоподвижных профессий общие энергзатраты, как правило, составляют не более 1,5-2,2 ккал/мин, а затраты энергии на физическую активность не превышают 800-1200 ккал в сутки, т.е. находятся за пределами даже ориентировочной нижней границы «нормы» (1200 ккал/сут). В большинстве случаев недостаток двигательной активности во время работы не восполняется и во внерабочее время. Последствия длительной гипокинезии, связанной с характером трудовой деятельности, неблагоприятны как в медико-биологическом, так и социально-экономическом отношениях.

В механизме снижения функциональных резервов организма человека и его работоспособности под влиянием гипокинезии выделяют четыре ведущих момента.

1) Изменения в нервно-мышечной системе под влиянием гипокинезии приводят к снижению активности метаболических процессов в мышечных клетках, ухудшению функций сокращения и расслабления мышцы, значительному снижению их силы и выносливости, а значит, и работоспособности. Все это приводит к увеличению тяжести труда (его физиологической стоимости).

2) Уменьшение функциональных возможностей центральной нервной системы при длительном недостатке физической активности человека приводит к снижению устойчивости работающих лиц к действию стрессогенных факторов, увеличению утомляемости человека при умственной работе, повышению нервной напряженности

труда, увеличению утомления в сфере зрительного и слухового анализатора.

3) Под влиянием пониженной двигательной активности на производстве и в быту значительно снижаются кислородтранспортные возможности организма и, следовательно, общая физическая работоспособность; возрастают реакции сердечно-сосудистой системы на одни и те же физические и эмоциогенные раздражители; снижаются возможности человека работать в экстремальных условиях; увеличиваются заболевания сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

4) Снижение специфической и неспецифической резистентности организма человека под влиянием гипокинезии приводит к увеличению у одних и тех же лиц числа заболеваний как инфекционной, так и неинфекционной природы.

#### **4.11. Работоспособность и утомление**

На протяжении рабочей смены работоспособность меняется в широких пределах. Это связано с тем, что на нее влияют как внешние, по отношению к человеку факторы (характер труда, условия окружающей среды, режимы труда и отдыха, рабочая поза, организация трудового процесса с точки зрения эргономики), так и внутренние (мотивация, степень совершенства трудовых навыков, функциональные резервы человека)

.....  
**Работоспособность** – это свойство человека на протяжении длительного времени и с определенной эффективностью выполнять максимальное количество физической или умственной работы.  
 .....

В производственной обстановке работоспособность изменяется на протяжении рабочей смены и условно подразделяется на четыре фазы (рис. 13).

Первая фаза – фаза вработывания, во время которой повышается активность ЦНС, возрастает уровень обменных процессов в организме работающего, усиливается деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Продолжительность этой фазы зависит от вида деятельности. Она всегда короче при физическом труде, чем при умственном. Причем, чем физически тяжелее работа, тем быстрее происходит вработывание.

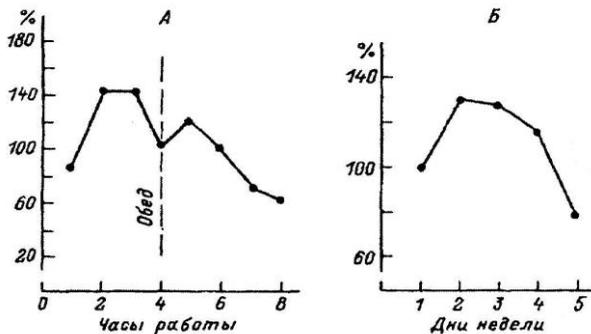
Вторая фаза – фаза относительно устойчивой работоспособности, характеризуется оптимальным, с точки зрения достижения полезного результата, уровнем функционирования

обеспечивающих работу систем организма, максимальной эффективностью труда. Продолжительность периода устойчивой работоспособности зависит от физической тяжести и нервной напряженности труда (чем тяжелее работа, тем короче период устойчивой работоспособности), от психофизиологического состояния человека, от гигиенических условий труда.

Третья фаза – фаза снижения работоспособности, связанная с развитием утомления.

Четвертая фаза – фаза вторичного повышения работоспособности в конце рабочего дня. В ее основе лежит условнорефлекторный механизм, связанный с предстоящим концом работы и последующим отдыхом. Аналогичным образом меняется профессиональная работоспособность человека и на протяжении рабочей недели (рис. 13).

Причиной снижения работоспособности на протяжении рабочего дня, недели или года является утомление. Во время работы утомление проявляется в уменьшении силы и выносливости мышц, ухудшении координации движений, в возрастании затрат энергии при выполнении одной и той же работы, в замедлении скорости переработки информации, ухудшении памяти, затруднении процессов сосредоточения и переключения внимания с одного вида деятельности на другой. Субъективно утомление проявляется в ощущении усталости, вызывающего желание прекратить работу или снизить нагрузку.



**Рис. 13.** Примерные изменения почасовой производительности труда. А – в процентах к среднесменной выработке и работоспособности человека; Б – в процентах к исходной

(выносливость мышц к статическому усилию) на протяжении рабочей недели

При динамической работе с интенсивностью, лежащей ниже предела утомления, восстановление макроэнергетических фосфатов, используемых при сокращении мышц, происходит на протяжении самой работы, во время расслабления мышц (микропауз). Если продолжительность расслабления мышц соответствует времени, необходимому для синтеза АТФ и удаления из них продуктов метаболизма, то такая работа является малоутомительной. При динамической работе большой интенсивности возможность непрерывного восстановления АТФ в процессе самой работы отсутствует. Это объясняется тем, что длительность периодов расслабления мышцы меньше, чем время, необходимое для текущего восстановления ее энергетического потенциала. Восстановление запасов энергии и удаление молочной кислоты из мышц происходят неполностью.

Физиологические механизмы нервно-психического утомления точно не известны. Типичными симптомами такого утомления являются замедление передачи и осмысления информации, снижение эффективности умственной деятельности в целом, ослабление сенсорных и сенсомоторных функций. Подобное утомление не только снижает работоспособность, но иногда приводит к снижению социальной активности человека, раздражительности, эмоциональной нестабильности, беспричинной тревоге и даже депрессии.

Нервно-психическое утомление возникает:

- 1) при длительной и напряженной умственной работе, требующей усиленной концентрации внимания, решения сложных производственных задач в условиях дефицита времени;
- 2) при тяжелом физическом труде;
- 3) при однообразной монотонной работе;
- 4) при труде в условиях слабой освещенности, повышенной температуры, шума и вибрации;
- 5) при частых конфликтных ситуациях в коллективе, отсутствии интереса к работе, несоответствии психофизиологических возможностей человека характеру его трудовой деятельности.

В отличие от мышечного утомления, утомление центрального происхождения (нервно-психическое) может быстро исчезать. Это происходит, например, в ситуациях, когда один вид деятельности сменяется другим; человек попадает в стрессовые ситуации, угрожающие его жизни; если появляется новая информация, повышающая интерес к работе. Поскольку утомление в нервно-

психической сфере может проходить столь быстро, это свидетельствует о том, что его первопричиной не являются ни уменьшение энергетических субстратов в нервных структурах, ни накопление в них продуктов метаболизма, ни недостаточное кровоснабжение головного мозга.

Любой вид труда не будет приводить к развитию переутомления и перенапряжения и, напротив, окажет положительное влияние на работоспособность и здоровье человека, если придерживаться физиологических принципов его рациональной организации.

#### **4.12. Физиологические основы рациональной организации трудовых процессов**

Рациональные режимы труда и отдыха. Работоспособность человека определяется условиями его работы и отдыха. За время отдыха физиологические показатели, изменившиеся в процессе работы должны возвратиться к исходному уровню. Поэтому среди физиологической рационализации трудовой деятельности ведущее место занимают физиологически обоснованные режимы труда и отдыха, представляющие собой систему чередования периодов работы и отдыха на протяжении рабочей смены, недели или года. Разработка рациональных режимов труда и отдыха возможна лишь на основе психофизиологических исследований функционального состояния человека в процессе труда. Правильно организованные режимы чередования периодов работы и восстановления являются одним из наиболее эффективных способов сохранения высокой работоспособности и здоровья человека.

При построении рациональных внутрисменных режимов труда и отдыха организаторы производства руководствуются следующим принципами:

1) процесс включения в работу (фаза вработывания занимает меньше времени при использовании специальных активирующих воздействий (вводная гимнастика, музыкальные передачи);

2) на протяжении рабочей смены необходимо устраивать микропаузы в работе и регламентированные перерывы на отдых. В зависимости от тяжести и напряженности труда время на отдых может составлять 9-10% рабочего времени;

3) регламентированные перерывы будут эффективными лишь тогда, когда они назначаются на начальных стадиях развития утомления;

4) продолжительность периодов отдыха зависит от тяжести и напряженности труда. Так, при легкой работе на конвейере

длительность перерывов должна быть 5-7 мин, а при тяжелой физической работе – 20-25 мин. При особо физически тяжелых работах 15-20-минутные периоды работы необходимо чередовать с такими же по продолжительности периодами отдыха. При работах, требующих нервного напряжения и внимания, а также точных, мелких движений пальцев в высоком темпе и в условиях повышенной монотонности, целесообразно устраивать работающим лицам частые, но короткие (5-10 мин) перерывы;

5) чем тяжелее и напряженнее работа, тем ближе по времени к началу смены (или к обеденному перерыву для второй половины рабочего дня) должны быть введены регламентированные перерывы;

6) во второй половине рабочего дня, в связи с более выраженным утомлением, количество перерывов на отдых должно быть больше, чем в первой половине смены;

7) перерыв на обед, длительностью 40-60 мин, целесообразно предоставлять в середине рабочего дня или с отклонением от нее в пределах до одного часа;

8) характер заполнения перерыва (активный или пассивный отдых, использование физических и психостимулирующих средств рекреации) зависит от вида трудовой деятельности.

Физиологические принципы профилактики перенапряжений опорно-двигательного аппарата. Основными этиологическими факторами развития перенапряжения и связанных с ними заболеваний нервно-мышечного и костно-суставного аппарата человека являются чрезмерные по интенсивности физические нагрузки (количество совершаемых за смену движений пальцев рук, величины усилий развиваемых мышцами, вес поднимаемого груза) и нерациональная, вынужденная рабочая поза. Следовательно, оздоровительные мероприятия, направленные на предупреждение развития переутомления и перенапряжения, должны обеспечивать следующее:

1) ограничение верхнего предела энергозатрат при глобальной, региональной или локальной мышечной работе в течение 7-8 часов соответственно 4,2; 2,8 и 1,7 ккал/мин;

2) уменьшение числа движений пальцев рук (менее 80 000 за смену) и статических напряжений мышц (менее 15 % максимальной произвольной силы);

3) снижение величин динамических напряжений мышечного аппарата при выполнении рабочих операций;

4) рациональную организацию режимов труда и отдыха с регламентированными перерывами для выполнения рекреационных

процедур, ускоряющих процессы восстановления (например, массаж, гидромассаж, электростимуляция мышц);

5) организацию труда в пределах оптимальной рабочей зоны для позы стоя и сидя;

6) использование рабочей мебели, соответствующей антропометрическим характеристикам человека;

7) смену рабочих поз и исключение их однообразия.

Принципы профилактики зрительного утомления и перенапряжения. Снижение зрительного переутомления достигается реализацией следующих рекомендаций:

1) устранить пульсации освещенности рабочего места, постоянную смену полей зрения, резкие световые и цветовые контрасты, сильную освещенность, слепящие поверхности;

2) при работе с дисплеями необходимо регламентировать яркость фоновое свечения экрана, яркость и контрастность изображения на экране, цвет свечения экрана и высвечивания информации, частоту мельканий изображений, ширину линий. По своему усмотрению операторы должны иметь возможность изменять наклон корпуса, высоту пульта с клавиатурой, высоту экрана, расстояние от экрана до глаз, наклон экрана;

3) с целью предотвращения развития перенапряжения органов зрения необходимо соблюдать правильный режим труда и отдыха, включающий распорядок и продолжительность рабочего дня, введение регламентированных перерывов в работе, сеансов релаксации, выполнение упражнений для глаз соблюдение рекомендаций по организации активного отдыха;

4) проведение окулистами отбора лиц на работу, требующую напряжения органов зрения.

Принципы профилактики отрицательных последствий труда в условиях монотонии. Мероприятия, способствующие ограничению развития монотонии, должны быть направлены на повышение уровня активности ЦНС и обеспечение работающих лиц оптимальной информационной и двигательной нагрузками. Речь идет об использовании большого комплекса организационно-технических и психофизиологических мер. Среди них первостепенное значение имеют:

1) организация работ таким образом, чтобы производственные операции имели смысловую и структурную завершенность и продолжались не менее 30 с, а межоперационные микропаузы составляли не менее 15 % оперативного времени;

2) внезапные ускорения темпа работы на 5-10 % по 1-2 мин 2-3 раза в час;

3) периодическая смена заданного темпа и ритма работы на относительно свободный;

4) укрупнение производственных операций, освоение смежных операций и их чередование;

5) изменение скорости движения конвейера в соответствии с динамикой работоспособности человека;

6) внедрение режимов работы и отдыха, способствующих уменьшению ощущения монотонии;

7) использование в качестве средств, повышающих уровень бодрствования, производственной гимнастики, музыкальных передач, дополнительной интересной информации;

8) профотбор и профориентация лиц для работы в условиях монотонного труда.

Принципы оптимизации умственного труда и труда, вызывающего нервно-психическое напряжение. Рекомендации, ориентированные на повышение продуктивности умственного труда и снижение нервно-психического напряжения, заключаются в следующем

1) поддерживать свои профессиональные знания на уровне, достаточном для решения любых возникающих во время работы задач;

2) поддерживать умеренный и постоянный уровень производственной нагрузки;

3) соблюдать ритмичность в работе;

4) создавать условия для формирования положительных эмоций и возможности для быстрого снятия отрицательных;

5) перерывы на отдых должны быть заполнены деятельностью, снимающей психоэмоциональное напряжение (физическая активность, психологическая разгрузка, специальные психогигиенические процедуры);

6) во внерабочее время 3-4 раза в неделю по 30-40 мин выполнять физические упражнения с интенсивностью в пределах 70-75 % от индивидуальной максимальной частоты сердечных сокращений.

### **Контрольные вопросы**

1. Дать определение понятиям: Физиология труда, монотония, управленческий и творческий труд, механизация труда, работоспособность, динамический стереотип, утомление, статическая работа, тяжесть труда, напряженность труда, работоспособность,

2. Задачи физиологии труда
3. Какие формы труда вы знаете?
4. В каких направлениях проводятся исследования по физиологии труда?
5. Как происходит изменение работоспособности в течение дневной рабочей смены?
6. В чем заключается цель предварительных медицинских осмотров?
7. Физиологические закономерности трудовой деятельности человека
8. Гигиенические критерии условий труда
9. Какие вы знаете виды профессиональной вредности?
10. Что должны обеспечивать оздоровительные мероприятия, направленные на предупреждение развития переутомления и перенапряжения?
11. Какие физиологические сдвиги в организме происходят при работе?
12. Какие изменения происходят при работе в сердечно-сосудистой системе?

## **Глава 5.**

### **Токсикология**

- 5.1 Определение, понятия, цели и задачи токсикологии
- 5.2 Классификация вредных химических веществ
- 5.3. Методы детоксикации
- 5.4. Параметры токсичности и опасности вредных химических веществ
- 5.5. Классификация токсикантов
- 5.6. Отравления. Первая помощь при различных отравлениях
  - 5.6.1. Отравления спиртами и суррогатами алкоголя
  - 5.6.2. Отравления синильной кислотой и бытовыми инсектицидами
  - 5.6.3. Отравления лекарствами
  - 5.6.4. Отравления едкими ядами
  - 5.6.5. Отравления оксидом углерода
  - 5.6.6. Отравления растительными ядами
  - 5.6.7. Пищевые отравления
- 5.7. Представление о рецепторе в токсикологии
- 5.8. Основные стадии взаимодействия вредного вещества с биологическим объектом
- 5.9. Основные токсикологические характеристики

## 5.10. Общая характеристика реакции организма человека на воздействие токсических веществ

### Контрольные вопросы

#### 5.1 Определение, понятия, цели и задачи токсикологии

Бурное развитие химической промышленности сопровождается широким использованием химических соединений в различных сферах жизнедеятельности человека. В настоящее время синтезированы миллионы химических веществ и смесей, из которых 60 тыс. находят свое практическое применение. Ежегодно разрабатывается от 500 до 1000 новых химических веществ с широкой перспективой использования. В связи с этим возникает определенный риск для здоровья людей.

Вещество, вызывающее отравление или смерть при попадании в организм в малом количестве называется ядом. В роли последнего может оказаться практически любое химическое соединение, попавшее в организм в количестве, способном вызвать нарушения жизненно важных функций и создать опасность для жизни.

Многие химические вещества, принятые внутрь в оптимальной дозе, приводят к восстановлению нарушенных какой-либо болезнью функций организма и тем самым проявляют лечебные свойства. Другие вещества являются составной частью живого организма (белки, жиры и т.д.), поэтому для проявления их токсических свойств нужны особые условия. Чаще токсическое влияние оказывают чуждые живому организму вещества, которые получили название ксенобиотики.

Решение стоящих перед токсикологией задач возможно лишь в тесном взаимодействии с другими науками: биологическими, медицинскими и химическими. Поэтому токсикологию часто называют химико-биологической наукой.

.....  
**Токсикология** (греч. *toxicon* - яд, *logos* - учение) - наука о потенциальной опасности вредного воздействия веществ на живые организмы и экосистемы. Она изучает также механизмы токсического действия, диагностику, профилактику и лечение отравлений.

**Токсикология** - область знаний, изучающая законы взаимодействия живого организма и яда. Токсичность вещества тем больше, чем меньше его количество (доза) вызывает расстройства жизнедеятельности организма.

.....

Токсикологию можно подразделить на три обобщенных и взаимосвязанных направления: экспериментально-теоретическое, профилактическое (гигиеническое) и клиническое.

Теоретическая токсикология решает проблемы выявления основных законов взаимодействия организма, их токсикокинетики и токсикодинамики. Профилактическая токсикология занимается предупреждением потенциальной опасности вредного воздействия веществ на живые организмы и экосистемы. Клиническая токсикология исследует заболевания, возникающие вследствие влияния на человека химических веществ окружающей среды. Можно также выделить специальные виды токсикологии, которые изучают отравления в особых условиях и обстоятельствах при воздействии определенного типа веществ. Особое место принадлежит промышленной токсикологии, изучающей действие на человека вредных веществ, встречающихся в производственных условиях, с целью разработки санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий, направленных на создание наиболее благоприятных условий труда. Промышленная токсикология как наука была разработана в нашей стране Н.В. Лазаревым (1895-1973) и Н.С. Правдиным (1882-1954) и в настоящее время интенсивно развивается. Токсикология экологическая - относительно молодой раздел токсикологии, изучающей действие веществ на живые объекты, популяции, экосистемы. При этом основное внимание уделяется не отдельным организмам, а биоценозам и экосистемам, а также трансформации веществ в ОС.

Рассматривая химические аспекты воздействия веществ на живые объекты, уместно говорить о химической токсикологии как о науке, изучающей особенности действия веществ, связанные с их химическими свойствами, а также химические принципы детоксикации. Знание физико-химических механизмов рассматриваемых процессов дает возможность прогнозировать характер и степень опасности химических соединений, а также разрабатывать на их основе современные методы лечения.

В основе общей токсикологии лежит учение о движении токсических веществ в организме: пути их поступления, распределения, метаболического превращения (биотрансформации) и выведения. Поэтому первой задачей токсикологии является обнаружение и характеристика токсических свойств химических веществ, которые способны вызвать в организме животных или человека патологические изменения, а также изучение условий, при которых эти свойства возникают, наиболее ярко проявляются и

исчезают. Взаимодействие яда с организмом изучается в двух аспектах: как влияет вещество на организм (токсикодинамика) и что происходит с веществом в организме (токсикокинетика).

Второй задачей токсикологии является определение зоны токсического действия изучаемого химического вещества.

Третья задача состоит в изучении клинических и патоморфологических признаков отравления при различных путях поступления яда в организм. Большое теоретическое и практическое значение имеет определение «избирательной токсичности» яда, т.е. его способности в большей степени повреждать определенные клетки или ткани, не затрагивая при этом другие, с которыми он находится в непосредственном контакте.

Получение такой информации необходимо для изыскания эффективных противоядий (антидотов) и других средств лечения, а также способов предупреждения отравлений.

Четвертой задачей токсикологии является разработка основ экстраполяции на человека полученных в эксперименте данных. При экстраполяции экспериментальных данных на человека рекомендуется руководствоваться следующим правилом: если смертельные дозы для обычных четырех типов лабораторных животных различаются незначительно (в 3 раза и меньше), существует высокая вероятность (<70 %) того, что для человека они будут такими же.

### **5.2 Классификация вредных химических веществ**

Количество химических соединений, используемых в наше время настолько велико, а характер биологического поражения настолько разнообразен, что применяют несколько видов классификаций. В основу существующих классификаций вредных биологических веществ положены различные принципы, агрегатное состояние веществ, характер воздействия на степень токсичности, опасности и другие признаки.

По агрегатному состоянию в воздушной среде вредные вещества могут быть классифицированы как газы, пары и аэрозоли (жидкие или твердые).

По химическому строению вредные химические вещества на органические, неорганические и элементоорганические.

По пути проникновения в организм выделяют вещества, проникающие через дыхательные пути, пищеварительную систему, кожу.

Агрехимикаты (пестициды и химические средства защиты растений), которые включают в себя гербициды, инсектицидов, фунгициды, репелленты, протравители семян. Без использования этих

веществ сегодня представляется немислимым получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Лекарственные средства, имеющие свою фармакологическую классификацию.

Косметические средства, которые также включают некоторые биологически активные соединения, чужеродные для организма и способные в определенных концентрациях вызывать токсический эффект, например аллергические реакции.

Отравляющие вещества (ОВ), которые применяются в качестве токсического оружия для массового уничтожения людей.

По виду токсического действия химические вещества разделяют по характеру их токсического действия на организм.

Однако эта классификация имеет очень общий характер и обычно детализируется использованием дополнительной информации об "избирательной токсичности" веществ. Следует иметь в виду, что "избирательное" токсическое действие яда не исчерпывает всего многообразия проявления интоксикации, а лишь указывает на непосредственную опасность, которая грозит определенному органу или системе организма как основному месту токсического поражения.

По специфике биологического последствия отравления организма выделяют следующие группы веществ:

- раздражающего действия, которые обладают указанным воздействием, попадая на покровы, слизистые оболочки и прежде всего на орган зрения, верхние дыхательные пути;

- сенсibiliзирующего (аллергического) действия, которые вызывают возникновение аллергических заболеваний - бронхиальной астмы, астматического бронхита, конъюнктивита, дерматита;

- мутagenного действия, которые повреждают генетическую наследственную функцию организма;

- тератогенного действия, которое приводит к отклонениям в развитии эмбриона, находящегося в чреве матери;

- канцерогенного действия, которые приводят в конечном счете к возникновению раковых заболеваний;

- репродуктивного действия, которые снижают детородную функцию у мужчин и женщин.

### 5.3. Методы детоксикации

.....  
**Детоксикация** - это процесс обезвреживания ядов и их выделения из организма.  
 .....

Различные методы детоксикации способствуют освобождению желудка и кишечника от невсосавшегося в кровь яда, а также освобождению крови и тканей организма от находящихся в них токсического вещества и метаболитов.

Освобождение организма от ядов производится усилением естественных физиологических процессов рвоты (промывание желудка, очищение кишок, диурез, гипервентиляция, искусственной детоксикации, перитониальный диализ, гемосорбция, и др.) или методом антидотной терапии.

Описанные выше методы освобождения организма от ядов производятся врачами. Однако специалисты в области безопасности должны знать принципы указанных выше мероприятий процедур, направленных на удаление из организма ядов и их болитов.

Вызывание рвоты. После поступления ядов в желудок может ступить рефлекторная рвота, как самопроизвольный акт. При этом часть яда удаляется из желудка с рвотными массами. Однако не всегда после поступления яда в желудок наступает рвота. Ее можно вызвать механическим раздражением глотки и корня языка, а так же применением некоторых лекарственных средств.

При отравлении сильными кислотами и концентрированными растворами едких щелочей удаление яда из желудка с рвотными массами является нежелательным. Выделяясь во время рвоты наружу, эти вещества усиливают степень повреждения пищевода. Кроме того, рвотные массы, содержащие сильные кислоты и щелочи, могут попасть в дыхательные пути и вызывать их ожог.

Промывание желудка. Для детоксикации широко применяется промывание желудка с помощью зонда. При отравлении хлорорганическими и фосфорсодержащими ядохимикатами желудок промывают несколько раз через 3-4 ч. Больные, отравленные наркотическими веществами, в течение нескольких суток могут находиться в бессознательном состоянии. Таким больным желудок промывают несколько раз (через 4-6 ч). При однократном промывании из желудка удаляется основная часть невсосавшегося яда. Однако после этого, в результате обратной перистальтики, из кишок в желудок может поступать определенное количество яда, для удаления которого необходимо проводить повторное промывание желудка. Желудок промывают также тем больным, у которых наступила рвота, но нет уверенности в том, что ее следствием было полное опорожнение желудка. Промывают желудок и при отравлении сильными кислотами. В этих случаях для промывания желудка нельзя применять раствор гидрокарбоната натрия. При взаимодействии кислот и гидрокарбоната

натрия выделяется большой объем оксида углерода (IV), который значительно расширяет стенки желудка. В результате этого усиливаются боли в области желудка и может возникнуть кровотечение. Промывание желудка противопоказано при отравлении ядами, вызывающими судороги. Введение зонда таким больным увеличивает их частоту и тяжесть. Чтобы воспрепятствовать всасыванию яда, оставшегося в желудке после промывания, больным назначают суспензию активированного угля в воде или другие сорбенты, поглощающие яды и препятствующие проникновению их в кровь. Затем с помощью слабительных средств кишки освобождаются не только от находящегося в них яда, но и от ядов, уже всосавшихся в кровь, а затем выделившихся в пищевой канал через слизистую кишок или с желчью.

Форсированное мочеиспускание (диурез). Это один из способов ускоренного удаления токсических веществ из организма, выделяющихся с мочой. Оно позволяет удалить уже всосавшийся яд из кровеносного русла (был предложен в 1948 г. для лечения острых отравлений снотворными средствами). С этой целью назначают мочегонные средства. Скорость выделения некоторых ядов из организма зависит от pH мочи. Чем лучше диссоциируют ядовитые вещества, тем в больших количествах они выделяются с мочой. Метод форсированного мочеиспускания в основном применяется при отравлении веществами, которые легко выводятся из организма почками. Этот метод является малоэффективным в тех случаях, если вещества связаны с белками прочными связями, а также если относятся к числу жирорастворимых веществ.

Форсированное дыхание (гипервентиляция) является эффективным методом ускоренного выведения некоторых ядов из организма. Этот метод применяется только при отравлении летучими ядами, которые в определенной степени выводятся из организма легкими с выдыхаемым воздухом. Для вентиляции применяется аппарат искусственного дыхания. Метод показан при отравлении трихлорэтиленом, растворителями, оксидом углерода.

.....  
**Гемодиализ** - один из эффективных методов ускорения выведения токсических веществ из организма.  
 .....

Метод гемодиализа применяется для выведения из организма битуратов, изониазида, дифенилгидантоина, этиленгликоля, типового спирта, четыреххлористого углерода, анилина, уксусной кислоты, производных фенотназина, солей ртути, мышьяка, кадмия, свинца,

фторидов и других веществ, вызвавших отравление. Гемодиализ особенно в тех случаях, когда его применяют в ранней стадии острого отравления (в первые 24 ч после поступления токсического вещества в организм).

Гемосорбция (гемоперфузия) является одним из способов искусственной детоксикации организма. Этот метод основан на поглощении сорбентами ядовитых веществ, находящихся в крови.

#### **5.4. Параметры токсичности и опасности вредных химических веществ**

Количественной оценкой токсичности и опасности ядов занимается раздел токсикологии, именуемый токсикометрией (в дословном переводе с греческого - измерение токсичности). Используя определенные качественные и количественные критерии, токсикометрия позволяет осуществлять целенаправленный отбор менее токсических и опасных веществ на стадии синтеза новых соединений и композиций для последующего внедрения их в сфере производства и быта.

Токсикометрия химических соединений включает большой диапазон исследований и оценок, обязательными среди которых являются установление смертельных и пороговых доз в остром опыте, выявление и количественная характеристика кумулятивных свойств, изучение кожно-раздражающего, кожно-резорбтивного, сенсibiliзирующего действия, хронического воздействия на организм для установления пороговых концентраций. Особое значение приобретают исследования отдаленных эффектов онкогенного, мутагенного и нейротоксического воздействия на репродуктивную функцию и сердечно-сосудистую систему, а также критерии оценки таксико-кинетических и метаболических эффектов.

Токсикометрия предусматривает определение в эксперимент параметров (показателей), характеризующих токсичность химических веществ на разных уровнях воздействия и опасность возникновения отравления в тех или иных условиях воздействия вредных веществ на организм.

На практике установление параметров токсичности и опасности химических соединений осуществляется моделированием интоксикаций в острых, подострых и хронических экспериментах на лабораторных животных.

Хронические эксперименты на животных являются основой гигиенического нормирования химических веществ в различных средах. В хроническом эксперименте устанавливается порог общетоксического и специфического (если оно обнаружено) действия,

изучается механизм (патогенез) интоксикации. Данные хронического эксперимента экстраполируются (переносятся) непосредственно на человека и в дальнейшем уточняются наблюдением за здоровьем людей. Длительность хронического эксперимента составляет от 4-6 мес. при нормировании вредных веществ в воздухе рабочей зоны и в атмосфере до 10-12 мес. при установлении ПДК в пищевых продуктах и воде.

Эксперименты по изучению отдаленных последствий воздействия химических веществ могут продолжаться в течение всей жизни лабораторных животных.

Неблагоприятный эффект воздействия различных доз и концентраций может проявляться в форме гибели организма или функциональных изменений. В первом случае говорят о (смертельных) концентрациях (ЛК, или CL) или дозах (ЛД, DL), во втором - действующих, пороговых концентрациях (дозах).

Доза выражается в единицах массы или объема вредного вещества на единицу массы животного (мг/кг). Концентрация воздействующего вещества выражается обычно в следующих единицах: Мг/м, мг/л, мг/см<sup>3</sup>, %, в частях на миллион (ppm).

Среднесмертельная (или абсолютно смертельная) доза при введении в желудок ЛД<sub>50ж</sub> - количество вредного вещества, вызывающего гибель 50 или 100% животных соответственно при однократном введении в желудок.

Среднесмертельная (или абсолютно смертельная) доза при нанесении на кожу Лд<sub>сок</sub> - количество вредного вещества, вызывающего гибель 50 или 100% животных соответственно при однократном нанесении на кожу.

Среднесмертельная (или абсолютно смертельная) концентрация вещества в воздухе ЛК<sub>50</sub> - концентрация вещества, вызывающая гибель 50 или 100% испытуемых животных соответственно • при ингаляционном воздействии в течение 2-4 ч.

В токсикологической практике для оценки токсичности различных радионуклидов определяют летальные дозы (абсолютно летальную, минимально летальную и дозу, вызывающую гибель 50%).

Особенности обмена и депонирования радионуклидов в органах и тканях оценивают в единицах кБк/г, что отражает удельную радиоактивность массовой доли того или иного органа, подвергающегося воздействию. При этом необходимо иметь в виду различную радиочувствительность органов и тканей к облучению и разную скорость восстановительных процессов в них.

Опасность веществ устанавливается не только по показателям острой токсичности. Учитывается также степень опасности хронических отравлений по так называемым зонам острого и хронического действия. Для определения ранних функциональных изменений в биологических организмах определяют действующие дозы и концентрации, которые вызывают признаки интоксикации организма, а также пороговые и недействующие величины. Под термином «пороговость» понимают статистически достоверные изменения в организме, выходящие за пределы гомеостаза. Определение порогов острого и хронического действия позволяет установить зоны острого и хронического действия и подойти к обоснованию предельно допустимых концентраций.

Порог вредного действия (однократного  $L_{imac}$  и хронического  $L_{imch}$ )- это минимальная концентрация (доза) вещества в объекте окружающей среды, при воздействии которой в организме возникают изменения, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций, т.е. скрытая (временно компенсированная) патология.

Порог специфического (избирательного) действия  $L_{imsp}$ -минимальная концентрация (доза), вызывающая изменения биологических функций отдельных органов и систем организма, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций.

Порог хронического действия является базовым параметром токсикометрии, на основе которого рассчитываются коэффициенты запаса  $K$ , и ПДК. При установлении значения ПДК необходимо уменьшить заведомо токсическую концентрацию. Коэффициент запаса принимается тем больше, чем выше кумулятивные, кожно-резорбтивные, сенсibiliзирующие свойства токсического вещества. Численно он обычно принимается  $3 < K, < 20$ . Величина  $K$ , возрастает при наличии специфического отдаленного действия токсического вещества. В этом случае  $K$ , определяется, исходя из величины зоны специфического действия.

.....  
**ПДК вредного вещества во внешней среде** - это такая концентрация, при воздействии которой на организм человека периодически или в течение всей жизни не возникает соматических или психических заболеваний (в том числе скрытых) или изменений состояния здоровья, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций, обнаруживаемых современными методами

исследования, в настоящее время или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

**Токсический процесс** – формирование и развитие реакций организма на действие токсиканта, приводящих к его повреждению или гибели. Механизм формирования и развития токсического процесса, прежде всего, определяется строением вещества и его действующей дозой. Проявления токсического процесса (или последствия его токсического действия) исследуются на клеточном, органном, организменном, популяционном уровне.

.....  
 Для веществ, на которые ПДК не установлены, временно устанавливаются ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) и оговариваются условия их применения в каждом отдельном случае. Помимо этого для санитарной оценки воздушной среды может использоваться показатель ВДК - временно допустимая концентрация вещества, устанавливаемая на 2-3 года.

На основании сопоставления установленных параметров токсичности и опасности с нормами ГОСТ 12.1.007-76 "Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности" определяется класс опасности химического соединения.

Разработанные таким образом ПДК после утверждения Министерством здравоохранения РФ включаются в межгосударственные стандарты, нормы и правила, другие нормативно-технические документы и служат юридической основой для осуществления текущего и предупредительного государственного санитарного надзора.

Таблица 8

## Основные направления общей токсичности

Направления общей токсикологии	Область применения
Военная	Раздел военной медицины и токсикологии,

	изучающий патогенез поражений отравляющими веществами, а также вредными веществами и агрессивными жидкостями, используемыми в военной технике, и разрабатывающий методы диагностики, профилактики и лечения этих поражений
Коммунальная	Исследование токсичных веществ, действующих на человека в условиях населенных мест, и разработка соответствующих гигиенических нормативов и профилактических мероприятий
Медицинская	Изучение заболеваний, возникающих вследствие влияния на человека химических веществ окружающей среды, и разработка средств и методов профилактики и лечения
Пищевая	Исследование влияния на здоровье человека пластмассовой посуды, консервантов, красящих веществ, стабилизаторов, применяемых в пищевой промышленности
Промышленная	Изучает действие на человека вредных веществ, встречающихся в производственных условиях, с целью разработки санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий, направленных на создание наиболее благоприятных условий труда
Судебная	Является неотъемлемой частью судебной медицины, и её главная задача состоит в экспертизе отравлений. Для этого применяются методы судебной химии, клинической токсикологии и патологической анатомии
Экологическая	Относительно молодой раздел токсикологии, изучающей действие веществ на живые объекты, популяции, экосистемы. При этом основное внимание уделяется не отдельным организмам, а их связям, т.е. биоценозам и экосистемам, а также трансформации веществ в окружающей среде

Таблица 9

## Уровни и последствия токсического действия

Уровень действия	Проявления и последствия
------------------	--------------------------

Клеточный	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обратимые структурно-функциональные изменения клетки (изменения формы, количества органелл, сродства к красителям и т.д.).</li> <li>• Преждевременная гибель клетки (некроз, апоптоз).</li> <li>• Мутации</li> </ul>
Органный (системный)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Функциональные реакции (миоз, спазм гортани, одышка, кратковременное падение артериального давления, учащение сердечного ритма, нейтрофильный лейкоцитоз и т.д.).</li> <li>• Заболевания органа</li> <li>• Неопластические процессы</li> </ul>
Организменный	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интоксикации – болезни химической этиологии.</li> <li>• Транзиторные токсические реакции – быстро проходящие, не угрожающие здоровью населения, сопровождающиеся временным нарушением дееспособности (например, раздражение слизистых оболочек).</li> <li>• Аллобиотические состояния – наступающее при воздействии химического фактора изменение чувствительности организма к инфекционным, химическим, лучевым, другим физическим воздействиям и психогенным нагрузкам (иммуносупрессия, аллергизация, толерантность к веществу и т.д.).</li> <li>• Специальные токсические процессы - беспороговые, имеющие длительный скрытый период, развивающиеся, как правило, в сочетании с дополнительными факторами (например, канцерогенез)</li> </ul>
Популяционный (биогео-ценотический)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Рост заболеваемости, смертности, числа врожденных дефектов, уменьшение рождаемости.</li> <li>• Нарушение демографических характеристик популяции (соотношение возрастов, полов и т.д.).</li> <li>• Падение средней продолжительности жизни членов популяции, их культурная деградация</li> </ul>

Таблица 10

Общая классификация факторов, определяющих развитие отравлений.

Класс	Группа факторов	Виды факторов
I	<i>Основные факторы,</i> относящиеся к ядам.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Физико-химические свойства.</li> <li>• Токсическая доза и концентрация в биосредах.</li> <li>• Характер связи с рецепторами токсичности.</li> <li>• Особенности распределения в биосредах.</li> <li>• Степень химической чистоты и наличие примесей.</li> <li>• Устойчивость и характер изменений при хранении.</li> </ul>
II	<i>Дополнительные факторы,</i> относящиеся к конкретной «токсической ситуации»	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Способ, вид и скорость поступления в организм.</li> <li>• Возможность к кумуляции и привыкание к ядам.</li> <li>• Совместное действие с другими токсичными веществами.</li> </ul>
III	<i>Основные факторы,</i> характеризующие пострадавшего.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Видовая чувствительность.</li> <li>• Влияние массы тела, питания и физической нагрузки.</li> <li>• Половая принадлежность.</li> <li>• Возрастные особенности.</li> <li>• Индивидуальная варибельность и наследственность.</li> <li>• Влияние биоритмов.</li> <li>• Возможность развития аллергии и токсикомании.</li> <li>• Общее состояние здоровья пострадавшего.</li> </ul>
IV	<i>Дополнительные факторы,</i> влияющие на пострадавшего.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Температура и влажность окружающего воздуха.</li> <li>• Барометрическое давление.</li> <li>• Шум и вибрация.</li> <li>• Лучистая энергия и пр.</li> </ul>

### 5.5. Классификация токсикантов

.....

**Яд** - вещество, вызывающее отравление в малых количествах. Понятие «малое количество» носит весьма субъективный характер. Некоторые яды вызывают смертельные исходы в дозах, равных нескольким нанограммам (ботулотоксин), другие вещества (суррогаты алкоголя) вызывают отравления при поступлении в организм в количестве десятков, сотен грамм.

**Токсикант** - более широкое, чем яд, понятие, обозначающее вещества, вызывающие не только интоксикацию, но провоцирующие и другие формы токсического процесса, и не только организма, но и биологических систем иного уровня организации (клетки, популяции).

**Ксенобиотик** - чужеродное (не участвующее в пластическом или энергетическом обмене организма со средой) вещество, попавшее во внутренние среды организма.

**Отравляющее вещество (ОВ)** - химический агент, предназначенный для применения в качестве оружия в ходе ведения боевых действий.

.....

Каждому веществу присуща токсичность - т.е. способность, действуя на организм в определенных дозах и концентрациях, нарушать дееспособность, вызывать заболевание или даже смерть (действуя на биологические системы, вызывать их повреждение или гибель). Чем в меньшем количестве вещества оказывают на биологические системы повреждающее действие, тем они токсичнее (ядовитее).

В настоящее время имеется большое количество различных *классификаций* вредных веществ. Классификация отравляющих веществ по рубрикам представлена на рисунке 14.

По практическому применению выделяют промышленные яды, ядохимикаты, используемые для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур, лекарственные средства, бытовые химикаты, биологические растительные и животные яды, боевые отравляющие вещества.

По избирательной токсичности для органов-мишеней вредные вещества подразделяются на следующие группы:

- ОВ и яды нервно-паралитического действия;
- кожно-нарывные ОВ и яды с алкилирующим резорбтивным действием.
- отравляющие и аварийно химически опасные вещества, поражающие органы дыхания;
- геминные яды, вызывающие гисто- и гемотоксическую гипоксию

- токсические вещества с психотропным и наркотическим действием;
- токсические вещества, влияющие на репродуктивное здоровье;
- природные яды и их аналоги.

*По химической природе* вредные вещества, или токсиканты, бывают неорганического происхождения (кадмий, ртуть, свинец, мышьяк, никель, бор, марганец, селен, хром, цинк и др.) и органического (нитрозосоединения, фенолы, амины, нефтепродукты, поверхностно-активные вещества, пестициды, формальдегид, бенз(а)пирен и др.).

*По происхождению* выделяют токсиканты естественного происхождения (биологические и небιологические) и синтетические токсиканты.

*По способности* оказывать вредное воздействие на живые организмы токсиканты классифицируются на две большие группы: токсичные и потенциально токсичные.

Существует классификация опасности различных химических веществ, попадающих в окружающую среду. В зависимости от степени токсикологического воздействия химические вещества подразделяют на три класса (таблица 11)

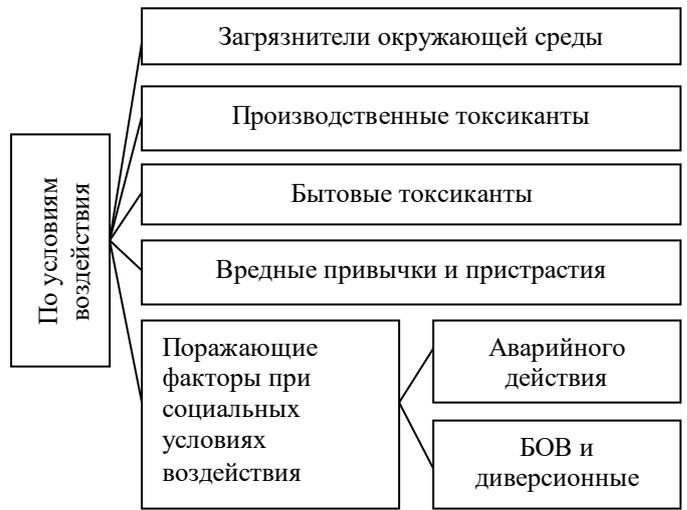
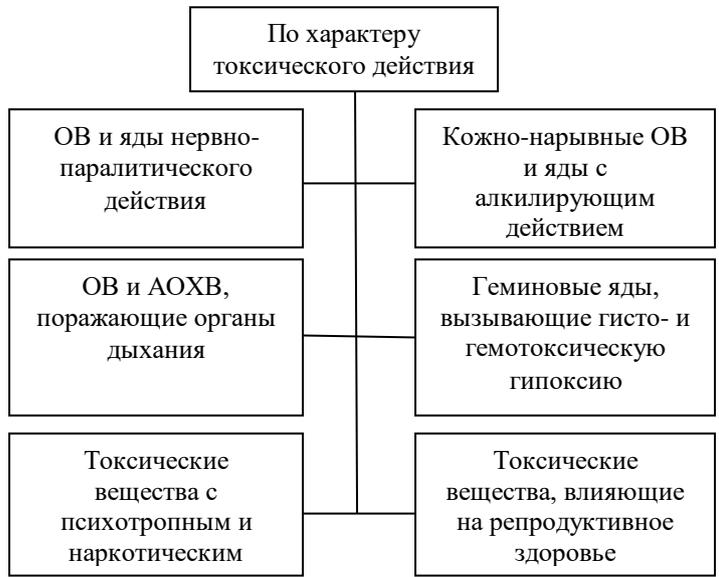
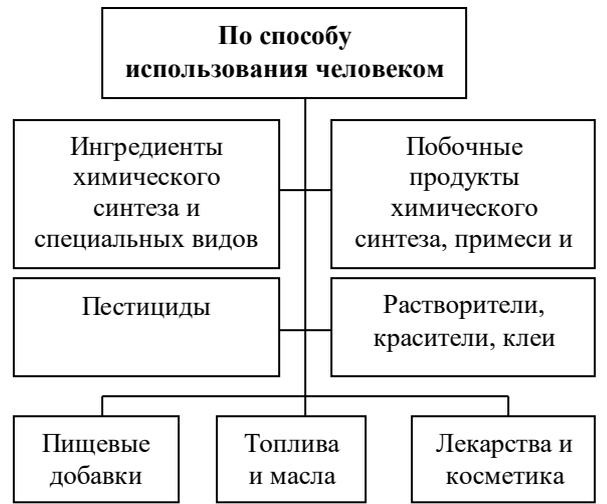
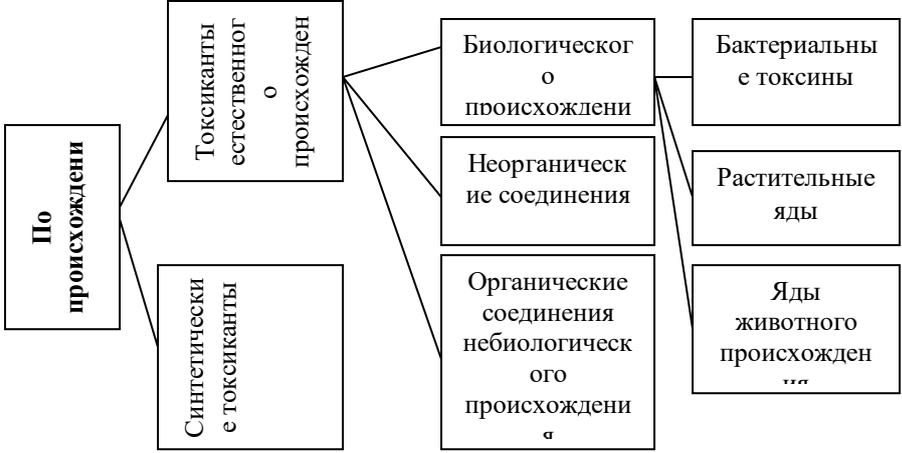
Таблица 11

Классы опасности химических веществ

Класс опасности	Химическое вещество
I	Мышьяк, кадмий, ртуть, селен, свинец, цинк, фтор, бенз(а)пирен
II	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром
III	Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенон

Тяжелые металлы (свинец, ртуть, кадмий, медь, никель, кобальт, цинк) обладают высокой токсичностью и миграционной способностью. Поведение этих токсикантов в различных природных средах обусловлено специфичностью их основных биогеохимических свойств: комплексообразующей способностью, подвижностью, биохимической активностью, минеральной и органической формами распространения, склонностью к гидролизу, растворимостью, эффективностью накопления. Для тяжелых металлов характерны низкие поляризуемость и электроотрицательность, высокая степень окисления и образование ионных связей, как для жестких кислот, а образование преимущественно ковалентных связей - как для мягких кислот

(по Льюису).



## 5.6. Отравления. Первая помощь при различных отравлениях

**Отравление**, или экзогенная интоксикация, - это заболевание химической этиологии, патологическое состояние, развивающееся вследствие взаимодействия живого организма и яда. В соответствии с принятой в России терминологией отравлением обычно называют только те интоксикации, которые вызваны ядами, ступившими в организм извне.

Классификация отравлений:

1) по *месту возникновения* отравления различают:

- бытовые отравления, связанные с повседневной жизнью современного человека,
- производственные (профессиональные) отравления, развивающиеся вследствие воздействия промышленных ядов, непосредственно используемых на предприятии или в лаборатории, при авариях или грубом нарушении техники безопасности при работе с вредными веществами,

- ятрогенные отравления, возникающие при ошибке медицинского персонала в дозировке, виде или способе введения лекарственных средств;

2) по *причине возникновения* выделяют случайные отравления, развивающиеся независимо от воли пострадавшего, и преднамеренные отравления, связанные с осознанным применением ядовитого вещества.

*Наиболее частыми причинами случайных отравлений являются:*

- несчастные случаи (взрыв, утечка ядовитого вещества и т.д.) в лабораториях, производстве, быту;
- самолечение и передозировка лекарственных средств;
- ошибочный прием одного лекарства

вместо другого или прием

внутри средств для наружного применения;

- при катастрофах (извержения вулканов, землетрясения);

- у детей: любознательность - прием веществ вследствие их хранения в доступном для детей местах; в результате игры; прием вместо витаминов или конфет.

Преднамеренный прием отравляющего вещества обычно применяют с целью самоубийства (суицидальные отравления) или убийства (криминальные отравления). В последние годы в группу преднамеренных отравлений все чаще попадают «полицейские»

отравления, которые связаны с применением ядов (слезоточивого газа) для разгона демонстраций, а так же боевого отравления - в качестве химического оружия;

3) по *характеру развития* отравлений различают острые и хронические отравления. Острые отравления развиваются при поступлении в организм одномоментно токсической дозы ядовитого вещества и характеризуются острым началом заболевания и яркой клинической картиной. Хронические отравления наступают при длительном введении субклинических доз токсикантов, и в клинической картине преобладают общие неспецифические симптомы, отражающие нарушение функций различных органов и систем;

4) по *степени тяжести* различают легкие, средней тяжести, тяжелые, крайне тяжелые и смертельные отравления, которые зависят от выраженности клинической симптоматики, индивидуальной восприимчивости организма к яду - причине отравления, от величины принятой дозы, наличия или отсутствия осложнений (пневмония, острая почечная или печеночная недостаточность и т.д.), которые значительно ухудшают прогноз любого заболевания.

*Отравления могут также классифицироваться следующим образом:*

1) бытовые отравления - несчастные случаи, или ошибочный прием лекарств в токсической дозе, или прием лекарств детьми, или неправильное использование нелекарственных химических веществ и препаратов бытовой химии;

2) суицидальные отравления - с целью самоубийства;

3) алкогольные и наркотические отравления;

4) производственные отравления- несоблюдение правил техники безопасности, аварии на химическом производстве и в лабораториях (отличаются массовостью, частыми хроническими отравлениями);

5) медицинские (ятрогенные) отравления - по халатности;

6) биологические отравления - воздействие на организм растительных

микробных ядов, укусы ядовитых животных и насекомых;

7) аутоотравления - при синдроме длительного раздавливания, в случае хронической почечной и печеночной недостаточности;

8) умышленные отравления - с целью убийства.

Общие принципы первой доврачебной помощи (ПДП) при отравлениях

- прерывание контакта с ядовитой средой путем выноса пострадавшего из зараженной зоны;

- смывание токсического вещества проточной водой;
- промывание желудка до чистых промывных вод у пострадавшего, находящегося в сознании;
- промывание кишечника;
- замедление всасывания подкожного яда с помощью местного применения холода;
- введение антидотов и адсорбентов контактного и парентерального действия (активированный уголь);
- усиленный питьевой режим с одновременным контролем мочевыведения

### **5.6.1. Отравления спиртами и суррогатами алкоголя**

*Алкоголь.* Алкогольные отравления в течение многих лет занимают ведущее место среди бытовых отравлений в нашей стране по абсолютному числу летальных исходов: более 60% всех смертельных отравлений обусловлено этой патологией. Около 98% смертей наступает до

оказания медицинской помощи на догоспитальном этапе, и лишь 1-2% больных погибают в медицинских учреждениях. Среди госпитализированных около 90% составляют больные хроническим алкоголизмом, Профилактикой и лечением хронического алкоголизма занимаются психиатры поскольку основным проявлением этого заболевания служат расстройства психики человека.

*Винный спирт* впервые научились получать в VI-VII вв. в арабских странах, где его называли «алкоголь», что означает «одурманивающий».

Распространению алкогольных напитков на Руси в немалой степени способствовали царские указы. Так, Борис Годунов приказал повсеместно открыть «царские кабаки», в которых продавалось «хлебное вино», т.е. водка. В связи с этим пьянство приняло такие формы и размеры, что в 1652 г. был создан специальный церковный Собор, который по предложению патриарха Никона ввел ограничения в продаже водки. Однако через семь лет эти ограничения были отменены царской грамотой, так как сбыт крепких спиртных напитков приносил большой доход в царскую казну.

В начале прошлого века организованная борьба с пьянством нередко стала принимать категорический характер в виде «сухого закона» с полным запрещением продажи спиртных напитков (в Скандинавских странах, США, России и др.). Однако эти крайние меры не оправдали себя, так как на фоне заметного уменьшения общего количества отравлений алкоголем значительно увеличилось число смертельных отравлений из-за подпольной реализации самодельных алкогольных напитков, обладающих высокой токсичностью.

*Этиловый спирт* (этанол, винный спирт, этиловый алкоголь) - бесцветная прозрачная жидкость со своеобразным запахом и жгучим вкусом, относится к группе ядовитых наркотических веществ. Этиловый спирт обладает большой токсичностью, которая повышается при добавлении сивушных масел (пропиловый, изобутиловый, амиловый спирты), а также различных веществ для улучшения вкуса, запаха или цвета алкогольных напитков.

Развитие интоксикации зависит от большого количества сопутствующих факторов, таких как: абсолютное количество принятого напитка.

его крепость и особенности, темп приема, наличие или отсутствие пищи в желудке, ее сопутствующее поступление и характер, состояние всасывающей способности слизистой оболочки желудка. Под действием алкоголя прежде всего, происходит нарушение деятельности коры больших полушарий головного мозга, а при дальнейшем развитии интоксикации - клеток спинного и продолговатого мозга. Постепенно сокращаются границы сознания и может наступить его потеря. Алкогольное опьянение отрицательно сказывается на психической деятельности, сенсорных восприятиях координации движений, физической выносливости и умственной способности. На фоне изменчивости настроений выражено отсутствие самоконтроля и наличие неоправданной самоуверенности. Под влиянием алкоголя понижается слух и ухудшается зрение, нарушаются навыки письма и счета.

Интоксикации этиловым спиртом при его употреблении при его употреблении в токсических количествах могут сопровождаться смертельным исходом. Принято считать смертельной дозой для человека примерно 200-300 мл чистого этанола, у привычных к алкоголю людей эта доза значительно выше.

Первая доврачебная помощь:

- промывание желудка у больного, находящегося в сознании;
- усиленный питьевой режим с одновременным контролем мочевыведения;
- при нарушении дыхания и сердечной деятельности – проведение реанимационных мероприятий.

При глубоком опьянении можно произвести акупунктурное воздействие на точки Т.26 «жэнь-чжун», находящиеся под носом, в верхней трети вертикальной борозды верхней губы, и Т.25 «су-ляо», расположенную на кончике носа. Воздействие можно производить умеренно острым предметом (кончик карандаша) в течение 2-3 минут.

*Суррогаты алкоголя.* К суррогатам алкоголя относятся:

- гидролизный и сульфитный спирты, полученные из древесины – токсичнее этилового спирта. Симптомы отравления и первая помощь соответствует таковым при отравлениях этиловым спиртом;

- денатураты - технические спирты с примесью метилового спирта и других веществ, Также более токсичны, чем этанол, Симптомы отравления и первая помощь соответствуют таковым при отравлениях этиловым спиртом.

- одеколоны и лосьоны - распространенные косметические средства содержащие до 60% этилового спирта, метиловый спирт, эфирные масла отдушки и др.;

- клей БФ. Основой клея являются фенольно-формальдегидная смола и поливинилацеталь, растворенный в этиловом спирте. Отравления клеем сочетают в себе черты отравления этиловым спиртом и ацетоном; политура - этиловый спирт с содержанием большого количества ацетона, бутилового и амилового спиртов, а также анилиновых красителей

*Метиловый спирт* (метанол, древесный спирт). Обладает психотропным (наркотическим), нейротоксическим (дистрофия зрительного нерва) нефротоксическим действием. Смертельная доза - около 100 мл (без предварительного приема этанола). Быстро всасывается в ЖКТ, часть выводится в неизменном виде через легкие (до 75%) в течение 48 ч, остальная часть выводится с мочой.

Опьянение выражено слабо, появляются тошнота, рвота, мелькание «мушек» перед глазами, На вторые-третьи сутки появляются неясность видения, стойкая слепота; боль в ногах, голове, нарастание жажды. Кожа и слизистые оболочки сухие, гиперемированы с синюшным оттенком, язык обложен серым налетом, наблюдается расширение зрачка (мидриаз), с ослаблением реакции на свет. Артериальное давление сначала повышено, затем падает. Сознание спутано, судороги, кома, гипертонус мышц конечностей, ригидность затылочных мышц, токсический шок, паралич дыхания, смерть.

Первая доврачебная помощь:

- промывание желудка;
- солевое слабительное;
- усиленный питьевой режим с одновременным контролем мочевыведения;
- в качестве антидота применяется этиловый спирт 30% - 100 мл внутрь, затем каждые 2 часа по 50 мл 4-5 раз;
- срочное обращение к врачу.

*Этиленгликоль* (тормозная жидкость этиленгликолевого состава, антифриз). Обладает психотропным (наркотическим), нефротоксическим и гепатотоксическим действием. Смертельной является доза в 100 мл без предварительного приема этанола. Быстро всасывается в ЖКТ, выводится с мочой. После приема антифриза внутрь сначала наступает чувство легкого алкогольного опьянения при хорошем самочувствии. Спустя 5-8 часов появляются боль в животе, сильная жажда, головная боль, рвота, понос. Кожа сухая, слизистые с цианотичным оттенком. Зрачки расширяются, повышается температура тела, развиваются одышка и тахикардия. В тяжелых случаях развиваются острая сердечная недостаточность, отек легких, анурия и острая печеночная недостаточность.

Первая доврачебная помощь:

- промывание желудка;
- солевое слабительное;
- усиленный питьевой режим с одновременным контролем

мочевыведения;

- в качестве антидота применяется этиловый спирт 30% по 30 мл внутрь повторно в первые сутки;
- срочное обращение к врачу.

### **5.6.2. Отравления синильной кислотой и бытовыми инсектицидами**

.....  
**Синильная кислота** (цианистый водород),  $\text{HCN}$  – слабая бескислородная кислота, очень летучая; подвижная бесцветная жидкость со слабым запахом горького миндаля.  
 .....

Синильную кислоту и цианиды широко используют в промышленности (при извлечении золота и серебра из руды для цианирования стали, при закаливании и жидкой цементации металлов, при гальваническом серебрении, золочении, кадмировании, цинковании и др., в производстве фармацевтических препаратов, в фотографии, литографии) и сельском хозяйстве (для борьбы с вредителями сельского хозяйства, для уничтожения амбарных вредителей и сусликов, для дератизации (на судах), в железнодорожных вагонах, как искусственное удобрение и т.д.).

Отравление может наступить в случае приема внутрь, ингаляционно и через кожные покровы. Характерно быстрое развитие симптомов интоксикации. Обладает нейротоксическим действием, блокирует клеточные дыхательные ферменты (тканевая гипоксия). Может накапливаться в пищевых продуктах, содержащих большое количество

косточек абрикосов, слив, миндаля (варенья, компоты, приготовленные в домашних условиях). Смертельная доза синильной кислоты составляет 1 мг/кг массы тела (50-100 мг).

Признаками отравления синильной кислотой являются резкая головная боль, тошнота, боль в животе, нарастание общей слабости, сердцебиение, судороги, потеря сознания. Кожные покровы ярко-розовые, слизистые оболочки цианотичны. Смерть может наступить в течение нескольких минут из-за развития острой сердечно-сосудистой недостаточности и остановки дыхания.

Первая доврачебная помощь:

- промывание желудка;
- в качестве антидота применяется глюкоза 20 – 40 мл 40%-ного раствора внутривенно повторно (роль сахара состоит не только в антитоксическом действии, но и в стимулирующем влиянии на внутриклеточное дыхание и на состояние сердечно-сосудистого аппарата);

- активированный уголь внутрь;
- реанимационные мероприятия;
- срочная госпитализация.

Бытовые инсектициды в своей основе содержат фосфоорганические вещества (тиофос, карбофос, хлорофос) и обладают психотропным и нейротоксическим (мускарино-никотиноподобное, курарепоподобное) действием. Смертельная доза при приеме внутрь - около 5 г. В организме образуют еще более токсичные соединения. Пути проникновения яда - через кожу, дыхательные пути и ЖКТ. Среди клинических признаков отмечают психомоторное возбуждение, сужение зрачка (миоз), одышка, влажные хрипы в легких, потливость, повышение АД, судороги, кома и остановка дыхания.

Первая доврачебная помощь:

- промывание открытых участков тела водой, а глаз, рта, носа – 2%-ным раствором питьевой воды ( 1 столовая ложка соды на литр воды);
- промывание желудка;
- промывание кишечника;
- усиленный питьевой режим с одновременным контролем мочевыведения;
- в качестве антидота применяется атропин;
- срочная госпитализация

### 5.6.3. Отравления лекарствами

Симптоматика отравлений наиболее распространенными в быту лекарственными веществами и неотложная помощь при них представлены в таблице 12

Таблица 12

Симптоматика отравлений наиболее распространенными в быту лекарственными веществами и неотложна помощь при них

Название химического вещества, его симптомы и характеристика	Симптомы отравления	Неотложная помощь*
<p><i>Анальгин</i>-форма выпуска-таблетки 0,5 г, ампулы. Нейротоксическое(судорожное, психотропное) действие.LD-10-15г.Быстро всасывается из желудочно-кишечного тракта, 15% связывается с белками плазмы. Метаболизм в печени, выделение преимущественно с мочой</p>	<p>При легких отравлениях – шум в ушах, тошнота, рвота, общая слабость, снижение температуры, одышка, сердцебиение. При тяжелых отравлениях - судороги, сонливость, бред, потеря сознания и коматозное состояние. Возможно развитие периферических отеков, желудочных кровотечений, геморрагической сыпи</p>	<p>Промывание желудка. Солевое слабительное-30%-ный раствор сульфата натрия внутрь. Форсированный диурез, ощелачивание крови-сода пищевая 10-15 г внутрь</p>
<p><i>Аспирин</i>(ацетилсалициловая кислота). Входит также в состав препаратов: аскофен, асфен, цитрамон, натрия салицилат. Психотропное, гемотоксическое</p>	<p>Возбуждение, эйфория, Головокружение, шум в ушах, ослабление слуха, расстройство зрения. Дыхание шумное,</p>	<p>Промывание желудка. Вазелиновое масло- 50 мл внутрь. Форсированный диурез, ощелачивание</p>

(антикоагулянтное) действие. LD составляет около 30-40 г, для детей - 10 г. Быстро всасывается в желудке и тонком кишечнике. Выводится с мочой (80%) в течение 24-48 ч	учащенное. Бред, кома. Иногда подкожные кровоизлияния, носовые, желудочно-кишечные, маточные кровотечения. Метаболический ацидоз. Периферические отеки	крови
<i>Йод</i> , местное прижигающее	При вдыхании паров	Промывание

## Продолжение таблицы 12

Название химического вещества, его симптомы и характеристика	Симптомы отравления	Неотложная помощь*
действие , LD около 3 г, внутрь	йода поражаются верхние дыхательные пути – ожог слизистой, спазм бронхов, кашель, бронхопневмония. При попадании концентрированных растворов йода внутрь тяжелые ожоги пищеварительного тракта. Возможно развитие гемолиза, гемоглобинурии	желудка. Антидотом является натрия тиосульфат
<i>Калия перманганат</i> (марганцовокислый калий, марганцовка). Местное прижигающее, резорбтивное,	При попадании внутрь вызывает резкие боли в полости рта, по ходу пищевода, в животе, рвоту, понос. Слизистая полости рта и глотки	Антидотом является аскорбиновая кислота-30 мл 5%-ного раствора внутривенно

гемотоксическое (метгемоглобинемия) действие. LD для детей около 3 г, для взрослых 0,3-0,5 г/кг	отечная, темно-коричневого, фиолетового цвета. Возможны отек гортани и механическая асфиксия, ожоговый шок, двигательное возбуждение, судороги. Часто возникают тяжелые пневмонии, нефро- и гепатопатии	
<i>Кофеин</i> и другие ксантины теofilлин, теобромин, эуфиллин, аминофиллин.	Шум в ушах, головокружение, тошнота, рвота, повышение температуры тела.	Промывание желудка 10%-ным раствором соли.

Продолжение таблицы 12

Название химического вещества, его симптомы и характеристика	Симптомы отравления	Неотложная помощь*
Психотропное, нейротоксическое (судорожное) действие. LD - 20 г с большими индивидуальными различиями. В одной чашке кофе содержится до 0,1 г кофеина. Быстро всасывается в желудке, выводится с мочой	сердцебиение. Возможно выраженное психомоторное возбуждение, клоникотонические судороги. Далее - тахикардия, падение АД, аритмии. Ортостатический коллапс	Солевое слабительное внутрь. Форсированный диурез
<i>Нашиатырный спирт</i> - едкая щелочь.	При поступлении внутрь - ожоги	Очень быстро-промывание желудка

<p>Местное прижигающее действие (колликвационный некроз)</p>	<p>пищеварительного тракта, кровотечения из пищевода и желудка, механическая асфиксия в результате ожога и отека гортани. Ожоговая болезнь, реактивный перитонит. На третьей-четвертой неделе -- рубцовое сужение пищевода.</p>	<p>холодной водой. Нельзя промывать раствором кислоты, так как образуется большое количество углекислого газа. Формированный диурез</p>
<p><i>Перекись водорода:</i> 30%-ный раствор (пергидроль); 40%-ный раствор (отбеливатель); сильный окислитель; местное прижигающее действие</p>	<p>При попадании на кожу - побеление, ожог, волдыри. При приеме внутрь - ожоги пищеварительного тракта (см. «Нашатырный спирт»).</p>	<p>Форсированный диурез</p>

#### 5.6.4. Отравления едкими ядами

**Едкие яды** - группа веществ, оказывающих раздражающее, некротизирующее и расплавляющее действие в месте соприкосновения с тканями и органами. Кроме местного воздействия, яды этой группы после всасывания оказывают также общее токсическое воздействие на организм.

*Отравления кислотами.* При воздействии кислот от тканей отнимается вода, белки подвергаются свертыванию и разрушению, а на некротизированных участках тканей образуется струп.

При введении едких кислот в полость рта и проглатывании немедленно возникают сильные боли в пищеводе и желудке, появляется рвота красновато-коричневого цвета. Сильные боли нередко сопровождаются шоком и коллапсом. Вследствие аспирации

кислоты или ее паров развиваются резкий, упорный кашель и одышка. Иногда очень быстро появляется значительный отек тканей у входа в гортань или голосовых связок, который вызывает потерю голоса и асфиксию, приводящую к смерти.

После всасывания кислот (поступления водородных ионов в кровь) возникают общие реакции: судороги, общие двигательные расстройства, слабый, аритмичный и частый пульс, понос с примесью крови и слизи, белок в моче.

При отравлениях едкими кислотами в зависимости от особенностей развития клинической картины смерть наступает от шока, асфиксии или разлитого перитонита, если произошло прободение желудка, вызванное крепкими растворами кислот.

Поздними осложнениями являются пищеводно-желудочные кровотечения и рубцовое сужение пищевода и выходного отдела желудка.

*Серная кислота*,  $H_2SO_4$ , широко применяется в промышленности, лабораториях, используется и в быту. При попадании на кожу серная кислота вызывает сильное жжение, проникая в глубь тканей, образует струп, сначала белого, а затем бурого и даже черного цвета. После отпадения струпьев остаются глубокие язвы, заживающие с образованием стягивающих обезображивающих рубцов. Воздействие паров серной кислоты вызывает раздражение верхних дыхательных путей (насморк, кашель, затруднение дыхания), покраснение конъюнктивы, жжение в глазах.

Смертельная доза концентрированной серной кислоты колеблется в пределах 3-10 г. Тяжесть клинической картины, течения и исход отравления зависят от концентрации и количества принятой внутрь кислоты. Смертность превышает 50%.

*Хлористоводородная кислота*,  $HCl$  широко используется в производстве, лабораториях, медицинской практике (слабые растворы) и в быту. Концентрированная хлористоводородная кислота содержит 36-38%  $HCl$ ; аптечная чистая разведенная кислота, применяющаяся внутрь с лечебной целью, содержит 8,2-8,4%  $HCl$ .

При введении хлористоводородной кислоты внутрь в зависимости от ее крепости развивается такое же отравление, как при действии едких кислот, но менее интенсивное, чем при отравлении серной кислоты. Смертельная доза - 10-15 г.

*Азотная кислота*,  $HNO_3$  используется в химической промышленности, при изготовлении взрывчатых веществ, в крахмальном и полиграфическом производстве.

Вдыхание паров оксидов азота вызывает изменения в органах дыхания, слизистая оболочка бронхов подвергается некрозу. Пораженные участки кожи, слизистых оболочек и рвотные массы окрашены в желтый цвет. Содержимое желудка и рвотные массы издают резкий запах оксидов азота. Смертельная доза - 5 -10 г.

*Уксусная кислота*, СНЗСООН широко распространена и весьма часто применяется в быту. Ледяная уксусная кислота содержит 96% СНЗСООН, разведенная - 30%, уксусная эссенция - 40-80%, столовый уксус - 3-8%.

При воздействии 30%-ной уксусной кислоты на кожу отмечаются боль и краснота, образуется беловатый струп, который, подсыхая, становится плотным, темно-красного или бурого цвета. При введении внутрь уксусной кислоты возникают резкие боли в полости рта, глотке, пищеводе, подложечной области, сопровождающиеся рвотой. Ярко выражено общее действие уксусной кислоты – гемолиз гемоглобина, острая почечная недостаточность. Причиной смерти могут быть интоксикация, шок, острая почечная недостаточность, бронхопневмония.

Смертельная доза безводной уксусной кислоты -- 12-15 г. уксусной эссенции - 20-40 мл.

*Отравления щелочами.* При воздействии на живую ткань щелочей происходит разжижение белковых веществ и образование щелочных альбуминатов, а жиры подвергаются омылению. Щелочи способны растворять самые разнообразные ткани, включая кожу, ногти, волосы. Особенностью тканей подвергшихся действию щелочи, является их сероватый цвет, размягчение набухание, а иногда явный студнеобразный вид. Щелочи могут проникать далеко вглубь тканей и даже распространяться из желудка на смежные органы, например на поджелудочную железу, печень, почки и др.

Струп, возникающий при действии щелочей, вначале бывает мягким белесовато-серого цвета, но уже вскоре, по мере разрушения кровеносных сосудов, он становится буроватым, темно-коричневым от образования щелочного гематина. В тканях, подвергшихся воздействию щелочи, вокруг зоны омертвления развивается воспаление, на местах отторжения некротизированных масс возникают глубокие язвы, а впоследствии - стягивающие рубцы.

При отравлении щелочами наблюдаются судороги, двигательные расстройства, понос с примесью крови. Всасывание щелочей приводит к алкалозу, что нарушает обмен веществ и приводит к ослаблению деятельности сердца. Непосредственно причиной смерти может быть шок, коллапс, размягчение участков головного мозга, некроз печени.

Первая доврачебная помощь:

- срочно вызвать бригаду скорой помощи;
- до приезда врача ввести обезболивающее средство в растворе внутривенно или внутримышечно;
- нельзя промывать желудок и давать есть и пить;
- промыть полость рта и обмыть кожу вокруг губ струей воды, для чего повернуть голову пострадавшего набок и осторожно заливать воду в верх нерасположенный угол рта так, чтобы она выливалась из другого угла;
- при внешнем воздействии кислоты или щелочи следует поместить пораженное место под проточную воду на 15-20 мин таким образом, чтобы вода, смешанная с ядом, не попадала на другие участки кожи; при ожоге концентрированной серной кислотой нельзя использовать воду, так как при смешивании этих веществ выделяется много тепла, что может привести к термическому ожогу;
- наложить стерильную повязку на ожог.

### 5.6.5. Отравления оксидом углерода

В чистом виде - бесцветный газ, немного легче воздуха, не имеет запаха, что способствует возникновению отравлений. Сущность процесса отравления. Сущность процесса отравления оксидом углерода заключается в том, что гемоглобин обладает сильным сродством к этому газу (примерно в 200 раз больше, чем к кислороду) будучи с ним связан, утрачивает способность воспринимать кислород, вследствие чего наступает кислородное голодание тканей, которое приводит к асфиксии. В крови образуется карбоксигемоглобин, который придает крови и тканям ярко-красный цвет. Динамика отравления оксидом углерода находится в зависимости от нарастания процента гемоглобина, связанного с оксидом углерода (таблица 13).

Первая доврачебная помощь:

- вынести пострадавшего на свежий воздух;
- провести непрерывную ингаляцию кислорода в течение 2-3 ч

Таблица 13

Зависимость клиники отравления CO от содержания в крови карбоксигемоглобина

Содержание CO в воздухе, %	Количество гемоглобина, связанного с CO, %	Признаки интоксикации
0,02	10	Одышка при напряженной мышечной работе
0,05	20	Одышка при умеренной

		работе, иногда слабая головная боль
0,10	30	Выраженная головная боль, опоясывающая голову (симптом «обруча»), легкая утомляемость, раздражительность, расстройство суждений
0,15-0,20	40-50	Головная боль, спутанность сознания, коллапс, обмороки, значительная мышечная слабость
0,30-0,50	60-70	Бессознательное состояние, сильное ослабление дыхания; при более продолжительном действии и отсутствии помощи наступает смерть
0,80	80	Быстрое наступление смерти
1,0 и более	Свыше 80	Немедленная смерть

### **5.6.6. Отравления растительными ядами**

#### *Отравления ядовитыми растениями*

Отравления ядовитыми растениями - распространенный вид пищевых интоксикаций. Среди 300 тыс. видов растений, произрастающих на земном шаре, более 700 могут вызвать тяжелые отравления.

Эти отравления возникают преимущественно в теплое время года - весной, летом или осенью у туристов, употребляющих в пищу незнакомые растения или неизвестные грибы, а также у детей, особенно младшего возраста, до пяти лет, которых привлекает красивый и яркий внешний вид многих несъедобных ягод и растений. Развивающиеся в этих условиях острые отравления часто носят массовый характер и уносят десятки человеческих жизней.

Причиной острых отравлений ядовитыми растениями может служить самолечение - самостоятельный прием настоек и отваров из трав или по рекомендациям самодеятельных целителей.

Различают собственно ядовитые растения, которые содержат химические вещества, токсичные для человека, и неядовитые культурные

растения, отравления которыми возможны вследствие изменения их химического состава или их заражения грибами при неправильном

хранении, как, например, это бывает с зерном или картофелем, перезимовавшими в поле.

*В России наиболее распространены следующие ядовитые растения:*

- растения, вызывающие преимущественное поражение нервной системы, - аконит (борец, голубой лютик, иссык-кульский корень) белена, белладонна (красавка), болиголов пятнистый (пятнистый омег) вех ядовитый (цикута, водяной болиголов, водяной омег), дурман, табак, чина посевная, чистотел, чилибуха (рвотный орех);
- растения, вызывающие преимущественное поражение желудочно-кишечного тракта, - безвременник, волчье лыко, клещевина (турецкая конопля, касторка), крушина, молочай, паслен;
- растения, вызывающие преимущественное поражение сердца, - ландыш, наперстянка, чемерица;
- растения, вызывающие преимущественные поражения печени гелиотроп, горчак розовый, крестовник; растения, вызывающие преимущественное поражение кожи, - борщевик, крапива, ядовитый плющ, ядовитый дуб.

*Аконит* - многолетнее растение, имеющее 18 видов. Растет в лесах по оврагам. Распространен повсеместно. Действующее начало – алкалоида аконитин, содержится преимущественно в клубнях растения, которые наиболее токсичны в июле - сентябре. Широко используется при самолечении в виде спиртовых настоек как болеутоляющее и противовоспалительное действие. Смертельная доза аконитина - 2-4 мг, т.е. около 1г растения, или 5 мл настойки.

Аконит - источник получения яда для стрел в древности. Он оказывает нейротоксическое (курареподобное) действие. В малых дозах оказывает возбуждающее, а в больших - угнетающее воздействие на центральную и периферическую нервную систему.

Симптомы отравления: тошнота, рвота, онемение языка, губ, щек, кончиков пальцев рук и ног, преходящее нарушение зрения (видение предметов в зеленом свете), сухость во рту, жажда, головная боль, беспокойство, судорожные подергивания мышц лица, конечностей, потеря сознания. Дыхание учащенное, поверхностное, возможна внезапная остановка дыхания. Снижение АД (особенно диастолического). В начальной стадии - брадиаритмия, экстрасистолия, затем - тахикардия, переходящая в фибрилляцию желудочков.

Первая доврачебная помощь:

- промывание желудка;
- промывание кишечника;

- усиленный питьевой режим с одновременным контролем мочевого выведения;

- активированный уголь внутрь;
- срочная госпитализация.

Белена - распространена повсеместно. Ядовиты семена, приятные на вкус и напоминающие мак, и листья растения, которые содержат алкалоид гиосциамин. Аналогичным токсическим действием обладают белладонна и дурман. В медицине применяют препараты - сульфат атропина, экстракт белладонны и др. Оказывает психотропное, нейротоксическое воздействие.

Симптомы отравления: сухость во рту и глотке, нарушение ближнего зрения, светобоязнь, сердцебиение, одышка, Кожа красная, сухая, пульс частый, зрачки расширены. Психическое и двигательное возбуждение («белены объелся»), зрительные галлюцинации, бред, в тяжелых случаях судороги с потерей сознания.

Особенно опасны отравления у детей. Минимальная смертельная доза сульфата атропина - 0,05 - 0,1 г, употребление 5-8 ягод белены смертельно для детей, а 40-50 г - для взрослых,

Первая доврачебная помощь:

- промывание желудка (лучше слабо заваренным чаем, в котором содержится танин);
- промывание кишечника;
- усиленный питьевой режим с одновременным контролем мочевого выведения
- активированный уголь внутрь;
- срочная госпитализация.

Вех ядовитый - самое ядовитое растение, которое встречается в зоне Нечерноземья. Это многолетнее травянистое растение из семейства зонтичных с гладким ветвистым стеблем высотой до 1,5 м. Корневище напоминает репу или брюкву, но в отличие от них на разрезе имеет перегородки, образующие полости. Корневища и корни имеют сладковатый вкус. Растет в сильно увлажненных местах и даже в воде.

Все части растения ядовиты даже в высушенном виде. Ядовитое вещество – цикутотоксин. Симптомами отравления являются быстро развивающиеся после употребления в пищу сладковатый, а затем горьковатый вкус во рту, боль в животе, слюнотечение, рвота, расстройство дыхания и кровообращения, бред, судороги. Смерть наступает от остановки дыхания в результате паралича дыхательного центра. Согласно преданию ядом из цикуты был отравлен Сократ.

Первая доврачебная помощь:

- раннее и интенсивное промывание желудка;
- промывание кишечника;
- срочная госпитализация.

#### *Отравления ядовитыми грибами*

Ядовитые грибы встречаются повсеместно, Среди 2,5 тыс. разновидностей грибов, произрастающих в Европе, около 200 потенциально ядовиты: ежегодно регистрируется примерно 10 тыс. случаев отравлений ими. В России отравления вызывают 20-25 видов ядовитых грибов. Наиболее ядовитыми являются бледная поганка и мухомор вонючий.

Иногда люди отравляются грибами, обычно употребляемыми в пищу II и даже I категории (белые, подберезовики, подосиновики и др.). Это происходит в том случае, когда грибы адсорбируют вредные вещества из воздуха, почвы или воды.

Бледная поганка -бывает желтого, зеленого и белого цвета. Две последние разновидности особенно ядовиты. Отравления бледной поганкой, имеют выраженную сезонность - от середины июля до середины октября. Пик отравлений приходится на август.

Шляпка гриба содержит больше токсических веществ, чем ножка. Ядовитые вещества бледной поганки не разрушаются при термической обработке и могут сохраняться много лет, Токсические вещества, выделенные из бледной поганки, являются циклопептидами - производными индола и представлены в основном двумя группами ядов: фаллотоксинами и аманитотоксинами.

В 100 г свежих грибов (5 г сухих) содержится 24 мг токсинов. Смертельная доза- 0,1 мг/кг массы тела. Практически одного гриба достаточно, чтобы вызвать смертельное отравление взрослого человека. Летальность при отравлениях бледной поганкой - свыше 50%.

Токсины быстро всасываются в ЖКТ, депонируются в печени и почках Фаллотоксины действуют быстро (через 6-8 ч), но менее токсичны. Аманитотоксины - сильнейшие из растительных ядов - действуют медленнее (28-46 ч), но токсичность их в 20 раз выше, чем фаллотоксинов.

Аманитотоксины оказывают действие на ядерные субстанции, тормозят образование РНК, ДНК, в результате чего развивается аутолиз клетки. Установлено избирательное действие на проксимальный отдел почечных канальцев.

Фаллотоксины вызывают повреждение мембран митохондрий, лизосом; угнетают окислительное фосфорилирование, синтез гликогена; вызывают падение уровня АТФ-азы.

Клиническая картина интоксикации развивается через 6-30 ч после употребления в пищу грибов. Первые восемь суток наблюдается картина острого гастроэнтерита: внезапно начинаются неукротимая рвота, боли в животе, диарея, тенезмы - мучительные спазмы кишечника. Стул - часто с примесью крови. На вторые-третьи сутки присоединяются симптомы токсической гепатопатии (увеличение печени, желтуха, геморрагический диатез), нефропатия (печеночно-почечная недостаточность, анурия, кома). Крайне тяжело отравления протекают у детей.

Возможны молниеносные формы течения, особенно у детей, с развитием острой атрофии печени и быстрым летальным исходом.

Мухомор - очень трудно спутать со съедобными грибами, а его токсические свойства широко известны, поэтому отравления мухомором встречаются редко, главным образом у детей. Действующее начало мухомора - мускаридин, который считают антагонистом атропина, и мускаридин (грибной атропин). Токсины обладают нейротоксическим действием. Частично разрушаются при тепловой обработке. Специальным образом приготовленные мухоморы являются сильными галлюциногенами и используются шаманами и колдунами некоторых народов.

Симптомы отравления проявляются через 1-6 ч после употребления грибов. Возникают обильное слюно-, пото-, и слезотечение, тошнота, рвота, боль в животе, диарея. Вследствие поражения нервной системы возникают головокружение, бред, галлюцинации, судороги, потеря сознания, дыхание ускоряется, пульс чаще замедляется (от мускаридина), но может ускориться (от мускарина).

Летальные исходы сравнительно редки, но в тяжелых случаях смерть может наступить в первые сутки. Отравления мухомором необходимо дифференцировать от интоксикаций фосforoорганическими соединениями.

Строчки, сморчки - содержат гельвеловую кислоту, обладающую гемолитическим действием и разрушающуюся при термической обработке. Отравление развивается после употребления в пищу плохо отваренных грибов или бульона. Симптомы отравления: рвота, понос, боли в животе, гемолиз, гемоглинурия, поражение печени, почек, гемолитическая желтуха

**Первая доврачебная помощь:**

- срочный вызов бригады скорой помощи;
- срочное промывание желудка, даже если рвота была обильной;

- промывание кишечника;
- согревание больного;
- усиленный питьевой режим с одновременным контролем мочевыведения ;
- активированный уголь внутрь;
- срочная госпитализация.

При отравлении грибами нельзя принимать алкоголь, так как он способствует более быстрому всасыванию грибных ядов!

### **5.6.7. Пищевые отравления**

Понятие «пищевые отравления» является собирательным, охватывающим различные по этиологии расстройства здоровья. Пищевые отравления с каждым годом занимают все большее место в общем списке отравлений. В России ежегодно умирает от отравлений пищевыми продуктами до 2000 человек.

*Истинные пищевые отравления:*

- отравления продуктами растительного или животного происхождения, ядовитыми по своей природе (некоторые виды рыб, грибы, растения или их части);
- отравления продуктами, временно или частично ядовитыми (соланин картофеля, отдельные органы рыб -- железы фугу).

*Косвенные пищевые отравления:*

- отравления пищевыми продуктами, содержащими ядовитые растительные примеси (куколь, горчак, гелиотроп и др.);
- отравления пищевыми продуктами, содержащими примеси ядовитых химических веществ, непредвиденно попавших в них из посуды или упаковки (соли тяжелых металлов), а также в процессе применения пестицидов для уничтожения вредителей.

*Пищевые токсикоинфекции и бактериальные интоксикации* расстройства здоровья, возникшие от употребления пищи, содержащей патогенные микробы:

- токсикоинфекции, вызванные специфическими возбудителями сальмонеллеза;
- токсикоинфекции, вызванные неспецифическими возбудителями условно-патогенными бактериями (протей, кишечная и паракишечная палочка и др.).

*Интоксикации, возникшие при употреблении пищи, содержащей бактериальные токсины:*

- ботулизм;
  - стафилококковая инфекция
- (наиболее часто встречающиеся возбудители - белый и золотистый стафилококки).

.....  
**Пищевые микотоксикозы** - расстройства здоровья, возникающие в связи с употреблением пищи, пораженной грибами (эрготизм, фузариоз, алиментарнотоксическая алейкия и др.).  
 .....

Первая доврачебная помощь:

- промывание желудка;
- голодание;
- усиленный питьевой режим с одновременным контролем мочевыведения;
- активированный уголь внутрь.

### 5.7. Представление о рецепторе в токсикологии

Под рецептором в токсикологии понимают конкретное место приложения и реализации токсического действия яда. До настоящего времени теория рецепторов является недостаточно разработанной. Основная идея заключается в том, что между вредными веществами и их рецепторами возникает связь, аналогичная взаимодействию субстрата со специфическим ферментом..

Простая оккупационная теория Кларка связывает эффект от действия вредного вещества с поверхностью рецепторов, занятой молекулами этого вещества.

Современная теория рецепторов рассматривает взаимодействие в комплексе вредное вещество-рецептор. При этом важным является не только степень насыщения рецепторов молекулами вредного вещества, но и скорость образования комплексов яда с рецептором, их устойчивость и способность к диссоциации. Идея рецепторов послужила толчком к развитию химиотерапии, основанной на подборе лекарств по их "избирательной токсичности" для определённых структур организма.

В таблице 14 показаны основные типы связей «яд-рецептор», влияющие на проявление токсичности.

Таблица 14

Основные типы связей и проявление токсичности  
(по А.В.Филатову)

Тип связи	Энергия связи, ккал/моль	Примеры
Ковалентная	50-140	Специфическое антихолинэстеразное действие
Ионная связь	5-10	Большое количество токсикантов
Водородная связь	2-5	Большое количество токсикантов
Ван-дер-ваальсовая связь	0,5-1	Неспецифическое наркотическое действие

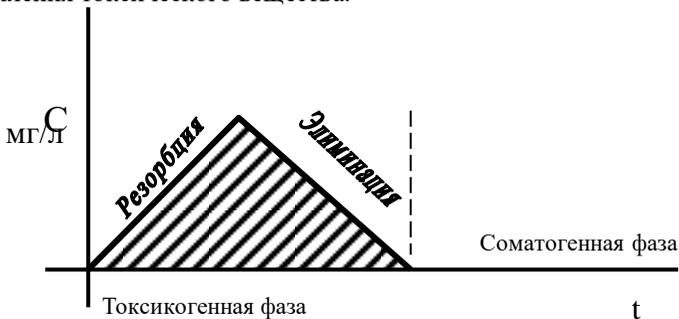
Ковалентные связи ядов с рецепторами прочные и труднообратимые. К счастью, количество токсичных веществ, способных образовывать ковалентные связи, невелико. К ним относятся, например, соединения мышьяка, ртути, сурьмы и др. Большинство известных токсических веществ взаимодействует с рецептором с образованием лабильных, легко разрушающихся связей. Это обуславливает относительную легкость их удаления из биологического объекта. В общем случае можно отметить, что снижение энергии связи «яд – рецептор» соответствует уменьшению специфических проявлений в ответной реакции организма и делает ее более обратимой.

Современные методы детоксикации базируются на возможности разрушения комплекса «яд + рецептор». Для этого применяются антитоды, препятствующие иммобилизации яда в тканях, в сочетании с активными методами очищения организма (форсированный диурез, методы диализа и сорбции).

### 5.8. Основные стадии взаимодействия вредного вещества с биологическим объектом

Рассматривая вредное воздействие вещества на организм как "химическую травму" (Е.И. Лужников, 1982), можно выделить следующие стадии острого отравления (рис. 14).

В первой фазе — токсикогенной — наиболее сильно проявляется специфическое воздействие вредного вещества на организм. В этом случае вредное вещество находится в организме в больших концентрациях. Одновременно могут начинаться процессы, лишенные «химической» специфичности, носящие вначале характер защитных реакций. Эти процессы наиболее ярко проявляются во второй клинической стадии острых отравлений - соматогенной. Она наступает после удаления или "обезвреживания" вредного вещества в организме, т.е. общий токсический эффект, как мы уже отмечали, выше, является результатом специфического токсического действия — «химической травмы» и неспецифических реакций организма. Основной стадией, когда концентрация достигает максимума, является стадия резорбции (поглощения) токсического вещества, когда происходит возрастание общей и действующей дозы на фоне поступления токсического вещества.



**Рис. 14.** Основные стадии взаимодействия вредного вещества с биологическим объектом: R – пространственный; C – концентрационный; t – временной (Е.А. Лужников, 1994)

При прекращении поступления вещества, концентрация его может снижаться за счет компенсаторных и выделительных (экскреторных) возможностей организма. Например, за счет метаболических процессов, процессов его выделения (экскреции), а также за счет определенной детоксикации биологически активными веществами организма. Эта стадия определяется как элиминация, т.е. удаление вредного вещества или снижение его действующей концентрации вблизи рецептора.

### **5.9. Основные токсикологические характеристики**

В основе токсикометрии лежит установление предельно допустимых концентраций (ПДК) химических веществ в различных средах. Эти ПДК представляют юридическую основу санитарного контроля. Далее этот вопрос будет рассмотрен подробнее.

При обосновании ПДК необходим комплексный учет различных признаков (критериев, показателей) вредного действия химических веществ — органолептического, общесанитарного, санитарно-токсикологического и др. Установление ПДК производится по лимитирующему признаку вредности.

Лимитирующий признак вредности - один из признаков вредности химических загрязнений атмосферного воздуха, воды, почвы, пищевых продуктов, определяющих преимущественное неблагоприятное воздействие и характеризующийся наименьшей величиной эффективной (т.е. вызывающей определенный эффект) или неэффективной концентрации. Существующая система гигиенических нормативов и порядок их установления будут рассмотрены нами в дальнейшем более подробно.

Основанием для установления ПДК является концепция пороговости вредного действия веществ. Порог вредного действия (однократного и хронического) — это минимальная концентрация (доза) вещества в объекте окружающей среды, при воздействии которой в организме (при конкретных условиях поступления вещества в стандартной статистической группе биологических объектов) возникают изменения, выходящие за пределы физиологических

приспособительных реакций, или скрытая (временно компенсированная) патология. Порог однократного действия обозначается символом  $\text{Lim}_{\text{ac}}$ , порог хронического действия символом -  $\text{Lim}_{\text{ch}}$ .

.....  
**Пороговость действия** — один из основных принципов гигиены и профилактической токсикологии.

.....  
 Аналогично устанавливается порог специфического (избирательного) действия. Это минимальная концентрация (доза), вызывающая изменение биологических функций отдельных органов и систем организма, которые выходят за пределы приспособительных физиологических реакций. Обозначается символом  $\text{Lim}_{\text{sp}}$ .

Следует отметить, что пороговость действия вредных факторов связана с особенностями живого объекта, характеризующегося постоянным обменом веществом и энергией с ОС, наличием систем гомеостаза, способствующим восстановлению своей структуры, и приспособлением к окружающей среде.

Таким образом, под названием "пороговость действия" понимают не вообще любую реакцию живой системы на внешнее воздействие, а лишь нарушение пределов обычных физиологических колебаний, т.е. выход за пределы гомеостаза.

Для практического определения порогов действия вредного вещества необходимо проводить исследования, чтобы ответить на вопрос, какие именно реакции биологического объекта в пределах физиологических колебаний переходят в патологические (нарушение гомеостаза) в условиях вредного воздействия.

При определении пороговых концентраций следует помнить, что специфические реакции, как мы уже отмечали выше, для каждого вещества тесно связаны с неспецифическими изменениями.

Наиболее точно, несмотря на все индивидуальные колебания, может быть установлено такое нарушение гомеостаза, которое приводит к наступлению смерти биологического объекта. Поэтому под токсичностью как мерой несовместимости химического вещества с жизнью понимают величину, обратную абсолютному значению средней смертельной дозы ( $1/\text{DL}_{50}$ ) или концентрации ( $1/\text{CL}_{50}$ ). При этом под дозой имеется в виду количество вещества, воздействующее на организм. Доза за единицу времени называется уровнем дозы. Величины средних смертельных доз или концентраций выбраны потому, что эти величины, соответствующие гибели 50% подопытных объектов, наиболее статистически достоверны. В них, в отличие от

величины дозы (концентрации), приводящей к гибели всех подопытных объектов  $DL_{100}$  ( $CL_{100}$ ), и дозы (концентрации), не вызывающей гибели ни одного из подопытных объектов  $DL_0$  ( $CL_0$ ), не имеет значения гибель особо чувствительных и особо резистентных (устойчивых) к воздействию подопытных объектов.

Величина  $DL_{50}$  ( $CL_{50}$ ) обычно определяется статистически с оценкой ошибки и доверительного интервала. При этом используются методы планирования эксперимента и статистической обработки полученных данных с использованием параметрических и непараметрических критериев.

Концентрации действующего вещества выражаются обычно в следующих единицах:  $г/м^3$ , мг/л, мг/кг, в частях на миллион (в англоязычной литературе: ppm — parts per million). Например, для ПДК вредного вещества в воздухе.

$$ПДК (мг/м^3) = M/22,4 \cdot ПДК (ppm)$$

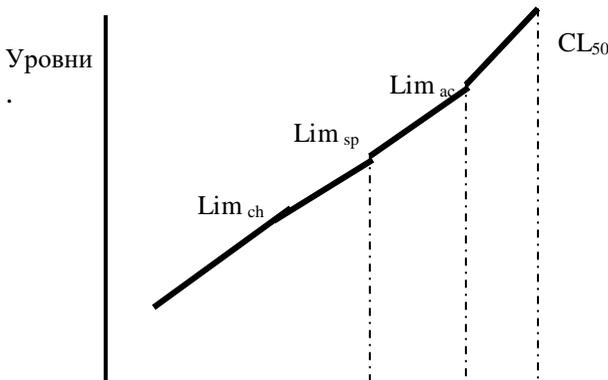
где  $M$  — молекулярная масса вредного вещества; ПДК (ppm) — ПДК в объемных частях на миллион.

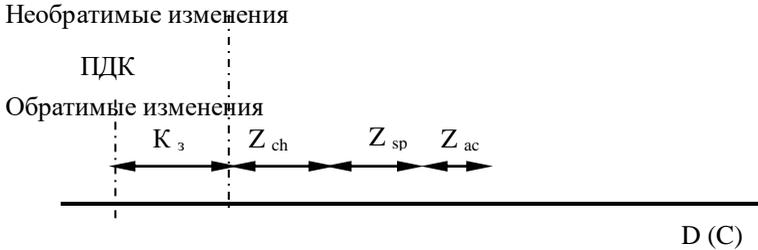
Дозы выражаются в единицах массы или объемах вредного вещества на единицу массы животных (мг/кг, мМ/кг). Дозы и концентрация вещества часто выражаются в долях от смертельной дозы (концентрации), т.е., например  $1/2DL_{50}$ ,  $1/20DL_{50}$  и т.п.

Рассмотренные нами параметры токсикометрии можно расположить по уровням действия (рис.15).

В общем случае какого-то определенного эффекта используется величина  $DE_{50}$  — доза средняя эффективная, т.е. то количество вещества, которое вызывает определенный эффект у 50 % стандартной группы животных при определенном сроке последующего наблюдения. Аналогично определяется  $CE_{50}$  — средняя эффективная концентрация вещества в объектах окружающей среды (для определенной экспозиции).

Для характеристики среднего времени гибели животных используют величину  $TL_{50}$  - среднее время, за которое погибает 50 % подопытных животных после острого воздействия вещества.





**Рис. 15.** Параметры токсикометрии:  $K_3$  - коэффициент запаса

Обмениваясь веществом и энергией с окружающей средой, организм (и любой биологический объект) представляет собой открытую систему, в которую поступают вещества и из которой вещества выводятся. В этом контексте уместно говорить о величине допустимого поступления (скорости поступления) какого-либо вещества, имея в виду, что эта величина не выводит систему за пределы гомеостаза. Величину допустимого поступления определяют за сутки и за неделю.

**Допустимое суточное поступление** — приемлемая скорость поступления вещества в организм за сутки, часто в условиях продолжающегося воздействия. При введении этого показателя в качестве гигиенического норматива или осуществлении мониторинга с учетом допустимой скорости поступления в качестве эталонного уровня соответствующий период усреднения составляет около суток.

**Допустимое поступление за неделю** - скорость поступления вещества в организм, оцененная за период, равный одной неделе, часто в условиях продолжающегося воздействия. При использовании этого показателя в качестве гигиенического норматива или осуществлении мониторинга с использованием его как эталонного уровня период усреднения данных составляет одну неделю (7 сут).

**Допустимые остаточные количества (ДОК)** — это такие количества веществ в продуктах питания, которые не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья контингентов населения, потребляющих эти продукты, или отрицательно влиять на последующие поколения.

Химические соединения в живые организмы поступают с продуктами питания. Продукты питания в современных условиях контактируют с различными веществами как в процессе их получения, так и при их переработке. Особенно это касается пестицидов, используемых в сельском хозяйстве. Остаточные количества этих

веществ в продуктах питания ограничиваются величинами допустимых остаточных количеств.

Для установления величины предельно допустимой концентрации (ПДК) необходимо уменьшение заведомо токсичной концентрации. Это уменьшение характеризуется коэффициентом запаса, который устанавливается для каждого вещества с учетом количественных и качественных особенностей его действия и определяется отношением минимально действующей концентрации в хроническом опыте к ПДК.

#### **5.10. Общая характеристика реакции организма человека на воздействие токсических веществ**

В промышленности используется большое количество разнообразных химических веществ, многие из которых оказывают неблагоприятное влияние на здоровье работающих. Действие различных промышленных ядов определяется химической структурой веществ, его физиологическими свойствами, агрегатным состоянием. Пути поступления промышленных ядов различны: ингаляционный (через органы дыхания), через кожу, главным образом это относится к органическим растворителям, хорошо растворяющимся в липидах. Возможно поступление через желудочно-кишечный тракт. Также различны и пути выведения токсических веществ и их метаболитов. Основным являются почки, но возможно выделение через желудочно-кишечный тракт, органы дыхания (с выдыхаемым воздухом). Последний наиболее характерен для веществ, обладающих высокой летучестью (бензола, толуола и др.).

Токсическое действие промышленных ядов, пути их циркуляции, биотрансформации и метаболизма в организме человека зависят прежде всего от их химической активности, физико-химических свойств, так как их биологический эффект является результатом химического взаимодействия между данным веществом и биологическими субстратами организма на органном, клеточном, молекулярном и других уровнях.

Характер и выраженность действия токсического вещества на организм работающих в значительной степени определяются действующей концентрацией (уровнем содержания данного вещества в воздухе рабочей зоны) и временем воздействия. Токсические вещества в зависимости от их свойств и экспозиции (действующих концентраций, времени воздействия) могут вызывать острые и хронические отравления. Острые интоксикации, как правило, развиваются при аварийных ситуациях, в случаях грубого нарушения технологического процесса, техники безопасности. Симптоматика

хронических отравлений определяется характером действия токсического вещества, индивидуальной чувствительностью организма к воздействию.

В современных условиях труда благодаря совершенствованию технологических процессов, внедрению санитарно-гигиенических мероприятий, значительно снизились концентрации химических веществ в воздухе рабочей зоны, что обусловило исчезновение острых отравлений и выраженных форм хронических интоксикаций. В профпатологической клинике преобладают легкие, иногда стертые формы отравлений, диагностика которых и, особенно ранняя, вызывает определенные трудности. Последние связаны с неспецифичностью выявляемых патологических изменений, трудностью подтверждения их профессиональной принадлежности. Вместе с тем, именно раннее выявление самых начальных признаков профессиональных отравлений является ведущим путем их профилактики, так как своевременное проведение адекватных лечебно-профилактических мероприятий позволяет достичь регрессии клинко-лабораторных, функциональных проявлений интоксикации.

Для раннего выявления нарушений организма, вызванных воздействием промышленных ядов, используются разработанные информативные комплексы диагностических показателей, позволяющие оценить как специфическое, так и неспецифическое действия токсических веществ.

По характеру действия на организм человека выделяют следующие группы токсических веществ:

- вещества раздражающего действия;
- вещества с преимущественным действием на систему крови;
- нейротропные яды;
- гепатотропные яды;
- промышленные аллергены и другие.

Подобное деление весьма условно, характеризует лишь ведущее направление действия ядов и не исключает политропный характер их действия. Вместе с тем приведенная группировка облегчает выбор наиболее чувствительных, в ряде случаев специфических диагностических критериев, определяет программу и объем медицинских осмотров работающих в контакте с промышленными токсическими веществами.

При действии низких концентраций промышленных токсических веществ, раннее выявление начальных признаков неблагоприятного воздействия на организм диктует необходимость использования широкого комплекса диагностических методов,

включая специфические тесты. К последним относятся исследования содержания токсических веществ или их метаболитов в биосубстратах, исследования крови при воздействии гематотропных веществ, показателей порфиринового обмена при воздействии свинца и др. Для оценки значимости изменений показателей у рабочих, подвергающихся воздействию ОВПФ, необходимо знать пределы колебаний этих показателей в норме.

Важное значение имеет оценка этих показателей в динамике, т.е. сопоставление с результатами медицинских осмотров, проводимых при приеме на работу и периодических осмотров. Отрицательная динамика показателей может служить ранним сигналом неблагоприятного воздействия химических веществ на здоровье работающих.

### **Контрольные вопросы**

1. Дать определение понятиям: токсикология, токсикология, детоксикация, гемодиализ, токсический процесс, яд, токсикант, ксенобиотик, отравляющее вещество (ОВ), отравление, едкие яды, пороговость действия, допустимое суточное поступление.
2. Классификация вредных химических веществ, ПДК вредного вещества во внешней среде.
3. Что изучает токсикология?
4. Какое вещество называется вредным?
5. Сравните два понятия: токсичность и опасность. В чем их сходство и разница?
6. Какие объекты воздействия вредных веществ Вы знаете? Приведите примеры.
7. Какие типы классификаций ядовитых веществ Вы знаете?
8. Классификация отравлений
9. Какие группы веществ выделяют по специфике биологического последствия отравления организма?
10. Какова химическая классификация ядов?
11. Каковы основные стадии взаимодействия вредного вещества с объектом?
12. Какими физико-химическими свойствами должен обладать токсикант для проникновения в организм через неповрежденную кожу?
13. Что происходит с ядами в организме?
14. Какие методы защиты при работе с токсичными веществами Вы знаете?
15. Что такое лимитирующий признак вредности?

16. Что такое доза и уровень дозы?
17. Нарисовать кривую «доза-эффект». Какие основные токсикологические параметры можно определить по данной зависимости?
18. Каким образом экологические факторы влияют на токсический эффект?
19. Основные пути поступления вредных химических веществ в организм.
20. Влияет ли химическое строение, физико-химические свойства химических веществ на их токсичность?
21. Какие методы детоксикации применяются при отравлениях?
22. Антидоты и их применение при отравлениях.
23. Каковы отдаленные последствия вредных химических веществ на организм человека?

### Практические задания

№1 **Дано**, Мужчина, 50 лет, без сознания, холодная липкая кожа, гиперемия (покраснение) лица, снижение температуры тела, рвота, непровольное выделение мочи. От рвотных масс исходит резкий запах алкоголя. Зрачки сужены. Дыхание замедленное, пульс частый, слабый.

**Задание.** Определите отравляющее вещество, его примерное количество, попавшее в организм (мл). Расскажите о порядке своих действий в данной ситуации и первой медицинской помощи пострадавшему.

№2 **Дано**. Молодой человек, 22 лет, 12 ч назад заходил к приятелю, который предложи выпить неизвестную спиртосодержащую жидкость из немаркированной бутылки. Пострадавший выпил около 50 мл. Через час почувствовал себя плохо, была однократная рвота. В настоящий момент жалуется на боли в ногах, голове, нарастание жажды, мелькание «мушек» перед глазами. При осмотре: кожа и слизистые оболочки сухие, гиперемированы, с синюшным оттенком. Язык обложен серым налетом, зрачки расширены, отмечается ослабление их реакции на свет.

**Задание.** Определите отравляющее вещество. Расскажите о порядке своих действий в данной ситуации и первой медицинской помощи пострадавшему.

№3 **Дано**. Женщина, 65 лет, по ошибке приняла внутрь уксусную кислоту. Отмечалась повторная рвота с примесью крови. При осмотре, через час после несчастного случая: состояние тяжелое, сознание спутанное, дыхание затруднено, кожа бледная, покрыта холодным потом, сердцебиение частое, пульс слабый.

**Задание.** Расскажите о порядке своих действий в данной ситуации и первой медицинской помощи пострадавшей.

№4 **Дано.** Девушка, 18 лет, с острой зубной болью, в течение нескольких часов выпила 15 таблеток анальгина. В настоящий момент жалуется на шум в ушах, тошноту, общую слабость, одышку, сердцебиение. Была однократная рвота. При осмотре: сознание сохранено, кожные покровы холодные, влажные. Температура в подмышечной впадине - 35,8°C. Артериальное давление - 100/50 мм рт.ст.

**Задание.** Расскажите о порядке своих действий в данной ситуации и первой медицинской помощи пострадавшей.

№5 **Дано.** Девушка, 22 лет, готовясь к экзамену, вечером и ночью пила крепкий кофе, количество выпитых чашек не помнит. Жалуется на шум в ушах, головокружение, тошноту, общую слабость, сердцебиение. При осмотре: пострадавшая возбуждена, не может спокойно сидеть. Температура в подмышечной впадине - 37,8°C. Артериальное давление падает: первое измерение - 125/75 мм рт.ст.; через 20 мин - 110/60 мм рт.ст.; через 40 мин - 90/45 мм рт.ст.

**Задание.** Расскажите о порядке своих действий в данной ситуации и первой медицинской помощи пострадавшей.

№6 **Дано.** В гараже, в машине с работающим двигателем найден мужчина без сознания, кожные покровы розового цвета, зрачки узкие, дыхание поверхностное, редкое, пульс 50 ударов в минуту.

**Задание.** Определите отравляющее вещество, его примерное количество, находящееся в организме (%). Расскажите о порядке своих действий в данной ситуации и первой медицинской помощи пострадавшему.

№7 **Дано.** Женщина, 70 лет, самостоятельно лечилась настойкой лютика голубого. Через 30 мин стала жаловаться на онемение языка, губ, щек, кончиков пальцев рук и ног, чувство ползания мурашек, ощущение жара и холода в конечностях, преходящие нарушения зрения (видение предметов в зеленом свете), сухость во рту, жажду, головную боль. При осмотре отмечаются судорожные подергивания мышц лица, конечностей. Дыхание учащенное, поверхностное, отмечаются затрудненный вдох и выдох.

**Задание.** Определите отравляющее вещество. Расскажите о порядке своих действий в данной ситуации и первой медицинской помощи пострадавшей.

№8 **Дано.** Мальчик, 7 лет, на прогулке по берегу реки выкопал и съел корень неизвестного растения. Через час после прогулки

жаловался на боли в животе, тошноту. Была однократная рвота съеденным. В настоящее время жалобы на боли в животе, тошноту, неприятный привкус во рту. При осмотре отмечаются обильное слюнотечение, поверхностное, частое дыхание.

**Задание.** Определите отравляющее вещество. Расскажите о порядке своих действий в данной ситуации и первой медицинской помощи пострадавшему.

№9 **Дано.** Семья из трех человек ела на обед грибной суп, приготовленный из сухих грибов, купленных на рынке; котлеты из свинины; пюре картофельное; компот из яблок домашнего консервирования. Через 6 ч после обеда у всех членов семьи отмечаются обильная рвота, острые боли в животе, диарея (жидкий стул) с примесью крови. Ребенок 10 лет - без сознания, артериальное давление - 90/40 мм рт.ст.

**Задание.** Определите отравляющее вещество. Расскажите о порядке своих действий в данной ситуации и первой медицинской помощи пострадавшим.

## Глава 6.

### Нормативно-техническая база МБО

- 6.1. Первая помощь и особенности ее оказания
- 6.2. Основы законодательства по медико-биологической безопасности
- 6.3. Принципы гигиенического нормирования

## Контрольные вопросы

### 6.1. Первая помощь и особенности ее оказания

В случае возникновения чрезвычайной ситуации необходимо, по возможности, придерживаться следующей последовательности мероприятий:

- наладить связь с не пострадавшими районами, которые могут организовать помощь, оповещение населения о виде происшествия и о тактике действий;
- организовать руководство, создать группы добровольных спасателей и обследовать очаг катастрофы;
- обеспечить поиск и спасение пострадавших;
- организовать сортировку пострадавших и принять меры по оказанию первой медицинской помощи;
- наладить транспортировку пострадавших в лечебные учреждения;
- обеспечить снабжение питьевой водой, пищей и временными укрытиями населения.

В эпицентре катастрофы при большом количестве пострадавших спасателям, как профессионалам, так и добровольцам, необходимо прежде всего произвести сортировку раненых по следующим категориям:

- «красная» - люди с угрожающими их жизни повреждениями, которые требуют экстренного вмешательства (массивное кровотечение, открытая травма грудной клетки или брюшной полости, отрывы конечностей, нарушение проходимости дыхательных путей и др.);
- «желтая» - пострадавшим требуется срочная медицинская помощь, так как в течение некоторого времени возможно ухудшение их состояния. За этой категорией раненых требуется тщательное медицинское наблюдение. Примерами состояний «желтой» категории могут быть ожоги средней степени тяжести, открытые и закрытые переломы длинных трубчатых костей, выраженные повреждения тупыми предметами и др.;
- «зеленая» - в настоящее время состояние стабильное, требуется незначительная медицинская помощь или медицинское наблюдение в течение определенного периода времени (закрытые переломы костей предплечья, ожоги I и II степени тяжести до 10% площади поражения, простые ранения и др.);
- «черная» - биологическая смерть, необратимые состояния и травмы, не совместимые с жизнью, - ожоги III степени, занимающие 90% поверхности тела, открытые травмы черепа с повреждением

вещества головного мозга, отрывы внутренних органов с массивным внутренним кровотечением и др.

Основными причинами смерти пострадавших в очаге катастрофы или стихийного бедствия являются прежде всего тяжелая механическая травма, шок, кровотечение и нарушение функций органов дыхания, причем значительная часть из этих пораженных (до 30%) погибает в течение первого часа, 60% - через три часа и, если помощь задерживается на шесть часов, то погибает уже 90% тяжелопораженных.

Необходимо учесть, что может потребоваться большое количество следующих медицинских средств: антибиотики широкого спектра действия, применяемые для лечения кишечных инфекций, инфекций верхних дыхательных путей, мочевыводящих путей и кожи (оксациллин, ампициллин, тетрациклин, неомицин, гентамицин, эритромицин, левомицетин и др.); противовоспалительные и жаропонижающие средства (анальгин, парацетамол, кислота ацетилсалициловая, индометацин, ортофен и др.); препараты для местного применения (мазь от обморожения, линимент синтомицина, мазь тетрациклиновая, фурацилин, калия перманганат, 3%-ная перекись водорода, пантенол, солкосерил, троксевазин гель, спиртовой раствор йода и др.); противоаллергические (антигистаминные) препараты (димедрол, фенкарол, диазолин, супрастин, тавегил и др.); набор перевязочных средств и средств для обработки раны (бинт марлевый медицинский стерильный 7 м × 14 см, 5 м × 10 см, 3 м × 5 см, салфетки марлевые медицинские стерильные 16 × 14 см, шприц инъекционный стерильный одноразовый 2 мл, 10 мл, пинцет медицинский, жгут кровоостанавливающий, лейкопластырь бактерицидный 6 × 10 см и др.).

Действия населения в случае чрезвычайной ситуации:

- включить телевизор или радио - выяснить тип чрезвычайной ситуации;
- собрать документы;
- собрать запас простейших медикаментов;
- собрать запас продуктов и воды на три дня, закрыть продукты герметически;
- сложить теплые вещи (три смены вещей).

В зависимости от вида и сложности ЧС возможны следующие указания для оповещения населения:

- укрыться на месте;
- рассредоточиться по местности;
- собраться в пункте эвакуации.

В пункте эвакуации население распределяется по группам и эвакуируется пешком и (или) автотранспортом. Группа эвакуации формируется в виде пешей колонны численностью 20-30 человек, в которой назначается старший. Состав колонны также делится на группы по пять человек, в которых выделяется старший. Средняя скорость колонны - 4 км/ч.

Через каждые час-полтора устраивается привал на 10-15 мин. После того как пройдена половина намеченного пути, устраивается привал на 1-2 ч.

При перевозке людей автотранспортом используются автобусы, грузовики, личный автотранспорт. Выезд осуществляется колонной. В каждом транспортном средстве назначается старший. Он отвечает за то, чтобы во вверенном ему транспорте соблюдались порядок, дисциплина и организованность движения. Также старший контролирует перемещения людей во вверенном транспортном средстве.

В эвакуацию берутся личные документы:

- паспорт;
- военный билет (или справка о состоянии «годен/негоден»);
- свидетельство о браке;
- пенсионное удостоверение или иные документы.

В эвакуацию берутся следующие продукты:

- консервы;
- копчености;
- концентраты;
- твердые сыры;
- сухое печенье;
- запас воды.

Все упаковывается в герметичные полиэтиленовые пакеты или другие герметичные емкости, обладающие наименьшим весом. С собой берется термос и (или) фляга.

## **6.2. Основы законодательства по медико-биологической безопасности**

Здоровье населения - основа национальной безопасности.

Охрана здоровья человека - подразумевает совокупность мер политического, экономического, правового, социального, культурного, научного, медицинского санитарно-гигиенического и противоэпидемического характера, направленных на сохранение и укрепление физического и психического здоровья каждого человека, поддержание его долголетней активной жизни, предоставление ему медицинской помощи в случае утраты здоровья.

В нашей стране создана и функционирует система законодательства по охране здоровья и жизни населения. Она состоит из различных нормативных актов. Ее начало - Конституция Российской Федерации, принятая на референдуме 12 декабря 1993 г., за которой последовательно идут такие акты, как основы федерального законодательства, федеральные кодексы законов, федеральные законы, указы и распоряжения Президента РФ и Правительства РФ, нормы, правила, стандарты, инструкции, методика указания по безопасности и охране здоровья населения.

Федеральные нормативные акты вступают в силу через несколько дней после публикации, а некоторые из них после регистрации в Минюсте России.

Выполнение их требований обязательно каждым гражданином страны, юридическими и физическими лицами. При невыполнении по неуважительным причинам нарушители несут дисциплинарную, административную и уголовную ответственность. Контроль и надзор за выполнением нормативных актов по охране труда и здоровья возложены на Министерство здравоохранения РФ, Министерство труда и социального развития РФ и др.

В статьях Конституции Российской Федерации - основном законе нашей страны кратко и емко изложены важнейшие требования по обеспечению здоровья населения. В статье 41 сказано, что "Каждый имеет право на охрану здоровья и медицинскую помощь". Это право обеспечивается такими мерами, как развитие физической культуры, экологическими и санитарно-эпидемиологическим мероприятиями. Содержание статьи 42 жестко указывает на то, что "Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением". Что касается трудовой деятельности человека, то требования к ней изложены в статье 37: "каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены". Наконец, в статье 38 особо выделено требование о том, что "материнство и детство, семья находятся под защитой государства".

Из нормативных документов, регламентирующих требования к среде обитания человека для обеспечения оптимального уровня его жизнедеятельности, включая сохранение и укрепление здоровья, снижения заболеваемости и повышения творческого долголетия, назовем только самые главные. Это федеральные законы "Об охране атмосферного воздуха", подписан Президентом РФ 4 мая 1999 г. №96-ФЗ, "Об охране окружающей среды" с изменениями и дополнениями

от 13 июня 2023, Принят Государственной Думой 2 апреля 1999 года. Одобрен Советом Федерации 22 апреля 1999 года. "Об охране окружающей среды", утвержден указом Президента РФ 10 января 2002 г. № 7-ФЗ (действует); Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. N 74-ФЗ, Закон РФ от 21 февраля 1992 г. N 2395-1 "О недрах" (действующий). Положения настоящего Закона применяются с учетом особенностей, установленных статьями 5 - 18 Федерального закона от 14 июля 2022 г. N 320-ФЗ. Федеральный закон от 2 января 2000 г. N 29-ФЗ "О качестве и безопасности пищевых продуктов". Федеральный закон от 30 марта 1999 г. N 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения". Федеральный закон от 9 января 1996 г. N 3-ФЗ "О радиационной безопасности населения". "О промышленной безопасности опасных производственных объектов", утвержден указом Президента РФ 27 июля 1997 г. № 116-ФЗ. "Об отходах производства и потребления", утвержден указом Президента РФ 24 июня 1998 г № 89-ФЗ.

В каждой из них имеются разделы об общих понятиях, полномочиях органов власти, правах, обязанностях и ответственности граждан, физических и юридических лиц. Создано законодательство по нормированию допустимого содержания вредных веществ и физических вредных факторов, физических и нервно-психических нагрузок, устанавливающее ответственность работодателей за его соблюдение. Предельно-допустимые концентрации и уровни вредных и опасных факторов среды обитания установлены в атмосферном воздухе, производственной среде, воде, почве, агрохимикатах, полимерных материалах и пр.

Меры ответственности работодателей за нарушение законов изложены в таких законах как "Трудовой кодекс Российской Федерации", утвержден указом Президента РФ 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ. "Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях", утвержден указом Президента РФ 30 января 2001 г., № 195-ФЗ и ряде других нормативных актов, ряде других нормативных актов. В связи со сложными социально-экономическими условиями и ухудшением здоровья населения разработаны целевые программы сохранения и укрепления здоровья, а также профилактики заболеваний. Они касаются таких заболеваний как сахарный диабет, туберкулез, ВИЧ- инфекция (СПИД), а также создания системы вакцинопрофилактики.

Кроме того, разработаны мероприятия по раннему выявлению артериальной гипертонии, заболеваний щитовидной железы, новообразований и профессиональных заболеваний. Таковую программу

оздоровления населения можно выполнить, используя законодательство по охране здоровья человека.

Федеральным законодательством установлены права, обязанности и ответственность гражданина в отношении санитарно-эпидемиологического благополучия страны. В соответствии с Федеральным законом о "Санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" каждый гражданин, имея право на благоприятную среду обитания и возмещения вреда своему здоровью, правомочен получать от властных структур информацию о состоянии среды обитания, осуществлять общественный контроль за ее санитарным состоянием, вносить предложения по улучшению среды обитания. Такими же правами обладают индивидуальные предприниматели и юридические лица.

Каждый гражданин обязан заботиться о здоровье, гигиеническом воспитании и обучении своих детей, соблюдать требования санитарно-эпидемиологического законодательства и не осуществлять действия, его нарушающие. За данные нарушения установлена дисциплинарная, административная и уголовная ответственность.

Для работников и работодателей "Трудовой кодекс Российской Федерации" определяет следующие права, обязанности и ответственность в отношении безопасности труда. Работник имеет право на рабочее место, соответствующее требованиям безопасности и охраны труда, полную информацию об условиях труда на нем и право требовать возмещения вреда, причиненного здоровью неблагоприятной трудовой обстановкой. Со своей стороны, работник обязан соблюдать требования по охране и безопасности труда и сообщать своему начальнику о возможной угрозе жизни и здоровью.

Работодатель обязан соблюдать законы об охране труда и обеспечивать безопасность труда в соответствии с требованиями охраны и гигиены труда и предписаниями надзорных и контрольных органов, возмещать вред, причиненный здоровью работника плохими условиями труда. За несоблюдение своих обязанностей для граждан, работников, работодателей, индивидуальных предпринимателей, юридических лиц установлена дисциплинарная, административная и уголовная ответственность.

### **6.3. Принципы гигиенического нормирования**

На протяжении жизни человек постоянно подвергается воздействию разнообразных, меняющихся по интенсивности и продолжительности экспозиции физических, химических и

биологических и социальных факторов окружающей среды (среды обитания).

Существует несколько принципиальных подходов к предупреждению неблагоприятных эффектов этих факторов: полный запрет производства и применения; запрет поступления в окружающую среду и любого воздействия на человека; замена вредного и опасного фактора менее вредным и опасным; ограничение (регламентация) содержания в объектах окружающей среды и уровней воздействия на работников и население. Очевидно, что наиболее радикальным способом предупреждения неблагоприятных эффектов является полное исключение воздействий потенциально вредных и опасных факторов. Однако в связи с несовершенством технологий, а также с невозможностью полностью предотвратить воздействие на человека многих необходимых для современной цивилизации природных и техногенных факторов профилактика неблагоприятных влияний на человека и окружающую среду состоит в снижении воздействия потенциально вредных и опасных факторов до безопасного уровня на основе их гигиенического нормирования.

.....  
**Гигиеническое нормирование** - установление в законодательном порядке безвредных (безопасных) для человека уровней воздействия вредных опасных факторов окружающей среды (среды обитания): предельно допустимых концентраций (ПДК) химических веществ, предельно допустимых уровней воздействия (ПДУ) физических и психофизических факторов, гигиенических нормативов (ГН) и др.

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

По природе и назначению гигиенические нормативы в большинстве случаев основаны на медико-биологических критериях, так как направлены в первую очередь на защиту здоровья человека от прямых или опосредованных через экологические системы вредных и опасных факторов окружающей среды.

В основу научной концепции гигиенического нормирования положено всестороннее изучение общих закономерностей взаимоотношений организма человека с факторами окружающей

среды разной природы, адаптационно-приспособительных процессов, механизмов взаимодействия организма на молекулярном, клеточном, органном, организменном, системном и популяционном уровнях с комплексом благоприятных и неблагоприятных факторов антропогенного и естественного происхождения, а также с комплексом социально обусловленных факторов.

При экологическом нормировании основное внимание уделяют надорганизменным эффектам - популяционному, биогеоценоотическому, изучению устойчивости и приспособительных реакций экологических систем, их неоднородности, изменений видового состава сообществ организмов. Экологическое нормирование пока находится на этапе формирования основных принципов и методов оценки реакций биосистем уровня, критериев экологической (популяционной) нормы, способов учета в нормировании климато-географических особенностей, влияющих на реакции экосистем. В последующий период возможны более тесное сближение концепций гигиенического и экологического нормирования и создание единой нормативной базы, направленной на предупреждение не только прямых и опосредованных вредных воздействий на человека, но и существенных нарушений состояния отдельных экосистем и биосферы в целом.

Концепция гигиенического нормирования прошла длительный и очень сложный путь развития. Ее становление было неразрывно связано с развитием медицины, физиологии, биохимии, фармакологии, физики, химии и других фундаментальных научных дисциплин. Предположение о возможности установления нормативов для некоторых токсических веществ было высказано еще в XIX в. на основании клинических данных о развитии производственных отравлений у работников только в случае превышения определенной пороговой концентрации некоторых промышленных ядов.

В начале XX столетия немецкие и американские исследователи разработали рекомендательные перечни пороговых концентраций для нескольких десятков наиболее распространенных промышленных химических соединений. Однако только в 1922 г. в нашей стране были обоснованы и включены в санитарное законодательство ПДК в воздухе рабочей зоны для трех промышленных вредных веществ. В 30-е годы впервые ПДК были введены в Германии и США. В последующий период в СССР параллельно с обоснованием ПДК промышленных ядов создавались и совершенствовались теоретическая и экспериментальная база гигиенического нормирования химических веществ (Н.В. Лазарев, Н.С. Правдин и др.). В 1941 г. были

разработаны ПДК мышьяка, фенола и свинца в воде водоемов и начаты исследования по оценке опасности промышленного загрязнения водоемов (А.Н. Сысин, С.Н. Черкинский).

В послевоенный период В.А. Рязанов сформулировал главные принципы гигиенического регламентирования атмосферных загрязнений, что позволило ввести в санитарное законодательство первые ПДК для наиболее распространенных химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух населенных мест. В связи с развитием химической промышленности, внедрением в многие сферы производства и быта многочисленных химических веществ потребовались разработка методических основ гигиенического нормирования содержания вредных соединений в продуктах питания, почве, нормирование выделения химических веществ из полимерных материалов. Интенсивное развитие микробиологической промышленности привело к созданию новых методических приемов гигиенического регламентирования биологических факторов (грибковые, дрожжевые, белковые и бактериальные препараты). Увеличение мощности и расширение ассортимента продукции химико-фармацевтической промышленности потребовали разработки специфических методов гигиенического нормирования лекарственных препаратов, включая некоторые вещества биологической природы (антибиотики, витамины, гормоны, ферменты), в различных объектах окружающей среды.

Обширные исследования были проведены в целях разработки допустимых уровней воздействия разнообразных физических факторов: ионизирующего и неионизирующего излучений, шума, вибрации, микроклиматических факторов. Обоснованы принципы, методы гигиенического нормирования и установлены ПДУ тяжести физического труда (физическая динамическая нагрузка, масса снимаемого и перемещаемого груза, стереотипные рабочие движения, статическая нагрузка, рабочая поза, наклоны корпуса, перемещение в пространстве), напряженности труда (интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, монотонность на- грузок, режим труда).

В настоящее время в нашей стране и практически во всех экономически развитых странах существует обширная и разветвленная система нормативов, направленных на обеспечение безопасности человека, поддержание оптимального для конкретных социально-экономических условий уровня физического, психического и социального благополучия работников и всего населения в целом.

Кроме того, нормативы предельного содержания химических соединений и предельные уровни физических и других факторов

предлагаются международными организациями: Международной организацией труда (МОТ), Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ). Эти нормативы имеют рекомендательный характер и, по мнению международных экспертов, подлежат корректировке с учетом политических, экономических и социальных особенностей конкретной страны.

Несмотря на различные подходы к нормированию факторов окружающей среды, включая производственные, существуют единые принципы обоснования гигиенических нормативов, которые формулируются следующим образом.

1. Гигиенические нормативы носят государственный характер и обязательны для соблюдения всеми органами, организациями и отдельными лицами.

2. Необходимо соблюдать опережение обоснования норматива по сравнению с появлением вредного и опасного фактора.

В соответствии с этим принципом гигиенические нормативы должны быть разработаны еще до того момента, когда человек войдет в контакт с потенциально вредным фактором. Данный принцип обеспечивает профилактическую направленность гигиенических нормативов и позволяет вовремя осуществить мероприятия по защите человека и окружающей среды. Кроме того, нарушение принципа опережения может приводить к значительным экономическим потерям из-за задержки производства, высокой стоимости природоохранных мероприятий, осуществляемых на действующих объектах. Гигиенические нормативы не могут основываться только на результатах натуральных исследований состояния здоровья населения, уже подвергающегося воздействию вредного фактора (напомним, что латентный период развития некоторых злокачественных новообразований может достигать 25-30 лет). Необходимо разумное сочетание экспериментальных методов гигиенического нормирования с клинико-гигиеническими и эпидемиологическими методами.

При обосновании гигиенических нормативов приоритет отдается медико-биологическим, а не экономическим или технологическим критериям, например реальной технической достижимости рекомендуемых гигиенических нормативов в данный момент.

3. Принцип безвредности.

4. Принцип дифференциации биологических ответов. Не все население реагирует в равной степени на одно и то же воздействие, имеются более или менее чувствительные группы населения. Чем больше сила влияния фактора, тем для меньшего процента населения он

характерен. Это обусловлено тем, что опасность фактора окружающей среды зависит от ее условий: интенсивности, продолжительности, состояния организма, его сопротивляемости.

5. Принцип разделения объектов санитарной охраны. В связи специфичностью и изменчивостью физико-химических свойств воды, почвы, атмосферного воздуха, пищевых продуктов животного и растительного происхождения, особенностями их воздействия на организм и длительностью контакта гигиенические нормативы устанавливаются отдельно для каждого объекта: воздуха производственных помещений, атмосферы населенных мест, питьевой воды, воды водоемов, пищевых продуктов и т.д. В зависимости от объекта окружающей среды и природы фактора различают предельно допустимую концентрацию (ПДК), максимально допустимый уровень (МДУ), предельно допустимый уровень воздействия (ПДУ), ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ) и др.

6. Принцип учета всех возможных неблагоприятных воздействий. Для каждого объекта или фактора окружающей среды, для которых устанавливается норматив, учитываются все возможные виды неблагоприятного воздействия на среду и организм человека. В методологии нормирования каждому виду неблагоприятного воздействия соответствует показатель вредности, действующую величину которого необходимо установить в эксперименте.

7. Принцип пороговости. Очевидно, что не всякое воздействие фактора окружающей среды можно признать вредным и опасным.

Реакция любого биологического объекта на внешнее воздействие сопровождается сложной гаммой изменений во многих органах и системах. Эти изменения могут быть функциональными, адаптационными. При установлении пороговых доз и концентраций необходимо дифференцировать состояние адаптационно-приспособительных механизмов (удовлетворительная адаптация, напряжение механизмов адаптации, перенапряжение механизмов адаптации, срыв адаптации).

В гигиене под порогом вредного действия принято понимать такую минимальную концентрацию вещества в объекте внешней среды (или дозу, попавшую в организм), при воздействии которой в организме (при конкретных условиях поступления вещества) возникают изменения, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций, или скрытая (временно компенсированная) патология. Пороговыми считают эффекты, расположенные между нормой и патологией.

При установлении порога вредного действия (минимально действующих уровней) и максимальных недействующих доз (концентраций) изучают все основные органы и системы, особенно те, которые наиболее чувствительны к исследуемому фактору.

В качестве критериев для оценки вредных эффектов используются биохимические, метаболические, токсико-кинетические, физио-логические, морфологические и клинко-гигиенические показатели, нагрузочные тесты.

Чаще всего гигиеническое нормирование осуществляется с учетом величины допустимого риска. При этом предполагается, что дозо-эффективная зависимость проходит через ноль, а в качестве допустимой принимается доза, теоретически вызывающая определенный приемлемый как для общества, так и для отдельного человека риск.

В некоторых странах в качестве такого приемлемого для населения риска используется значение  $10^{-6}$ , что соответствует одному дополнительному к существующему фону случаю рака среди 1 млн. жителей. Для производственных условий обычно считается допустимым риск на уровне  $10^{-3}$  -  $10^{-4}$ .

8. Принцип зависимости эффекта от концентрации (дозы) и времени. Этот принцип неразрывно связан с другим принципом гигиенического нормирования - принципом нулевого учета пороговости. Величина дозы и продолжительность воздействия не только определяют время появления биологического эффекта, но и нередко влияют на его качественные характеристики. Например, в условиях острых воздействий бензол в основном влияет на центральную нервную систему, а при длительном воздействии доз и концентраций вызывает поражение системы кроветворения, вплоть до развития лейкоза.

9. Принцип комплексного гигиенического нормирования. В реальных условиях человек подвергается не изолированному воздействию какого-либо одного вещества, поступающего в конкретным путем (через воду или воздух), а сложному факторному влиянию.

В настоящее время особенности комбинированного действия веществ учитываются при гигиеническом нормировании вредных веществ во всех средах. Так, для атмосферного воздуха населенных мест установлено 56 коэффициентов комбинированного действия (для 36 бинарных смесей и 20 смесей из 3-5 компонентов).

10. Принцип относительности норматива. Гигиенические нормативы не могут основываться только на результатах натуральных

исследований состояния здоровья населения, уже подвергающегося воздействию вредного опасного фактора (напомним, что латентный период развития некоторых злокачественных новообразований может достигать 25-30 лет). Необходимо разумное сочетание экспериментальных методов гигиенического нормирования с клинико-гигиеническими и эпидемиологическими методами.

Любой утвержденный норматив не является абсолютным. Если новые научные данные, полученные с использованием более чувствительных методов, свидетельствуют о понижении порога вредного действия на здоровье населения, подвергающегося воздействию факторов на уровне норматива, свидетельствуют о его неблагоприятном влиянии, то может возникнуть вопрос о пересмотре норматива.

Например, установленные на животных предельно допустимые концентрации в воздухе рабочей зоны таких химических соединений как бензол, ксилол, хром после многолетних наблюдений за состоянием здоровья работников были уменьшены в несколько раз. Многие из рассмотренных принципов гигиенического нормирования нашли отражение в определении одного из ведущих гигиенических нормативов - ПДК.

ПДК химического соединения во внешней среде - такая концентрация, при воздействии которой на организм человека периодически или в течение всей жизни, прямо или опосредованно через экологические системы, не возникает заболеваний (в том числе скрытых и временно компенсированных) или изменений состояния здоровья, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций, обнаруживаемых современными методами сразу или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений; ПДУ физических и психофизиологических факторов определяются так же, как ПДК химического соединения.

Постановлением Правительства РФ от 12.11.92 г. №869 в нашей стране введена обязательная государственная регистрация потенциально опасных химических соединений веществ, осуществляемая Российским регистром потенциально опасных химических и биологических веществ. Данная мера позволит полностью инвентаризировать все химические соединения, производимые и используемые в России, и в конечном счете будет способствовать повышению надежности оценок потенциальной опасности веществ для здоровья человека и состояния окружающей среды.

Гигиенические нормативы утверждаются Главным государственным санитарным врачом РФ по рекомендации Комиссии по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию при Минздраве России и входят в состав санитарно-гигиенических норм и правил, а также в некоторые ГОСТы.

Таким образом, цель гигиенического нормирования, в основе которого лежат принципы нормирования, - создание условий, обеспечивающих сохранение, укрепление и приумножение здоровья людей, без которого немислимо их благополучие. Следовательно, оно непосредственно выходит на конечную, целевую социально-биологическую ценность - здоровье человека и популяции.

### **Контрольные вопросы**

1. Дать определение понятиям: Гигиеническое нормирование
2. Какие вещи нужно брать с собой во время эвакуации?
3. Действия населения в случае чрезвычайной ситуации:
4. Перечислите основные документы в области законодательства, которые рассматриваются в медико-биологических основах безопасности?
5. Поясните основные принципы гигиенического нормирования

**Перечень вопросов для самостоятельного контроля знаний**

1. Что такое профилактика нарушений состояния здоровья человека?
2. Назовите наиболее часто встречающиеся общие заболевания? Профессиональные заболевания? Некоторые экологические обусловленные заболевания?
3. Назовите структуру российского законодательства по охране здоровья населения и среды его обитания?
4. Приведите классификацию условий труда?
5. Классификация форм труда в зависимости от физиологических требований.
6. Виды профессиональных вредностей на производстве.
7. Физиологические изменения в организме при трудовой деятельности.
8. Понятие о вредном веществе. Объекты воздействия токсикантов.
9. Гомеостатическое состояние организма.
10. Основные типы классификаций вредных веществ.
11. Расскажите о периодах развития адаптации и что такое адаптация?
12. Какие разделы гигиены труда вы знаете? Главная цель гигиены труда?
13. Перечислите названия основных оздоровительных мероприятий в отношении среды обитания человека, которые ведут к улучшению его здоровья?
14. Что такое физиология труда? Назовите виды трудовой деятельности?
15. Что такое производственный охлаждающий и нагревающий климат? Назовите профессиональные заболевания от воздействия производственного микроклимата?
16. Какие физические факторы влияют на здоровье человека?
17. Основные типы классификаций отравлений.
18. Токсичность. Классификация веществ по их токсичности.
19. Понятие рецептора в физиологии и токсикологии.
20. Основные параметры токсикометрии.

21. Кумулятивное действие веществ.
22. Комбинированное, комплексное и сочетанное действие факторов одной и различной природы.
23. Методы защиты при работе с токсическими веществами.
24. Общие принципы гигиенического нормирования вредных веществ.
25. Принцип пороговости.
26. Регламентирование токсикантов в воздухе рабочей зоны.
27. Воздействие на организм человека виброакустических факторов.
28. Реакции организма человека на воздействие промышленного ультразвука.
29. Профессиональные заболевания – вибрационная болезнь, тугоухость и др.
30. Воздействие электрического тока и статического электричества на организм человека.
31. Реакции организма человека на неионизирующие излучения оптического диапазона.
32. Реакции организма человека на воздействие УФ-излучения.
33. Реакции организма человека на воздействие излучения видимого диапазона.
34. Воздействие ИК-излучения на организм человека.
35. Реакции организма человека на ионизирующее излучение.
36. Клинические формы острой лучевой болезни. Диагностика степени тяжести лучевой болезни.
37. Профессиональные заболевания, связанные с физическими перегрузками.
38. Температурные опасные и вредные производственные факторы. Холодовая и тепловая болезнь
39. Перечислите источники электромагнитного загрязнения среды?
40. К каким последствиям приводит воздействие ионизирующих излучений на людей? Какие излучения называются не ионизирующими? Влияют ли они на здоровье человека?
41. Назовите профессиональные заболевания при воздействии инфракрасных и ультрафиолетовых излучений?
42. Назовите пути поступления химических веществ в организм человека? Какие вредные факторы усиливают неблагоприятное воздействие химического фактора?
43. Назовите основные заболевания, возникающие от воздействия биологического вредного фактора?
44. Что изучает токсикодинамика и токсикокинетика?
45. Современные подходы к установлению ПДК вредных веществ в среде обитания?

46. Раскройте сочетанное действие физических и химических факторов на примерах?
47. Каковы отдалённые последствия вредных химических веществ на организм человека?
48. Терминальные состояния. Нарушения в организме при терминальных состояниях.
49. Основные признаки жизни при бессознательном состоянии человека, клинической и биологической смерти.
50. Правовые основы оказания первой помощи.

### **Нормативные и правовые документы**

1. ГОСТ 12.1.001-89 «Ультразвук. Общие требования безопасности». Дата введения: 01.01.1991.
2. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности». Дата введения: 01.07.1984.
3. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». Дата введения: 01.01.1989.
4. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля». Дата введения: 01.01.1986.
5. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности». Дата введения: 01.01.1977.
6. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
7. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление». Дата введения: 01.07.1982.
8. ГОСТ 12.1.040-83 ССБТ «Лазерная безопасность. Общие положения». Дата введения: 01.01.1984.
9. ГОСТ 12.1.045—84 «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» Дата введения: 01.07.1985.
10. ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ «Изделия электротехнические. Общие требования безопасности». Дата введения: 01.01.1978.
11. ГОСТ 12.2.049 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования». Дата введения: 01.01.1982.
12. ГОСТ 12.4.011 ССБТ «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация». Дата введения: 01.07.1990.

13. ГОСТ 12.4.080-79 ССБТ «Светофильтры стеклянные для защиты глаз от вредных излучений на производстве»

14. ГОСТ 12.4.115-82 011 ССБТ «Средства индивидуальной защиты работающих. Общие требования к маркировке». Дата введения: 01.01.1983.

15. ГОСТ 12.4.124-83 ССБТ «Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования». Дата введения: 01.01.1984.

16. ГОСТ 17925-72 «Знак радиационной опасности». Дата введения: 07.01.1973.

17. ГОСТ 21130-75 «Изделия электротехнические. Зажимы заземляющие и знаки заземления. Конструкция и размеры». Дата введения: 30.06.1976.

18. ГОСТ 6433.2-71 «Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения электрического сопротивления при постоянном напряжении».

19. ГОСТ 6581-75 «Материалы электроизоляционные жидкие. Методы электрических испытаний».

20. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2012 году».

21. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2013 году».

22. Демографический ежегодник России 2012: статистический сборник.

23. Демографический ежегодник России. 2013: статистический сборник.

24. Доклад «О реализации государственной политики в области условий и охраны труда в Российской Федерации в 2012 году». Министерство труда и социальной защиты РФ. М., 2013.

25. Доклад «О реализации государственной политики в области условий и охраны труда в Российской Федерации в 2013 году». Министерство труда и социальной защиты РФ. М., 2014.

26. Доклад первого заместителя Министра труда и социальной защиты РФ С. Вельмаякина на VII Международной конференции по вопросам охраны труда «Актуальные задачи внедрения специальной оценки условий труда в Российской Федерации», 10 декабря 2013 г.

27. Методические рекомендации «Гигиена труда при работе с лазерами», утвержденные МЗ РСФСР 27 апреля 1981 г.

28. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 27 апреля 2012 г. № 417н «Об утверждении перечня профессиональных заболеваний»

29. Руководство Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

30. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"

31. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания".

32. "СП 60.13330.2020. Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. СНиП 41-01-2003" (утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 30.12.2020 N 921/пр) (ред. от 30.05.2022)

33. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

34. СП 51.13330.2011 «Защита от шума». Актуализированная редакция СНиП 23-03—2003.

35. Федеральный закон от 18 июля 2011 г. № 218-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции"».

36. Федеральный закон от 23 февраля 2013г. № 15-ФЗ «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака».

37. Федеральный закон от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации».

### Библиографический список

1. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: методические указания к выполнению лабораторных работ / сост. К. В. Тихомирова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2022. – 127 с.
2. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: методические указания к выполнению практических работ / сост. К. В. Ермакова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2022. – 121 с.
3. Агаджанян, Н. А. Проблемы адаптации и учение о здоровье / Н.А. Агаджанян, Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. — М. : Изд-во РУДН, 2006.
4. Батян, А. Н. Основы общей и экологической токсикологии : учеб. пособие / А. Н. Батян. — М. : СпецЛит, 2009.
5. Брикю, Н. И. Эпидемиология : учебник / Н. И. Брикю, В. И. Покровский. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015.
6. Бурместер, Г. Р. Наглядная иммунология / Г. Р. Бурместер, А. Пецутто ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой ; под ред. Л. В. Козлова. — М. : Бином. Лаборатория знаний, 2014.
7. Варющенко, С. Б. Безопасность жизнедеятельности и медицина катастроф : учебник / С. Б. Варющенко [и др.] ; под ред. Н. М. Киршина. — М. : Академия, 2014.
8. Красильникова, И. М. Неотложная доврачебная медицинская помощь : учеб. пособие / И. М. Красильникова, Е. Г. Моисеева. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014.
9. Мухин, Н. А. Профессиональные болезни : учебник / Н. А. Мухин. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013.

10. Общественное здоровье и здравоохранение: национальное руководство / под ред. В. И. Стародубова, О. П. Щепина [и др.]. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014.

11. Профессиональные болезни / под ред. Н. Ф. Измерова. — М. : Академия, 2011.

12. В.Г. Бубнов, Н.В. Бубнова «Памятка учителю по оказанию первой помощи при несчастных случаях и неотложных состояниях, угрожающих жизни учащихся», Москва, ГАЛО-БУБНОВ, 2017;

13. В.Г. Бубнов, Н.В. Бубнова, Основы первой помощи» (Учебно-практическое пособие по лайфрестлингу) <http://www.spas01.ru/book-1001/book-1003/>.

14. С.В. Петров, В.Г. Бубнов. Первая помощь в экстремальных ситуациях. М.: Изд-во НЦ «ЭНАС», 2010;

15. Занько Н.Г., Рыкованов В.А. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности. Гигиена труда работников и охрана здоровья работников.- СПб.: ЛТА, 2003.- 46с.

16. Измеров Н.Ф., Каспаров А.А. Медицина труда. Введение в специальность: Учебное пособие.- Медицина, 2002.- 392 с.

17. Федеральный Закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»; С 15 июля 2016 года вступил в силу Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 03. 07.2016 года N 313-ФЗ. (В статье 41 части 1, дополненной пунктом 11, указано, что охрана здоровья обучающихся включает в себя обучение педагогических работников навыкам оказания первой помощи в рамках дополнительного профессионального образования (повышения квалификации);

18. Федеральный Закон от 21 ноября 2011г. «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»;

19. Положение о подготовке населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Утверждено Постановлением Правительства РФ от 4 сентября 2003 г. N 547 (в ред. от 10.09.2016). (Непосредственно касается педагогов);

20. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 04.05.2012 «Об утверждении перечня состояний, при которых оказывается первая помощь, и перечня мероприятий по оказанию первой помощи»;

21. Приказ Министерства образования и науки РФ от 01.07 2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам;

22. Приказ Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации от 29 мая 2014 года № 785 «Об

утверждении требований к структуре официального сайта образовательной организации в информационнотелекоммуникационной сети «Интернет» и формату предоставления на нем информации»;

23. Об утверждении перечня состояний, при которых оказывается первая помощь, и перечня мероприятий по оказанию первой помощи: Приказ Минздравсоцразвития РФ от 04 мая 2012 г. № 477н // Консультант Плюс: комп. справ.правовая система.

24. Профессиональный риск для здоровья работников: Руководство / Под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова.- М.: Тривант, 2003.-448 с.

25. Руководство о порядке проведения предварительных и периодических медицинских осмотров работников и медицинских регламентах допуска к профессии / Под ред. В.М. Ретнева и Н.С. Шляхецкого.- СПб.:СпбМАПО, 2001, 384 с.

26. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки: Руководство 2.2.1766-03.

27. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Р 2.1.10.1920-04

---

## Содержание

<b>Введение</b>	3
<b>Словарь терминов и определений</b>	5
Глава 1. Здоровье - основной показатель жизнедеятельности человека основные показатели здоровья человека	12
1.1. Введение в медико-биологические основы безопасности. Предмет и научные основы. Задачи медико-биологических основ.	12
1.2. Понятие здоровья человека.	14
1.3. Здоровье населения и окружающая среда.	17
1.4. Соматическое (физическое) здоровье. Психическое здоровье. Нравственное здоровье. Показатели индивидуального и популяционного здоровья.	23
1.5. Факторы, влияющие на здоровье	27
Глава 2. Закономерности адаптации организма человека к различным условиям	30
2.1. Закономерности адаптации организма человека к различным условиям	30
2.2. Общие принципы и механизмы адаптации	34
2.3. Общие меры повышения устойчивости организма	39
2.4. Гомеостаз	40
Глава 3. Факторы, влияющие на организм человека в системах «человек-производственная среда»	46
3.1. Человек как элемент системы «человек - производственная среда»	47
3.2. Совместимость элементов системы «человек -	48

производственная среда»	
3.3. Опасные и вредные производственные факторы	55
3.4. Управление факторами среды	61
3.5. Медико-биологическая характеристика особенности воздействия на организм человека факторов окружающей среды.	63
3.5.1. Метеорологические условия (микроклимат)	65
3.5.2. Виброакустические факторы	72
3.5.3. Неионизирующие излучения	82
3.5.4. Излучения оптического диапазона	88
3.5.5. Ионизирующее излучение	101
3.5.6. Химические факторы	106
3.5.7. Пыль	112
3.5.8. Биологические факторы	116
3.5.9. Психофизиологические факторы	120
3.6. Оценка реакций организма на воздействие опасных и вредных производственных факторов	126
3.6.1. Виброакустические факторы. Общая характеристика и основные методы оценки реакций организма	126
3.6.2. Реакции организма человека на воздействие промышленного ультразвука	128
3.6.3. Профессиональная тугоухость	130
3.6.4. Вибрационная болезнь	133
3.6.5. Неионизирующие излучения. Излучения оптического диапазона	135
3.6.6. Реакции организма человека на воздействие излучения видимого диапазона	141
3.6.7. Действие на организм человека электромагнитных, магнитных, электрических полей и электрического тока.	143
3.6.8. Биохимические, биофизические и иммунобактериологические показатели реакции организма человека на воздействие ионизирующего излучения	156
3.6.9. Физические перегрузки. Профессиональные заболевания сенсомоторной системы	158
3.6.10. Температурные опасные и вредные производственные факторы.	163
Глава 4. Физиология здоровья человека	176
4.1. Физиология труда	176
4.2. Состояние здоровья населения	190
4.3. Физиологические закономерности трудовой деятельности человека	196

4.4. Изменения физиологических функций при умственном труде	202
4.5. Физиологическая характеристика труда в условиях зрительного напряжения	203
4.6. Физиологическая характеристика функционального состояния человека в процессе монотонного труда	204
4.7. Физиологические сдвиги в организме при работе	206
4.8. Гигиенические критерии условий труда	210
4.9. Виды профессиональной вредности	213
4.10. Гипокинезия человека в процессе трудовой деятельности и ее отрицательные последствия	217
4.11. Работоспособность и утомление	218
4.12. Физиологические основы рациональной организации трудовых процессов	220
Глава 5. Токсикология	225
5.1. Определение, понятия, цели и задачи токсикологии	225
5.2. Классификация вредных химических веществ	227
5.3. Методы детоксикации	229
5.4. Параметры токсичности и опасности вредных химических веществ	231
5.5. Классификация токсикантов	238
5.6. Отравления. Первая помощь при различных отравлениях	241
5.6.1. Отравления спиртами и суррогатами алкоголя	243
5.6.2. Отравления синильной кислотой и бытовыми инсектицидами	246
5.6.3. Отравления лекарствами	247
5.6.4. Отравления едкими ядами	251
5.6.5. Отравления оксидом углерода	253
5.6.6. Отравления растительными ядами	254
5.6.7. Пищевые отравления	259
5.7. Представление о рецепторе в токсикологии	260
5.8. Основные стадии взаимодействия вредного вещества с биологическим объектом	261
5.9. Основные токсикологические характеристики	262
5.10. Общая характеристика реакции организма человека на воздействие токсических веществ	266
Глава 6. Нормативно-техническая база МБО	272
6.1. Первая помощь и особенности ее оказания	272
6.2. Основы законодательства по медико-биологической безопасности	274
6.3. Принципы гигиенического нормирования	277

<b>Перечень вопросов для самостоятельного контроля знаний</b>	286
<b>Нормативные и правовые документы</b>	288
<b>Библиографический список</b>	291
<b>Содержание</b>	294

Учебное пособие

**МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Составитель: **Тихомирова** Ксения Владимировна

Подписано в печать                      Формат 60×84/16. Усл. печ. л. Уч.изд. л.  
Тираж   экз.                      Заказ                      Цена  
Отпечатано в Белгородском государственном технологическом  
университете им. В.Г. Шухова  
308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46.