

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Баламирзоев Назим Лиодинович
Должность: Ректор
Дата подписания: 14.04.2026 15:14:54
Уникальный программный ключ:
5cf0d6f89e80f49a334f6a4ba58e91f3326b9928

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет»

**« Курс лекций по медико -
биологическим основам безопасности»**

для подготовки бакалавров направления 20.03.01 – Техносферная
безопасность, профиль - «Защита в чрезвычайных ситуациях»

Махачкала 2022

УДК 608-32

Курс лекций по дисциплине «Медико – биологические основы безопасности» предназначен для студентов для подготовки бакалавров направления 20.03.01 – Техносферная безопасность, профиль - «Защита в чрезвычайных ситуациях». Материалы составлены в соответствии с требованиями учебного плана кафедры 3 в ЧС. При составлении курса лекций использованы литературные источники, законодательная нормативно-техническая документация по профилю знаний.

Составитель: старший преподаватель кафедры 3 в ЧС Рагимова В.К.

Рецензент: главный врач ФБУЗ «ЦГ и Э в РД» к.м.н. Керимов М.М.

Курс лекций по дисциплине: **«Медико – биологические основы безопасности»** для студентов направления подготовки 20.03.01 –
Техносферная безопасность, профиль «Защита в чрезвычайных ситуациях»

ЛЕКЦИЯ № 1.

Тема: «Взаимодействие человека со средой обитания»

- 1.Здоровье и факторы его определяющие.
- 2.Показатели здоровья населения.
- 3.Общая заболеваемость населения.
- 4.Санитарно-эпидемиологическая деятельность и факторы влияющие на здоровье.

Неблагоприятные факторы среды обитания

Единство человека и окружающей среды обеспечивается активным поведением организма, направленным на преодоление неблагоприятных факторов среды обитания с целью достижения оптимального взаимодействия. В каждом организме заложена сложившаяся в процессе эволюции, закодированная в генетическом аппарате и передаваемая по наследству программа его жизни. В соответствии с этой программой происходит зарождение, развитие и разнообразные формы деятельности организма, которые у человека чрезвычайно усложняются социальными компонентами его природы и жизни, часто изменяющимися (вплоть до сильного искажения) нормальную биологическую видовую программу.

Если человек, во первых, получил от своих предков нормальный генотип, во вторых, условия существования содержат все необходимые для его реализации компоненты и, в третьих, в течение жизни он не подвергается воздействиям, нарушающим процессы жизнедеятельности, то происходит лишь постепенное “изнашивание” организма, его старение и “естественная смерть “ в эволюционно определенные для данного биологического вида сроки.

Однако для человека таких идеальных ситуаций практически почти не существует. Обычно человек получает от предков генетическую программу с более или менее выраженными отклонениями от идеального прототипа и в процессе онтогенеза (развития, жизни) подвергается различным возмущающим воздействиям, превышающим его защитные возможности и приводящим к нарушению течения жизненных процессов. Эти воздействия могут повреждать и саму генетическую программу индивида. В таких случаях возникают болезни, изменения, которые могут сократить срок жизни, а иногда привести к гибели человека.

Жизнедеятельность человека обеспечивается свойством организма адекватно реагировать на воздействие факторов окружающей среды, включая физические, химические и биологические воздействия, межличностное взаимодействие, интеллектуальное напряжение, причем определяющая роль в формировании приспособительных реакций и сохранение функциональных возможностей принадлежит нервной системе.

На сегодняшний день перечень реально действующих негативных факторов среды обитания (производственной, бытовой и природной) насчитывает более 100 видов. К наиболее распространенным и обладающим достаточно высокими уровнями воздействия относятся вредные факторы: запыленность и загазованность воздуха, шум, вибрации,

электромагнитные поля, ионизирующие излучения, повышенные и пониженные атмосферные параметры (температура, влажность, подвижность воздуха, давление), недостаточное и нерациональное освещение, монотонность деятельности, тяжелый физический труд, токсичные вещества, загрязненная вода и продукты питания и др.; опасные факторы: огонь, ударная волна, горячие и переохлажденные поверхности, электрический ток, средства транспорта, транспортируемые грузы, подвижные части машин, отравляющие вещества, острые и падающие предметы, острое ионизирующее облучение, укусы животных и др.

К негативным (патогенным) факторам следует отнести также дефицит в окружающей среде или в организме человека веществ, необходимых для нормальной жизнедеятельности (йод).

Опасность, вредность, патогенность фактора (раздражителя) может быть обусловлена следующими особенностями:

а) необычной для организма природой фактора, исключающей возможность адекватных реакций (вирулентные микробы, различные яды, радиация и др.);

б) патогенными, чрезвычайными могут быть раздражители, обычные по своей природе, но выходящие по интенсивности за пределы диапазона физиологических приспособительных возможностей (чрезвычайно высокие или низкие температуры, сильные механические воздействия, острые психоэмоциональные перегрузки, избыточное или недостаточное содержание в пище необходимых ингредиентов, кислорода в воздухе и т.д.);

в) обычный раздражитель может стать чрезвычайным в связи с чрезмерной длительностью воздействия на организм или нарушением естественных биоритмов (длительное шумовое воздействие или полная тишина, одиночество, пребывание в темноте, хроническая нервно-психическая перегрузка и т.п.);

г) особое место занимают безвредные, индифферентные по своим параметрам воздействия факторы, в том числе не материального, а информационного характера, ранее сочетавшиеся с действием на организм какого-либо патогенного фактора. По механизму условного рефлекса такие воздействия могут (иногда даже после однократного сочетания) сами стать патогенными. Подобный механизм лежит, например, в основе тошноты при виде или попытке съесть пищу, однажды вызвавшую рвоту в связи с перееданием или недоброкачественностью. Подобный механизм может лежать в основе приступов стенокардии или бронхиальной астмы и др. Широко известна способность слова, вызывать разнообразные расстройства в организме, так называемые «ятрогенные болезни» (греч. *iatros* – врач);

д) в некоторых случаях одна и та же болезнь может возникнуть под действием различных по своей природе факторов. В таких случаях говорят о «полиэтиологичности» болезни. Например, причиной злокачественного роста могут быть: химические канцерогены, вирусы, ионизирующие излучения, ультрафиолетовое излучение и др. Однако «полиэтиология» для данного конкретного случая является относительным понятием, т.к. каждый конкретный случай опухоли имеет свою определенную причину.

В то же время один и тот же фактор может приводить к различным результатам в зависимости от условий, в которых происходит взаимодействие с организмом.

Например, одна и та же повышенная температура среды при низкой влажности не вызовет никаких расстройств жизнедеятельности, а в условиях высокой влажности может стать для организма чрезвычайной и привести к тепловому удару. При пониженной температуре неподвижный воздух не вызовет обморожения, а при наличии ветра такое может произойти. При этом очевидно, что влажность сама по себе никак не может вызвать теплового удара, а движение воздуха – обморожение.

Наряду с условиями исключительно большое значение имеют свойства самого организма, подвергающегося воздействию факторов – в частности реактивность организма и обусловленная ею резистентность (устойчивость).

Реактивность организма – это совокупность его свойств, определяющих качественные и количественные особенности реакций на определенные воздействия. В зависимости от видовой, возрастной, половой, конституциональной, индивидуальной реактивности одни и те же раздражители могут вызывать тяжелые расстройства жизненных процессов, вплоть до гибели организма, в то время как в других случаях воздействия реакции лишь слабо выражены или вообще отсутствуют. Особенно ярко эта зависимость проявляется на примере различных аллергических реакций, когда именно измененная реактивность становится основой патологии.

Реактивность организма не имеет значения лишь тогда, когда организм подвергается воздействию исключительных, экстремальных разрушающих или повреждающих факторов, превосходящих самую высокую степень сопротивляемости организма и его способность к адаптации.

Классификация факторов среды обитания

В производственных и бытовых условиях на человека воздействует одновременно, как правило, несколько негативных факторов.

Приведём их классификацию по ряду признаков в таблице.

Таблица

Классификация факторов среды обитания

Признак классификации	Вид (класс)
1	2
По видам источников возникновения факторов	Естественные Антропогенные Техногенные
По видам потоков в жизненном пространстве	Энергетические Массовые Информационные
По величине потоков в жизненном пространстве	Допустимые Предельно допустимые Опасные Чрезвычайно опасные
По моменту возникновения фактора	Прогнозируемые Спонтанные

По длительности воздействия фактора	Постоянные Переменные, периодические Кратковременные
По объектам негативного воздействия	Действующие на человека Действующие на природную среду Действующие на материальные ресурсы Комплексного воздействия
По количеству людей, подверженных воздействию фактора	Личные Групповые (коллективные) Массовые
По размерам зоны воздействия	Локальные Региональные Межрегиональные Глобальные
По видам зон воздействия	Действующие в помещении Действующие на территориях
По способности человека идентифицировать факторы органами чувств	Ощущаемые Неощущаемые
По виду негативного воздействия на человека	Вредные Опасные (травмоопасные)

Жизнь человека, его трудовая деятельность протекают в окружающей его природной или производственной среде, которая при несоблюдении гигиенических требований может оказывать неблагоприятное влияние на здоровье и работоспособность человека.

Производственная среда как часть окружающей человека внешней среды складывается из:

природно-климатических факторов;

факторов, связанных с профессиональной деятельностью.

Производственные факторы подразделяются на опасные и вредные. Опасными называется совокупность негативных факторов производственной среды, способных при определенных условиях привести к травме (несчастному случаю) или другому резкому ухудшению здоровья (острое отравление).

Вредными называется совокупность негативных факторов, характеризующих рабочую зону, воздействие которых отрицательно влияет на работоспособность, вызывает профессиональные заболевания и другие неблагоприятные последствия.

Факторы делятся на 4 группы:

I. Физические производственные факторы:

1) повышенная или пониженная температура, влажность, скорость движения воздуха; 2) повышенный уровень различных видов излучений (ультрафиолетового, лазерного, электромагнитного, инфракрасного, ионизирующего);

3) статическое электричество;

- 4) запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- 5) повышенный уровень шума, вибрации, ультразвука, инфразвука;
- 6) недостаточная освещенность или нерациональное освещение рабочей зоны;
- 7) повышенное или пониженное атмосферное давление и т.д.

II. Химические факторы:

- общетоксические, раздражающие, сенсibiliзирующие, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию.

III. Биологические факторы:

- 1) микро и макроорганизмы (микробы, вирусы, животные и т.д.);
- 2) витамины, гормоны, антибиотики, вещества белковой природы.

IV. Психофизиологические факторы:

- 1) физические перегрузки – подъем и перенос тяжестей, неудобное положение тела, длительное давление на кожу, суставы, мышцы, кости;
- 2) нервно-психические перегрузки – умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, монотонность труда и т.д.

Системы восприятия и компенсации организмом человека изменений факторов среды обитания

Человеку необходимы постоянные сведения о состоянии и изменениях внешней среды, переработка этой информации и составление программ жизнеобеспечения.

Возможность получать информацию об окружающей среде, способность ориентироваться в пространстве и оценивать свойства окружающей среды обеспечиваются анализаторами (сенсорными системами), которые представляют собой системы ввода информации в мозг для анализа этой информации.

В коре головного мозга – высшем звене центральной нервной системы анализируется поступающая из внешней среды информация и осуществляется выбор или разработка программы ответной реакции. В ответ на изменение состояния внешней среды в организме человека формируется информация о необходимости изменения организации жизненных процессов таким образом, чтобы это внешнее изменение не привело к повреждению и гибели организма. Например, в ответ на повышение температуры внешней среды, которое может привести к повышению температуры тела и далее к необратимым изменениям в органах (коре головного мозга, органах зрения, почках), возникают реакции компенсаторного характера. Они могут быть поведенческими – внешними (уход в более прохладное место) или внутренними – снижение теплопродукции, повышение теплоотдачи.

Датчиками сенсорных систем являются специальные структурные образования нервных волокон, называемые рецепторами. Они представляют собой образования, предназначенные для трансформации внешней энергии различных видов раздражителей в специфическую активность нервной системы. Часть из них воспринимают изменения в окружающей среде (экстеро-рецепторы), а часть – во внутренней (интерорецепторы).

В зависимости от природы раздражителя, на который они настроены, рецепторы подразделяются на:

- 1) механорецепторы, представляющие периферические отделы соматической, скелетно-мышечной и вестибулярной систем. К ним относятся слуховые, вестибулярные,

гравитационные, тактильные рецепторы кожи и опорно-двигательного аппарата, барорецепторы сердечно-сосудистой системы;

2) ретморепторы, воспринимающие температурные изменения. Они объединяют рецепторы кожи и внутренних органов, а также центральные термочувствительные нейроны в коре мозга;

3) хеморецепторы, включающие рецепторы вкуса и обоняния, сосудистые и тканевые рецепторы (например, глюкозные рецепторы, воспринимающие изменение уровня сахара в крови);

4) фоторецепторы, настроенные на восприятие света;

5) болевые рецепторы.

Согласно психофизиологической классификации рецепторов, по характеру ощущений, различают зрительные, слуховые, обонятельные, осязательные рецепторы, рецепторы боли, рецепторы положения тела в пространстве (проприо- и вестибулорецепторы).

Морфологически рецепторы представляют собой клетку, снабженную подвижными волосками или ресничками (подвижными антеннами), обеспечивающими чувствительность рецепторов. Например, для возбуждения фоторецепторов достаточно 5 – 10 квантов света, а для возбуждения обонятельных рецепторов – одной молекулы вещества.

При постоянном воздействии раздражителя происходит адаптация рецептора и его чувствительность снижается. Однако, когда действие постоянного раздражителя прекращается, чувствительность рецептора растет снова. Для адаптации рецепторов нет единого общего закона и в каждой сенсорной системе может быть свое сочетание факторов, определяющих изменение возбудительного процесса в анализаторе. Различают быстро адаптирующиеся (тактильные, барорецепторы) и медленно адаптирующиеся рецепторы (хеморецепторы, фоторецепторы). Вестибулорецепторы и проприорецепторы не адаптируются.

Полученная рецепторами информация, закодированная в нервных импульсах, передается по нервным путям в центральные отделы соответствующих анализаторов и используется для контроля со стороны нервной системы, координирующей работу исполнительных органов. Иногда поступающая информация непосредственно переключается на исполнительные органы. Такой принцип переработки информации заложен в основу многих безусловных рефлексов (врожденных, наследственно передающихся). Например, сокращение мышц конечностей, раздражаемых электрическим током, теплотой или химическими веществами, вызывает реакцию удаления конечности от раздражителя. Вместе с тем, безусловный рефлекс также представляет собой сложную многокомпонентную реакцию в ответ на адекватное раздражение, приложенное к определенному рецептивному полю.

При длительном воздействии раздражителя на основе приобретенного опыта формируются условные рефлексы. Они непостоянны, вырабатываются на базе безусловных. Для образования условного рефлекса необходимо сочетание во времени какого-либо изменения среды, воспринятого корой больших полушарий, подкрепленного безусловным рефлексом.

Характер изменений в организме зависит от продолжительности внешних воздействий. Например, кратковременное снижение концентрации кислорода во вдыхаемом воздухе вызывает лишь учащение дыхания и увеличение кровотока, чем и обеспечивается снабжение тканей кислородом. При компенсации длительно действующего гипоксического фактора участвуют совсем другие механизмы, так, например, они обеспечивают акклиматизацию в условиях высокогорья. У человека в горах повышается транспортная функция крови (увеличивается количество эритроцитов и изменяется тканевое дыхание, – усиливается анаэробное дыхание, повышается активность

ферментов окислительного фосфорилирования, то есть оптимизируется энергетический метаболизм на клеточном и субклеточном уровне).

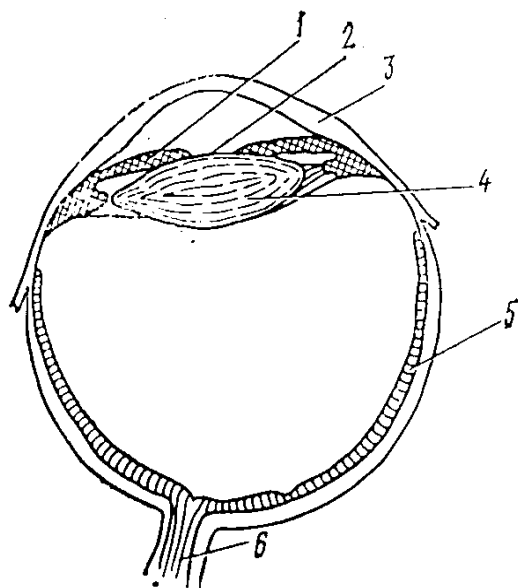
В большинстве случаев изменения в организме в ответ на состояние внешней среды происходят при участии нескольких анализаторов, и практически невозможно провести четкие границы между ними, особенно на уровне центральной нервной системы. Например, в регуляции позы участвуют вестибулярный аппарат, гравитационные и проприорецепторы мышц, тактильные рецепторы кожи, рецепторы органа зрения. Поэтому те участки нервной системы, в которых происходит синтез первичной информации, ее окончательный анализ и сравнение полученного результата с ожидаемым (так называемое «опознание» образов) функционируют как единое целое. В этом случае разделение анализаторных систем невозможно еще и потому, что все они имеют один и тот же исполнительный механизм – опорно-двигательный аппарат.

Человек обладает рядом специализированных периферических образований – органов чувств, обеспечивающих восприятие энергий и других свойств раздражителей из окружающей среды. К ним относятся органы зрения, слуха, обоняния, вкуса, осязания. Не следует смешивать понятие «орган чувств» и «рецептор», воспринимающий раздражение. Например, глаз – это орган зрения, а *сетчатка* – фоторецептор, один из компонентов органа зрения; помимо сетчатки, в состав органа зрения входят преломляющие среды глаза, различные его оболочки, мышечный аппарат. Понятие «орган чувств» является в значительной мере условным, так как он сам по себе не может обеспечить ощущение. Для возникновения субъективного ощущения необходимо, чтобы возбуждение, возникшее в рецепторах, поступило в ЦНС – специальные отделы коры больших полушарий. Именно с деятельностью высших отделов мозга связано возникновение субъективных ощущений.

Органы зрения играют исключительную роль в жизни человека. Посредством зрения мы познаем форму, величину, цвет предмета, направление и расстояние, на котором он находится. Зрительный анализатор – это глаза, зрительные нервы и зрительный центр, располагающийся в затылочной доле коры головного мозга.

Назначение зрительного анализатора – это прием и анализ информации в световом диапазоне (380 – 770 нм). Строение глаза показано на рис. 1.1. Свет, проходя через отверстие в радужной оболочке 1, называемое зрачком 2 и имеющее диаметр 2 – 8 мм, преломляется роговицей 3 и хрусталиком 4. В результате на сетчатке 5, выстилающей внутреннюю поверхность глазного яблока, образуется четкое изображение внешних объектов. В сетчатке с помощью фоторецепторов (палочек и колбочек) изображение преобразуется в биоэлектрические сигналы.

Палочки являются аппаратом ахроматического зрения, колбочки – хроматического. Палочки имеют диаметр около 2 мкм и длину около 60 мкм, их общее количество 120 – 125 млн. Диаметр колбочек 6 – 7 мкм, длина 35 мкм и общее их количество 3 – 6 млн. В месте выхода из глаза зрительного нерва 6 (см. рис. 1.1.) называемого слепым пятном, фото-рецепторы отсутствуют и ощущения света не возникает.



Сложное строение сетчатки, содержащей несколько слоев специализированных клеток различного назначения, обеспечивает предварительную обработку информации. Для дальнейшей обработки выходные сигналы по зрительному нерву, содержащему $(8-10) \cdot 10^5$ волокон, передаются в зрительный корковый центр. Зрительная система человека имеет механизмы,

Р и с. Строение глаза обеспечивающие ее настройку в соответствии с внешними условиями: направление глаз на воспринимаемый объект осуществляется с

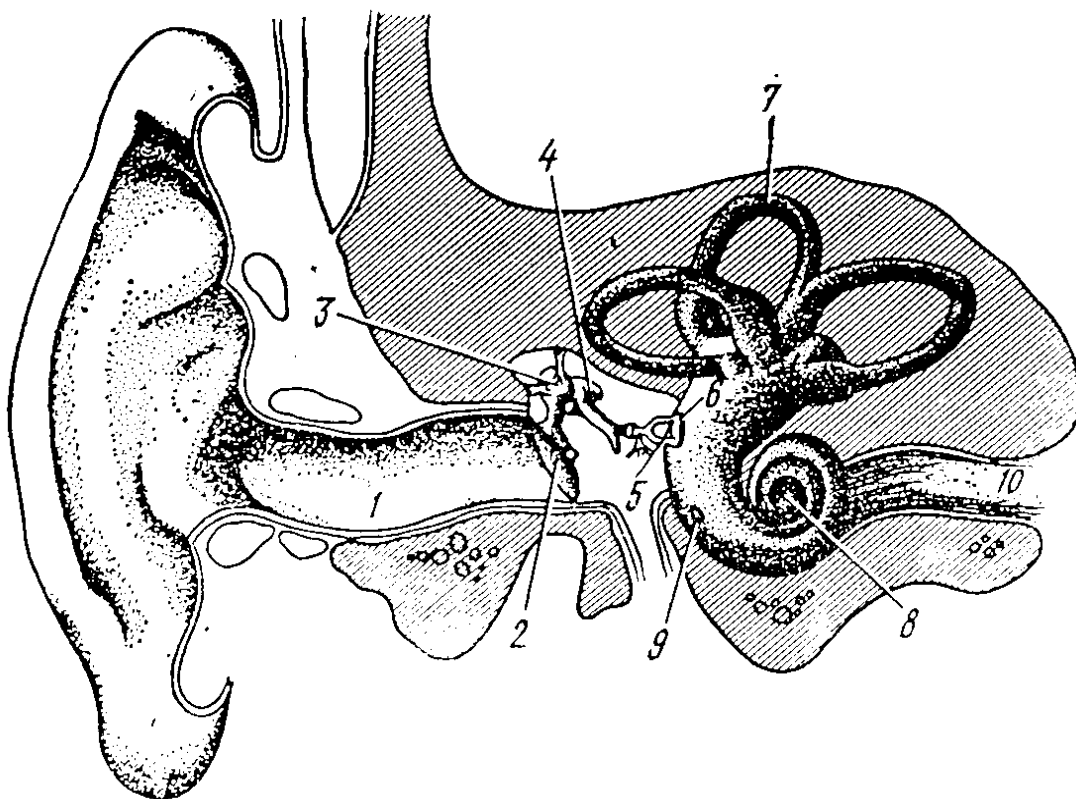
помощью глазодвигательных мышц, резкое изображение на сетчатке разно удаленных объектов получается благодаря изменениям кривизны хрусталика, количество света, попадающего в глаз, регулируется диаметром зрачка, при значительных изменениях яркости воспринимаемых объектов изменяется чувствительность фоторецепторов (процесс адаптации).

Свет, проникающий в глаз, воздействует на фотохимическое вещество элементов сетчатки (палочки и колбочки) и разлагает его. Достигнув определенной концентрации, продукты распада раздражают нервные окончания, заложенные в палочках и колбочках. Возникающие при этом электрические импульсы по волокнам зрительного нерва поступают в нервные клетки зрительного бугра, и мы видим цвет, форму и величину предметов.

Глаз чувствителен к видимому диапазону спектра электромагнитных колебаний (380 – 770 нм).

Слух – способность организма воспринимать и различать звуковые колебания. Эта способность воплощается слуховым анализатором. Человеческому уху доступна область звуков, то есть механических колебаний с частотой от 16 до 20000 Гц. Граница слышимости в отдельных случаях может быть шире, до 25000 Гц.

Ухо представляет собой воспринимающую часть звукового анализатора. Оно имеет три отдела: наружное, среднее и внутреннее ухо. Строение уха человека изображено на рис. 1.2.



Р и с. Строение уха:

1 – слуховой проход; 2 – барабанная перепонка; 3 – молоточек; 4 – наковальня; 5 – стремечко; 6 – овальное окно; 7 – полукружные каналы; 8 – улитка; 9 – круглое окно; 10 – слуховой нерв.

Колебания внешней среды (воздуха) через слуховой проход 1, выполняющий роль резонатора и предохраняющий внутренние части уха, воздействует на барабанную перепонку 2, которая через соединенные между собой косточки: молоточек 3, наковальню 4 и стремечко 5 передает колебания внутреннему уху. В процессе передачи начальное

давление возрастает в 90 раз. За овальным окном 6 колебания распространяются в жидкости, заполняющей улитку 8, вызывают колебания основной мембраны, разделяющей улитку на две части, и в органе Корти преобразуются в электрические сигналы, передаваемые по слуховому нерву 10 в мозг.

Кортиев орган – это, по существу, рецептор, способный следить за быстрыми, очень незначительными изменениями давления окружающей среды. Быстрые сжатия и мгновенные падения давления в звуковой волне, улавливаемые рупором наружного уха, воздействуют на барабанную перепонку. Ее колебания через цепь слуховых кос-точек передаются на лабиринтную жидкость, доходя таким образом до кортиева органа. Волокна кортиева органа испытывают острый резонанс, раздражая при этом соответствующие рецепторы слухового нерва. Иначе говоря, орган слуха работает как сложная механическая колебательная система.

В среднем ухе имеются мышцы, предохраняющие ухо от повреждений при слишком сильных звуках путем компенсации повышенного внешнего давления за счет воздействия на молоточек, наковальню, стремечко и барабанную перепонку.

Орган слуха воспринимает далеко не все многочисленные звуки окружающей среды. Частоты, близкие к верхнему и нижнему пределам слышимости, вызывают слуховое ощущение лишь при большой интенсивности и по этой причине обычно не слышны. С другой стороны, звуки очень интенсивные могут вызвать боль в ухе и даже повредить слух.

Механизм защиты слухового анализатора от повреждения при воздействии интенсивных звуков предусмотрен анатомическим строением среднего уха, системой механического передаточного звена, так как система слуховых косточек и мышц среднего уха ответственна за появление акустического рефлекса в ответ на интенсивный звуковой раздражитель. Возникновение акустического рефлекса обеспечивает защиту чувствительных структур улитки внутреннего уха от разрушения. Скрытый период возникновения акустического рефлекса приблизительно равен 15 мс.

Таким образом, орган слуха выполняет две задачи: обеспечивает организм информацией и обеспечивает самосохранение, то есть противостоит повреждающему действию акустического сигнала.

Обоняние – способность воспринимать диапазон запахов (до 400 наименований), осуществляется посредством обонятельного анализатора, рецептором которого являются нервные клетки, расположенные в слизистой оболочке верхнего и, отчасти, среднего носовых ходов. Человек обладает различной степенью обоняния к пахучим веществам, к некоторым веществам чувствительность особенно высокая. Например, мускус, а также ванилин вызывают ощущение при содержании их в количестве 0,001 мг в 1 м³ воздуха.

Запахи способны вызывать отвращение к пище, обострять чувствительность нервной системы, способствовать состоянию подавленности, повышенной раздражительности. Сероводород, бензин и другие вещества могут вызвать отрицательные реакции вплоть до тошноты, рвоты, обморока. Обнаружено, что запах бензола обостряет слух, а индол притупляет слуховое восприятие, запах толуола обостряют зрительную функцию в сумерках, запах камфары повышает чувствительность зрительной рецепции зеленого цвета, снижает – красного.

Вкус – ощущение, возникающее при воздействии раздражителей на специфические рецепторы, расположенные на различных участках языка. Вкусовое ощущение складывается из восприятия кислого, соленого, сладкого и горького; вариации вкуса являются результатом комбинации основных перечисленных ощущений.

Различные участки языка имеют неодинаковую чувствительность к вкусовым веществам: кончик языка более чувствителен к сладкому, края языка – к кислому, кончик и края – к соленому, корень языка наиболее чувствителен к горькому.

Механизм восприятия вкусовых веществ связывают со специфическими химическими реакциями на границе вещество – вкусовой рецептор. Предполагают, что

каждый рецептор содержит высокочувствительные белковые вещества, распадающиеся при воздействии определенных вкусовых веществ. Возбуждение от вкусовых рецепторов передается в ЦНС по специфическим проводящим путям.

Осязание – сложное ощущение, возникающее при раздражении рецепторов кожи, слизистых оболочек и мышечно-суставного аппарата. Кожный анализатор обеспечивает восприятие прикосновения (слабого давления), боли (при механическом, тепловом, химическом, электрическом и других раздражителях), температуры и вибрации. Для каждого из этих ощущений (кроме вибрации) в коже имеются специфические рецепторы либо их роль выполняют свободные нервные окончания. Основная роль в ощущении принадлежит тактильной рецепции – прикосновению и давлению.

Кожа – внешний покров тела представляет собой орган с весьма сложным строением, выполняющий ряд важных жизненных функций. Кроме защиты организма от вредных внешних воздействий, кожа выполняет рецепторную, секреторную, обменную функции, играет значительную роль в терморегуляции и др.

В коже различают два слоя: верхний, эпителиальный (эпидермис) и нижний – соединительно-тканый (собственно кожа – дерма). В коже имеется большое количество кровеносных и лимфатических сосудов. Нервный аппарат кожи состоит из многочисленных пронизывающих дерму нервных волокон и особых концевых образований.

Одной из основных функций кожи является защитная. Так, растяжение, давление, ушибы обезвреживаются упругой жировой подстилкой и эластичностью кожи. Нормальный роговой слой предохраняет глубокие слои кожи от высыхания и весьма устойчив по отношению к различным химическим веществам. Пигмент меланин, поглощающий ультрафиолетовые лучи, предохраняет кожу от воздействия солнечного света. Особенно большое значение имеют стерилизующие свойства кожи и устойчивость к различным микробам; неповрежденный роговой слой непроницаем для инфекций, а кожное сало и пот создают кислую среду, неблагоприятную для многих микробов. Эта спасительная кислотность – результат деятельности потовых и сальных желез, доставляющих необходимые жирные кислоты. Окисление происходит в роговом веществе, поэтому так важен достаточный приток кислорода для профилактики кожных заболеваний. Кожа «дышит», например, если покрыть человека лаком, он начинает задыхаться.

Важной защитной функцией кожи является ее участие в терморегуляции (поддержании нормальной температуры тела), 80% всей теплоотдачи организма осуществляется кожей. При высокой температуре внешней среды кожные сосуды расширяются и теплоотдача конвекцией усиливается. При низкой температуре сосуды сужаются, кожа бледнеет, теплоотдача снижается.

Секреторная функция обеспечивается сальными и потовыми железами. С кожным салом могут выделяться некоторые лекарственные вещества (иод, бром), продукты промежуточного метаболизма, микробных токсинов и эндогенных ядов. Функция сальных и потовых желез регулируется вегетативной нервной системой.

Обменная функция кожи заключается в участии в процессах регуляции общего обмена веществ в организме, особенно, водного, минерального и углеводородного. Считают, что кожу можно условно рассматривать как железу внешней и внутренней секреции, с обширной поверхностью, богато снабженной сосудами, тесно связанную со всеми внутренними органами и другими эндокринными железами. Кожа и нервная система имеют одно эндодермальное происхождение. Следовательно, кожа – это “периферический мозг”, неутомимый сторож, который всегда начеку, постоянно извещает центральный мозг о каждой агрессии и опасности.

Ощущение вибрации. При ритмичных последовательных прикосновениях к коже каждое из них воспринимается как отдельное, пока не будет достигнута критическая частота, при которой ощущение последовательных прикосновений переходит в

специфическое ощущение вибрации. В зависимости от условий и места раздражения $f_{кр} = 5-20$ Гц.

При $f > f_{кр}$ от анализа собственно тактильной чувствительности переходят к анализу вибрационной. Частотный диапазон вибрационной чувствительности 5 – 12000 Гц.

Вибрационная чувствительность, по мнению большинства исследователей, обусловлена теми же рецепторами, что и тактильная, поэтому топография распределения вибрационной чувствительности по поверхности тела аналогична тактильной.

Движение головы, её положение в пространстве, а также вибрацию головы ощущает и оценивает вестибулярный аппарат человека. Он представляет собой организованную гидродинамическую систему. В её состав входят три пустотелые кольца неправильной формы (полукружные каналы 7 на рис.1.2), расположенные примерно под прямым углом друг к другу и образующие пространственную систему координат. Каналы заполнены жидкостью (по физическим свойствам близкой к воде) и разделены желеобразными клапанами (купулами) перекрывающими канал и пронизанными нервными окончаниями. Когда человек наклоняется, кивает головой, подвергается воздействию вибрации жидкость по инерции давит на купулы, раздражает нервные окончания в них, которые подают мозгу информацию о характере движения, о вибрации головы.

Размер вестибулярного аппарата приблизительно равен размеру горошины.

При определённых значениях вибрации (определённая амплитуда и частота – например, $f = 7 - 8$ Гц) вестибулярный аппарат начинает подавать на вход нервной системы ложную информацию, не соответствующую характеру движения головы под действием заданной вибрации. Причина этого заключается в накоплении паразитных отклонений купул. Ложная вестибулярная информация может вызвать болезненное состояние укачивания у человека, дезорганизовать работу многих систем организма, связанных с вестибулярным аппаратом при движении тела и пространственном восприятии (головокружение, тошнота, рвота, пространственные иллюзии и дезориентация, нарушение координации движений и прочее).

Кинестетический анализатор (проприоцепция) обеспечивает ощущение положения и движений тела и его частей. Имеется три вида рецепторов, воспринимающих:

- а) растяжение мышц при их расслаблении – «мускульные веретена»;
- б) сокращение мышц – сухожильные органы Гольджи;
- в) положение суставов (обуславливающие так называемое «суставное чувство»).

Последние пока неизвестны; предполагается, что их функции выполняют глубокие рецепторы давления, обуславливающие подкожную чувствительность и суставное чувство сводится к подкожным ощущениям давления в определенных местах.

С помощью анализаторов человек получает обширную информацию об окружающем мире, но в коре головного мозга анализируется и оценивается не вся поступающая информация, а наиболее важная. Для организма важен анализ не только внешнего мира, но и то, что происходит в нем самом! Т.е., кроме перечисленных внешних анализаторов существуют анализаторы внутренние, т.е. сенсорная система, которая сигнализирует о деятельности внутренних органов, о состоянии нашей внутренней среды. Это интероцептивный, висцеральный анализатор. Постоянство внутренней среды – условие свободного существования организма.

В настоящее время под внутренней средой принято понимать: кровь, (точнее, плазму крови), лимфу и межклеточную жидкость (ликвору, в том числе и спинно-мозговую жидкость).

Поддержание специфического метаболизма (обмена веществ), т.е. первоосновы жизни, возможно только при поддержании строгого динамического постоянства внутренней среды организма. Этот основополагающий принцип был назван «гомеостазом».

Можно назвать несколько параметров внутренней среды, поддержание которых особенно важно для жизни. Это содержание кислорода, углекислого газа, водородных ионов, ряда минеральных веществ, градиенты гидростатического давления, температуры и др. Диапазон колебаний этих параметров очень невелик.

Благодаря такому строгому постоянству внутренней среды живое существо может находиться в различных условиях внешней среды. Для обеспечения этого существует регуляторный аппарат, составной частью которого является интероцептивный анализатор, воспринимающий и передающий в ЦНС сигналы не только об изменениях внутренней среды, но и от всех внутренних органов.

Информация, получаемая из внешней и внутренней среды, определяет работу функциональных систем организма и поведение человека.

Помимо сенсорных, в организме функционируют другие системы, которые или морфологически отчетливо оформлены (кровообращения, пищеварения) или являются функциональными (терморегуляции, иммунологической защиты). В таких системах существует автономная регуляция и их можно рассматривать как самостоятельные, саморегулирующие цепи, имеющие собственную обратную связь.

Между всеми системами организма существуют взаимосвязи, и организм человека в функциональном отношении представляет собой единое целое. Одной из важнейших функциональных систем организма является нервная система, которая связывает между собой различные системы и части организма.

Нервная система функционирует по принципу рефлекса. *Рефлексом* называют любую ответную реакцию организма, осуществляющуюся с участием нервной системы.

В случаях экстремального воздействия на организм нервная система формирует защитно-приспособительные реакции, определяет соотношение воздействующего и защитного эффектов. Не менее важным её свойством как саморегулирующей системы является опережающая мобилизация тех нервных импульсов, которые возникают в рецепторах приспособительного эффекта, то есть формирование защитных реакций в организме должно происходить быстрее, чем нарастание действующих раздражителей.

Основным системообразующим фактором для отдельных физиологических систем является *гомеостаз* – стремление к внутреннему уравниванию. **Гомеостаз** – относительное динамическое постоянство состава и свойств внутренней среды и устойчивость основных физиологических функций организма. Человек постоянно приспосабливается к изменяющимся условиям окружающей среды благодаря гомеостазу – универсальному свойству сохранять и поддерживать стабильность работы различных систем организма в ответ на воздействия, нарушающие эту стабильность. Любые физиологические, физические, химические или эмоциональные воздействия, будь то температура воздуха, изменение атмосферного давления или волнение, радость, печаль могут быть поводом к выходу организма из состояния динамического равновесия.

Однако, автоматически, на основе единства гуморальных (с использованием ферментов, витаминов, гормонов и т.д.) и нервных механизмов регуляции осуществляется саморегуляция физиологических функций, обеспечивающая поддержание жизнедеятельности организма на постоянном уровне. При малых уровнях воздействия раздражителя человек просто воспринимает информацию, поступающую извне. Он видит окружающий мир, слышит его звуки, вдыхает аромат различных запахов, осязает и использует в своих целях воздействие многих факторов.

При высоких уровнях воздействия проявляются нежелательные биологические эффекты. Компенсация изменений факторов среды обитания оказывается возможной благодаря активации систем, ответственных за адаптацию (приспособление).

Гомеостаз и адаптация – два конечных результата, организующих функциональные системы.

Вмешательство внешних механизмов в состояние гомеостаза приводит к адаптивной перестройке, в результате которой одна или несколько функциональных систем

компенсируют возможную дискоординацию для восстановления равновесия. Вначале происходит мобилизация функциональной системы, адекватной к данному раздражителю, затем, на фоне некоторого снижения резервных возможностей организма включается система специфической адаптации и обеспечивает необходимое повышение функциональной активности организма. В безвыходных ситуациях, когда раздражитель чрезмерно силен, эффективная адаптация не формируется и сохраняется нарушение гомеостаза, стимулируемый этими нарушениями стресс достигает чрезвычайной интенсивности и длительности; в такой ситуации возможно развитие заболеваний.

В процессе трудовой деятельности человек расплачивается за адаптацию к производственным факторам. Расплата за эффективный труд или оптимальный результат трудовой деятельности носит название «цена адаптации», причем, нередко расплата формируется в виде перенапряжения или длительного снижения функциональной активности механизмов нервной регуляции как наиболее легко ранимых и ответственных за постоянство внутренней среды.

Таким образом, защитные приспособительные реакции имеют три стадии:

- 1) нормальная физиологическая реакция;
- 2) нормальная адаптационная реакция;
- 3) патофизиологические адаптационные изменения с вовлечением в процесс анатомо-морфологических структур (структурные изменения на клеточно-тканевом уровне).

ЛЕКЦИЯ № 2

Тема: «Адаптация человека к условиям среды обитания»

1. Характеристика процессов адаптации.
2. Общие принципы и механизмы адаптации.
3. Понятие об анализаторах. Механизмы количественного и качественного анализа. Закон Вебера-Фехнера.
4. Краткая характеристика нервной системы.
5. Краткая характеристика органов чувств.

Естественные системы защиты организма

В организме человека функционирует ряд систем обеспечения безопасности. К ним относятся некоторые органы чувств: глаза, уши, нос; костно-мышечная система; кожа; система иммунной защиты; боль, а также защитно-приспособительные реакции, такие как воспаление и лихорадка. Защитно-приспособительные реакции направлены на сохранение постоянства внутренней среды организма и адаптацию его к условиям существования, они регулируются рефлекторным и гуморальным (гормоны, ферменты и т.д.) путем. Например, глаза имеют веки - две кожно-мышечные складки, закрывающие глазное яблоко при смыкании. Веки несут функцию защиты глазного яблока, рефлекторно предохраняя орган зрения от чрезмерного светового потока, механического повреждения, способствует увлажнению его поверхности и удалению со слезой инородных тел. Уши при чрезмерно громких звуках обеспечивают защитную реакцию: две самые маленькие мышцы нашего среднего уха резко сокращаются и три самые маленькие косточки (молоточек, наковальня и стремечко) перестают колебаться совсем, наступает блокировка и система косточек не пропускает во внутреннее ухо чрезмерно сильных звуковых колебаний.

Чихание относится к группе защитных реакций и представляет форсированный выдох через нос (при кашле – форсированный выдох через рот). Благодаря высокой скорости воздушная струя уносит из полости носа попавшие туда инородные тела и раздражающие агенты.

Слезотечение возникает при попадании раздражающих веществ на слизистую оболочку верхних дыхательных путей: носа, носоглотки, трахеи и бронхов. Слеза выделяется не только наружу, но и попадает через слезный канал в полость носа, смывая тем самым раздражающее вещество (поэтому «хлюпают» носом при плаче).

Боль возникает при нарушении нормального течения физиологических процессов в организме, при раздражении рецепторов, при повреждении органов и тканей вследствие воздействия вредных факторов. Боль является сигналом опасности для организма и одновременно боль – это защитное приспособление, вызывающее специальные защитные рефлексы и реакции. Субъективно человек воспринимает боль как тягостное, гнетущее ощущение. Объективно боль сопровождается некоторыми вегетативными реакциями (расширение зрачков, повышение кровяного давления, бледность кожных покровов лица и др.). При боли увеличивается выделение биологически активных веществ (например, в крови увеличивается концентрация адреналина). Боль заставляет человека принять меры для сохранения здоровья. Для боли нет специфических по виду энергии адекватных раздражителей. Это могут быть и механические, и тепловые, и химические воздействия. Болевая чувствительность присуща практически всем частям нашего тела. Характер болевых ощущений зависит от особенностей конкретного органа и силы разрушительного воздействия. Например, боль при повреждении кожи отличается от головной боли, при травме нервных стволов возникает жгучее болевое ощущение – *каузалгия*. Болевое ощущение как защитная реакция нередко указывает на локализацию процесса.

В зависимости от локализации различают два типа симптоматических болевых ощущений:

- 1) висцеральные боли появляются при заболевании или травме внутренних органов (сердце, желудок, печень, почки и др.), для них характерно сильное болевое ощущение и широкая иррадиация, возможна «отраженная боль», которая ощущается далеко от проекции пораженного органа, иногда в другой части тела;
- 2) соматические боли возникают при патологических процессах в коже, костях, мышцах, они локализованы и наиболее отчетливо выполняют функцию естественной защиты информационным способом.

Лихорадка – повышение температуры – тоже защитная реакция организма. Некоторые микроорганизмы (кокки, спирохеты) и вирусы гибнут при повышении температуры. Так возбудитель сифилиса – бледная трепонема, погибает при повышении температуры тела до 40⁰С. Поэтому в начале века, когда не были известны антибиотики, больных сифилисом намеренно заражали малярией, которая сопровождается резкими подъемами температуры. Высокая температура может снизить резистентность (устойчивость) некоторых бактерий (например, туберкулезной палочки) к лекарствам. При лихорадке стимулируются обменные процессы в клетках. Наблюдается, в частности повышение барьерной и антитоксической функции печени, усиливается диурез и, следовательно, вывод токсических веществ. Активируется иммунологическая защита организма; возрастает активность лейкоцитов, макрофагов, увеличивается выработка антител, интерферона (внутриклеточный фактор противовирусной защиты). Активируются ферменты, способствующие подавлению воспроизводства вирусов.

Метод искусственного повышения температуры (пиротерапия) повышает устойчивость организма, применяется для ускорения заживляющих процессов после травм, ожогов, для рассасывания рубцов, спаек, при некоторых нервных заболеваниях и при онкологии.

Однако длительное повышение температуры выше 40⁰С отрицательно влияет на человека, вызывая дополнительную нагрузку на сердечно-сосудистую систему, денатурацию некоторых жизненно важных белков.

Ещё один пример естественной системы защиты – движение. Активное движение нередко приглушает душевную и физическую боль. Этот механизм бдительно стоит на страже нервного благополучия, готовый в случае надобности охранить мозг от слишком большого горя и слишком большой радости.

Воспаление – патологический процесс, эволюционно сформировавшийся как защитно-приспособительная реакция организма на воздействие патогенных факторов. Организм активно локализует очаг повреждения с помощью так называемого «защитного

вала», препятствуя распространению патогенного раздражителя. Чем более местно протекает реакция воспаления, тем благоприятнее исход для организма. Кроме этого, воспаление создает условия для уничтожения тем или иным способом патогенных факторов (фагоцитоз, ферментолиз, иммунный цитолиз и др.). В очаге формируются условия для мобилизации разнообразных защитных сил организма.

Фагоцитоз – это эволюционно выработанная защитно-приспособительная реакция организма, заключающаяся в узнавании, активном поглощении и переваривании микроорганизмов, инородных частиц, разрушенных клеток, специализированными клетками фагоцитами (полиморфоядерные лейкоциты, моноциты, тканевые макрофаги, а также специальные клетки в печени, почках, ЦНС и др.). Поглощая чужеродные тела и поврежденные клетки, фагоциты гибнут в больших количествах, превращаясь в гной.

Поверхностные покровы человека (кожа и слизистые оболочки) – барьер для проникновения микроорганизмов. На чистой коже через 10 – 12 мин гибнут все микроорганизмы (грязная кожа не обладает такими свойствами). Защитная функция кожи зависит от работы ее потовых и сальных желез. Слущивание эпидермиса предохраняет от заражения. Слизистые оболочки дыхательных путей и желудочно-кишечного тракта защищены от микроорганизмов секретами желез.

Во рту защитой является слюна, содержащая лизоцим, обладающий бактерицидным свойством. В желудке антибактериальным и противогрибковым действием обладает соляная кислота.

Каждый день с твердыми отходами человек теряет 10г болезнетворных бактерий, для которых слизистая оболочка кишечника оказалась непроницаемой.

Печень обезвреживает ядовитые вещества, образующиеся в организме и поступающие из желудочно-кишечного тракта в организм человека.

В крови, лимфе и тканевой жидкости находятся «гуморальные факторы защиты» – антитела, биологически активные вещества и гормоны.

При недостаточности гормонов щитовидной железы и надпочечников ослабляются защитные силы организма.

В организме человека функционирует система иммунной защиты.

Иммунитет – это свойство организма, обеспечивающее его устойчивость к действию чужеродных белков, болезнетворных (патогенных) микробов и ядовитых продуктов.

Иммунитет – способность организма защищать собственную целостность и биологическую индивидуальность. Иммунитет защищает от инфекционных заболеваний, уничтожает раковые клетки, отторгает чужеродные ткани. Защитные функции иммунитета осуществляются лимфоидной системой. В ее состав входят: костный мозг, вилочковая железа (тимус), селезенка, лимфатические узлы и пейеровы (лимфоидные) бляшки кишечника.

Виды иммунитета:

1) врожденный иммунитет наследуется потомством от родителей (люди с рождения имеют в крови антитела), это видовой признак, например люди не заражаются чумой рогатого скота;

2) приобретенный иммунитет вырабатывается после попадания в кровь чужеродных белков, например, после перенесения инфекционного заболевания (корь, ветрянка и др.).

Естественный иммунитет может быть врожденный и приобретенный.

Искусственный активный иммунитет появляется после прививки (введения в организм ослабленных или убитых возбудителей инфекционного заболевания). Впервые прививки применил Дженнер в 1796 году, предупреждая заболевания людей оспой путем введения в их организм жидкого содержимого пузырьков с кожи больных оспой коров.

Прививка может вызвать заболевание в ослабленной форме. После прививки человек не заболевает или слабо болеет.

Научное обоснование этому явлению дает Луи Пастер в 1879 году после введения курам ослабленных возбудителей куриной холеры, они стали невосприимчивыми к этому заболеванию.

Для быстрой помощи применяют лечебные сыворотки, полученные из плазмы крови болевших животных или людей. Сыворотки содержат необходимые антитела. Сыворотки вызывают появление искусственного пассивного иммунитета, который быстро исчезает.

Значительная роль в иммунитете принадлежит специфическим защитным факторам сыворотки крови – антителам, которые накапливаются в сыворотке после перенесенного заболевания, а также после искусственной иммунизации (прививок).

В процессе активной иммунизации (вакцинации) изменяется чувствительность организма к повторному введению соответствующего антигена, то есть изменяется иммунореактивность организма в форме повышения или понижения чувствительности отдельных органов и тканей к микробам, ядам и другим антигенам. Изменение иммунореактивности не всегда полезно для организма: при повышении чувствительности к какому-нибудь антигену могут развиваться аллергические заболевания.

Иммунологическая реактивность существенно зависит от возраста: у новорожденных она резко снижена, у пожилых развита слабее, чем у лиц среднего возраста.

Между механизмами резистентности (устойчивости) организма и иммунитета существует своеобразный синергизм, который усиливает защиту.

Надежность биологических систем – это свойство клеток, органов, систем организма выполнять специфические функции, сохраняя характерные для них величины в течение определенного времени. Основной характеристикой надежности систем служит вероятность безотказной работы.

Организм повышает свою надежность различными способами:

- 1) путем усиления регенеративных процессов, восстанавливающих погибшие клетки;
- 2) парностью органов (почки, доли легкого и др.);
- 3) использованием клеток и капилляров в работающем и неработающем режиме (по мере нарастания функции включаются ранее не функционирующие);
- 4) использованием охранительного торможения;
- 5) достижением одного и того же результата разными поведенческими действиями.

Для оценки степени воздействия опасных и вредных факторов на человека и выработки концепции защиты необходимо рассмотреть ряд общих экологических, психофизиологических законов, присущих всему живому.

Некоторые основные законы, лежащие в основе оценки неблагоприятного действия опасных и вредных факторов среды обитания на организм человека

Закон толерантности или терпимости (В.Шелфорд, 1913г.): лимитирующим фактором благополучия организма может быть как минимум, так и максимум биологического или экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному фактору.

Выносливость организма зависит от возраста и пола. Это значимо в текущей жизни и в процессе эволюции: женский организм более чуток к факторам среды обитания в ходе эволюции вида, чем мужской. Эта закономерность известна, как правило Геодекяна или правило меньшей эволюционно-экологической толерантности женского организма.

Закон физико-химического единства живого вещества (В.И.Вернадский): все живое вещество Земли физико-химически едино. Вредное для одной части живого вещества не может быть безразлично для другой его части, или вредное для одних видов существ, вредно и для других. Вся разница состоит лишь в степени устойчивости видов к данному фактору (агенту).

Закон минимума (Ю.Либих)

Основной закон: выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его биологических или экологических потребностей, т.е. жизненные возможности лимитируются экологическими факторами, количество и качество которых близки к необходимому организму или экосистеме минимуму, дальнейшее их снижение ведет к гибели организма.

Дополнительное правило взаимодействия факторов: организм в определенной мере способен заменить дефицитное вещество или другой действующий фактор иным функционально близким веществом или фактором (например, одно вещество другим функционально или химически близким).

Закон эффективной компенсации (взаимозаменяемости) факторов. Этот закон Рюбеля (1930г.), который углубляет закон минимума Либиха: отсутствие или недостаток некоторых экологических факторов может быть компенсирован другим близким (аналогичным) фактором. Пример: недостаток света может быть компенсирован для растений большим объемом углекислого газа CO₂. Для человека потеря зрения, как правило, сопровождается повышением слуховой и тактильной чувствительности.

Стремлению сузить сферу действия закона «минимума» противостоит **закон независимости фундаментальных факторов Вильямса** (1949г.): полное отсутствие в среде фундаментальных физиологических (экологических) факторов (свет, вода и т.п.) не может быть заменен ничем.

Закон равнозначности всех условий жизни: все условия среды, необходимые для жизни, играют равнозначную роль (сюда входят как факторы природной, так и социальной среды).

Закон неоднозначного (селективного) действия фактора на различные функции организма: любой фактор среды обитания неодинаково влияет на функции организма, оптимум для одних процессов, например, дыхания, не есть оптимум для других, например, пищеварения, и наоборот.

Закон или правило фазовых реакций («польза – вред»): малые концентрации вредного вещества (токсиканта) действуют на организм в направлении усиления его функций (их стимулирования), тогда как более высокие концентрации угнетают, повреждают или даже приводят его к гибели (нашатырный спирт, уксус, синильная кислота). Эта токсикологическая закономерность справедлива для многих, но не всех вредных веществ, и особенно спорна для радиоизотопов.

Благоприятное воздействие малых доз вредных экологических (физиологических) факторов называют гормезисом.

Закон «Все или ничего» – «вин» (Х.Боулич, 1871г.): подпороговые раздражения не вызывают нервного импульса («ничего») в возбуждаемых тканях, а пороговые стимулы (раздражители) или суммирование подпороговых воздействий создают условия для формирования максимального ответа («все»).

Физиологический в своей основе закон «вин» при перенесении на широкий круг систем в формулировке «слабые воздействия могут не вызывать у природной системы ответных реакций до тех пор, пока наконец, они не приведут к развитию бурного динамического (ответа) процесса», полезен в экологическом прогнозировании. Даже подпороговые воздействия иногда вызывают непропорционально сильные ответные реакции (например, воздействие радиации на живую клетку). Однако надо иметь в виду, что между воздействиями нет линейной пропорциональности и интегрироваться могут различные факторы (температура и влажность, радиация и нервный стресс и т.д.).

Закон Вебера – Фехнера (1860г.) – закон субъективной оценки раздражителя. Хотя слабые раздражения по принципу закона Боулича «ничего» не воспринимаются, но по закону Вебера – Фехнера: «чем сильнее раздражитель, тем труднее субъективно оценивать его количественно». Чем чувствительнее принимающее устройство (анализатор), тем ниже предел, за которым наступает насыщение, и перестают различаться оттенки раздражителя.

Все анализаторы человека обладают дифференциальной или контрастной чувствительностью, т.е. обладают способностью улавливать различие по интенсивности между раздражителями. Эта функция анализатора определяется наименьшей величиной (называемой разностными или дифференциальным порогом), на которую следует изменить силу раздражителя, чтобы вызвать едва заметное минимальное изменение ощущения.

Данное положение впервые было введено немецким физиологом Э. Вебером и подвергнуто математическому анализу Г. Фехнером, который показал, что интенсивность наших ощущений пропорциональна логарифму интенсивности раздражителя. Данное положение вошло в физиологию как основной психофизический закон Вебера-Фехнера. Поэтому и возникла другая формулировка закона Вебера-Фехнера: “Наши органы чувств устроены так, что наши ощущения (реакции организма) прямо пропорциональны относительному изменению раздражителя”. Это определение было положено в основу разработки допустимых значений некоторых факторов (шума, вибраций и др.) в децибелах.

Допустимое воздействие опасных и вредных факторов на человека

Взаимодействие организма человека с изменяющимися условиями внешней среды всегда приводит к перестройке его энергетического и материального баланса, сопровождающейся трансформацией внутренней энергии в организме и изменением происходящих в нем процессов, формирующих в конечном счете ответную реакцию всего организма на действие внешнего раздражителя.

При малых уровнях взаимодействия раздражителя человек просто воспринимает информацию об окружающем мире, как поступающую извне.

При высоких уровнях воздействия проявляются нежелательные биологические эффекты. Их появление, как правило, определяется количеством энергии, поступающей в единицу времени через единичную площадку на поверхности тела человека.

$$I = W/S * t = P/S \text{ [Дж/с * м}^2\text{ = Вт/м}^2\text{]}.$$

Если факторы окружающей природной или производственной среды действуют в течение небольших промежутков времени и достаточно длительных паузах, то нежелательные эффекты исчезают быстро и без последствий. Однако при высоких уровнях воздействия в течение длительного времени могут возникнуть нежелательные последствия, приводящие к соматическим и генетическим изменениям в организме человека.

То есть воздействие вредных факторов на организм человека может быть двояким: при малых уровнях – биологически активным, при чрезмерных – повреждающим. Например: шум может успокаивать, создавать благоприятные условия для творчества – это шелест травы, листвы, шум прибоя, щебет птиц; но грохот, рокот, создаваемый техническими системами на производстве, или извержение вулканов, смерчи действуют по – другому: высокие уровни шума сначала возбуждают, а затем угнетают центральную нервную систему и наносят вред здоровью человека.

Или возьмем пример с поваренной солью (NaCl), в малых дозах она полезна, необходима и даже незаменима (в крови нашего организма в норме должно содержаться около 140 грамм NaCl), в больших дозах NaCl приводит к заболеванию почек, сердечнососудистой системы и др., а в чрезмерных может привести к гибели человека.

Еще один пример. Отрицательное влияние тяжелых металлов на организм человека известно каждому, это и отравление свинцом и ртутью (онкологическое заболевание Минамата в 50-х годах в Японии), кадмием (заболевание итай-итай), цинком (литейная лихорадка) и др. Но в микроскопических количествах почти все элементы таблицы Менделеева, в том числе и тяжелые металлы содержатся в нашем организме (в ферментах, гормонах, витаминах и др.) и не оказывают вредного влияния, а способствуют протеканию реакций метаболизма, обмена веществ и энергии, жизни в целом.

Исходя из этого, предметом регламентирования при оценке влияния опасных и вредных факторов на безопасность жизнедеятельности человека является степень влияния факторов среды и трудового процесса на характер и уровень изменения функционального состояния, функциональных возможностей организма, его потенциальных резервов, адаптивных способностей и возможностей развития последних.

Для исключения необратимых биологических эффектов медики – гигиенисты регламентируют воздействие неблагоприятных факторов, то есть устанавливают нормируемые безопасные или предельно допустимые уровни (ПДУ) энергетического воздействия. Например, для производственной среды ПДУ – это максимальный уровень фактора, который воздействуя на человека (изолировано или в сочетании с другими факторами) в течении рабочей смены ежедневно на протяжении всего трудового стажа, не вызывает у него и у его потомства биологических изменений, даже скрытых и временно компенсированных (в том числе заболеваний, изменений реактивности, адаптационно-компенсаторных возможностей, иммунологических реакций, нарушение физиологических циклов), а также психологических нарушений (снижение интеллектуальных и эмоциональных способностей, умственной работоспособности, надежности).

При определении ПДУ приходится делать выбор между вероятностью нанести вред здоровью человека и экономической необходимостью.

При установлении ПДУ воздействия неблагоприятных факторов в производственной деятельности, в быту и окружающей среде необходимо руководствоваться следующими принципами:

- 1) принцип приоритета (примата) всех медицинских и биологических показаний к установлению санитарных регламентов перед прочими подходами (техническая достижимость, экономические требования, целесообразность и т.д.);
 - 2) принцип пороности всех типов действия неблагоприятных факторов (в том числе химических соединений мутагенного и канцерогенного действия, и ионизирующего излучения). Этот принцип базируется на концепции закона Боулича;
 - 3) принцип опережения разработки и внедрения профилактических мероприятий по сравнению с моментом появления опасного или вредного фактора в производстве.
- Физиологическая норма – это биологический оптимум жизнедеятельности.

В общем случае гигиеническое нормирование факторов внешней среды требует решения по крайней мере трех основных вопросов:

- цели нормирования;
- выбора физического критерия нормирования, то есть нормируемого показателя (его диапазона и единиц измерения);
- принципа установления нормируемых величин (перечислены выше).

Ограничение параметров неблагоприятных факторов внешней среды, воздействующих на человека в процессе его трудовой деятельности, в быту или окружающей среде, может преследовать различные цели обеспечения:

- 1) безопасность труда и быта, то есть исключение возможности воздействий, опасных для жизни и здоровья или приводящих к увечьям. Такие нормы устанавливаются на основе острых опытов с животными и с учетом случаев, имевших место в трудовой деятельности;
- 2) гигиена труда, то есть предупреждение возникновения профессиональных заболеваний, возникающих в результате длительного действия фактора;
- 3) эргономика, то есть создание оптимальных условий для наиболее производительного труда при наименьшем напряжении функциональной деятельности организма. В основе этих норм должны лежать исследования по влиянию параметров фактора на изменение производительности и эффективности труда, профессиональной надежности и качества продукции;
- 4) гигиена жилья и быта.

Важным этапом нормирования является выбор физического критерия для

гигиенического нормирования неблагоприятного фактора, который бы ограничивал вредное действие различных факторов среды на организм человека.

При оценке допустимости воздействия вредных факторов на организм человека исходит из сугубо биологического закона (Вебера-Фехнера), выражающего связь между изменениями интенсивности раздражителя и силой вызванного ощущения: реакция организма прямо пропорциональна относительному приращению раздражителя.

Если обозначить dL – элементарное ощущение; R – величина раздражения; dR – элементарное приращение раздражений; a – коэффициент пропорциональности
 $dL = a dR/R$.

Интегрируя, получим уровень ощущений

$$L = a dR/R = a \ln R \Big|_{R_0} = a (\ln R - \ln R_0) = a \ln R/R_0.$$

где: R_0 – const интегрирования, равная порогу ощущения, то есть минимальной энергии раздражителя характеризующий начало ощущения.

a – определяет масштаб измерений.

Если: $a = 1$, $L = \ln(R/R_0)$, уровень измеряется в неперках;

$a = 1 \text{ge}$, $L = a \ln(R/R_0) = 1 \text{ge} \ln(R/R_0) = 0,434 \ln(R/R_0) = \lg(R/R_0)$, уровень ощущений измеряется в беллах.

$a = 10 \lg$, $L = 10 \lg R/R_0$, уровень измеряется в децибеллах.

Для двух разных ощущений

$$\Delta L = L_2 - L_1 = 10 \lg R_2/R_0 - 10 \lg R_1/R_0 = 10 \lg R_2/R_1$$

Любую физическую величину (интенсивность шума, вибрации и т.д.) можно измерить в децибеллах:

$10 \lg R/R_0 = L$ – уровень физической величины (интенсивности шума, вибрации и т.д.), т.е. уровень физической величины в дБ равен уровню ощущений в дБ.

На базе закона Вебера – Фехнера построено нормирование вредных факторов, т.е. устанавливают предельно допустимый уровень воздействия. Для оценки величины порога ощущений (R_0) для различных анализаторов можно определить чувствительность наших органов чувств (анализаторов) к адекватному раздражителю.

ЛЕКЦИЯ №3

Тема: «Гигиеническое нормирование факторов окружающей среды»

1. Влияние загрязнения среды обитания на здоровье человека.
2. Принципы гигиенического нормирования.
3. Основные виды гигиенических нормативов.

Законодательная основа - «Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании», утв. 15.09.2005 г. № 554.

Одной из главных задач гигиены окружающей среды является разработка и научное обоснование критериев качества атмосферного воздуха, воды, почвы и др. Гигиенический норматив гарантирует сохранение здоровья в широком смысле этого слова, включая генетическое и репродуктивное здоровье как отдельного человека, так и всей человеческой популяции в целом. «Основной задачей государственного санитарно-эпидемиологического нормирования является разработка санитарно-эпидемиологических требований, обеспечивающих безопасность для здоровья человека и среды его обитания».

Особенности отечественной концепции гигиенического нормирования:

- государственный характер гигиенических нормативов и обязательность их соблюдения всеми органами, организациями и отдельными лицами;

- опережение разработки нормативов по сравнению с появлением вредного фактора. **Гигиенический норматив** – это минимальная и/или предельная величина количественного показателя: физический, химический, биологический, социальный фактор окружающей среды или какое-либо их сочетание.

Этапы гигиенического нормирования как основы санитарного государственного законодательства:

1) изучение фактора и его влияния на организм;
2) регламентация фактора: минимальный гигиенический норматив, допустимый, оптимальное значение фактора для жизнедеятельности человека. Для химических веществ устанавливается **ПДК** (предельно-допустимая концентрация) и **ОБУВ** (ориентировочно безопасный уровень воздействия). Для физических факторов - **ПДУ** - предельно допустимый уровень (например, шум, вибрация, ЭМИ, температура, влажность и др.) (исключение - ионизирующее излучение, там **ПДД** - предельно допустимая доза). Наиболее широко применяемый норматив – это ПДК.

ПДК – это максимальная концентрация, которая не оказывает в течение всей жизни человека и его потомства прямого или косвенного вредного воздействия, включая и отдалённые последствия, не ухудшает работоспособность и самочувствие людей.

Основные принципы гигиенического нормирования

Принцип примата (первичности) медицинских показаний.

При установлении критерия вредности любого фактора окружающей среды должны приниматься во внимание только особенности его воздействия на организм человека и санитарные условия жизни. Предусматривается предварительное изучение любого фактора, прежде чем он будет внедрен в производство. Этот принцип закреплён в природоохранительном законодательстве. Согласно закону «Об охране атмосферного воздуха» запрещён выброс химических веществ при отсутствии утверждённых ПДК или ОБУВ и методов их контроля.

Принцип дифференциации биологических ответов.

Влияние вредного фактора на организм может быть различным. В зависимости от силы воздействия рассматривают следующие аспекты воздействия на человека: накопление в органах и тканях, неспецифические сдвиги, физиологические изменения, заболеваемость, смертность. Биологический ответ зависит от возраста, состояния здоровья, пола. Поэтому гигиенический норматив устанавливается в расчёте на наиболее чувствительные группы населения, и биологический ответ у них не должен превышать защитно-приспособительных реакций.

Принцип разделения критериев для различных объектов окружающей среды.

Нормативы устанавливаются отдельно для воды, атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны, почвы и продуктов питания, биологических сред организма.

Принцип учёта всех возможных неблагоприятных воздействий.

Для каждого фактора окружающей среды при определении гигиенического норматива составляется перечень всех возможных неблагоприятных воздействий на человека и на среду обитания.

Каждому виду неблагоприятных воздействий соответствует определённый показатель вредности

Например появление постороннего запаха, цвета и окраски относится к **органолептическому показателю вредности**, раздражающее действие на слизистые оболочки верхних дыхательных путей – **рефлекторный показатель вредности**, изменение процессов самоочищения водоемов – **общесанитарный** и т.д.

Экспериментально выбирается лимитирующий показатель вредности по нему нормируется данное вещество.

Принцип пороговости действия вредных веществ

Это **центральный** принцип гигиенического нормирования.

Порог – минимальная интенсивность раздражителя, вызывающая специфическую реакцию.

Живой организм до определенных пределов способен приспосабливаться к воздействию окружающей среды. Если воздействие переходит этот предел происходит срыв приспособительных реакций, развиваются патологические процессы и возникает болезнь.

Задачей является экспериментальное нахождение той границы, до которой воздействие является безвредным не приводит к патологии.

Принцип зависимости эффекта от концентрации (дозы) и времени воздействия

Для острых воздействий: чем выше концентрации, тем острее выражены реакции. Хроническое воздействие характеризуется кумуляцией (накоплением) действующего начала, для проявления действия фактора необходимо определённое время.

Принцип лабораторного эксперимента

Исследования по установлению порога действия вещества по всем показателям вредности проводятся обязательно в лабораторных условиях строго, унифицированными, сертифицированными, утвержденными Министерством ЗО и социального развития.

Принцип агравитации

В лабораторных условиях трудно смоделировать процессы, которые полностью учитывали все естественные и искусственные факторы.

+Из всех факторов выбирают только те, которые играют решающую роль и моделируют условия эксперимента, которые способствуют максимальному проявлению именно этого решающего фактора.

Принцип относительности ПДК

Любой утвержденный норматив не является абсолютной истиной. Получение новых данных о неблагоприятном воздействии вещества на состоянии здоровья населения на уровне норматива может вызвать пересмотр нормативов.

Задачи гигиенической науки и практики в решении медицинских проблем экологии

Отечественные гигиенисты первыми в мире обосновали научную концепцию управления качеством окружающей среды на основе системного подхода с учетом последних научных достижений. В системе «здоровье – среда обитания» основным

приоритетом является состояние здоровья населения. Конечной целью является достижение такого качества окружающей среды при минимальных финансовых и других затратах на природоохранные мероприятия, которое гарантировало бы сохранение и упрочнение здоровья населения.

Основные задачи гигиенической науки и практики

1. Выявление и изучение факторов риска окружающей среды, а также изучение механизмов взаимодействия их с организмом человека.
2. Гигиеническое регламентирование или нормирование факторов окружающей среды.
3. Научное обоснование и разработка оздоровительных мероприятий.
4. Оценка гигиенической эффективности проведенных оздоровительных мероприятий.
5. Разработка приборов и автоматизированных систем для мониторинга качества окружающей среды.
6. Гигиеническое прогнозирование- это прогноз влияния предполагаемых изменений в окружающей среде на здоровье населения в будущем.
7. Гигиенисты принимают участие в разработке природоохранного законодательства в стране.

К примеру, выявлен источник химического загрязнения. (далее цифры соответствуют задачам, изложенным выше):

- 1) с целью установления места и условия образования химического выброса изучаются технологические процессы, количественный и качественный состав выброса, определяются условия, способствующие его образованию. Оценивают степень опасности для окружающей среды и человека. С этой целью изучают содержание химических веществ в воде, воздухе, почве на разных расстояниях от источника. Таким образом, определяют зону загрязнения, одновременно изучают показатели состояния здоровья населения (демографические показатели, уровень физического развития, заболеваемость и продолжительность жизни).
- 2) Решая задачу регламентирования и нормирования факторов окружающей среды, устанавливают природу фактора и механизм его действия на организм. Определяют границы негативного и положительного влияния. Гигиеническое нормирование составляет теоретический фундамент гигиенической науки и имеет огромное практическое значение, так как является основой разработки оздоровительных мероприятий.
- 3) Следующей задачей является научное обоснование и разработка оздоровительных мероприятий. Цель – обеспечить сбалансированность взаимоотношений среда-человек и исключить неадекватное, превышающее физиологические адаптационные возможности человека.

Мероприятия

1. Технологические мероприятия:

- экологически чистые, ресурсосберегающие, малоотходные или безотходные технологии;
- технологии с многократным повторным или оборотным использованием сточных вод;
- замена высокотоксичного сырья менее токсичным, замена открытых технологических процессов закрытыми, прерывистых – непрерывными.

2. Градостроительные и планировочные мероприятия:

- рациональное расположение (с учетом розы ветров) селитебной (территория занятая населёнными пунктами и городами) и производственной зон;
- организация и благоустройство санитарно-защитных зон (СЗЗ);

зон санитарной охраны (ЗСО);

зон отдыха населения;- решение транспортных и жилищных проблем;

- борьба с шумом;

- озеленение, благоустройство городов.

3. Реабилитационно-оздоровительные мероприятия:

- периодическое курсовое стационарное лечение (элиминация вредных веществ и их токсичных метаболитов, ликвидация последствий токсического действия ксенобиотиков, коррекция аллергического, иммунологического, соматического статуса и т.п.);

- амбулаторные (поддерживающие) медико-реабилитационные мероприятия;

- интенсивная медико-экологическая реабилитация в случае аварийных или экстремальных экологических ситуаций (перемена места жительства, отселение детей в чистую зону; иммуностимуляция; лечебное питание, БАД).

4. Важно своевременно дать гигиеническую оценку этим мероприятиям разработать дополнительные или заменить их более современными и эффективными:

- мероприятие считается гигиенически эффективным, если концентрация вредного вещества не превышает предельно допустимой концентрации.

5. Разработка приборов и автоматизированных систем для мониторинга качества окружающей среды – использование космических кораблей орбитальных станций и спутников Земли.

6. Гигиеническое прогнозирование– прогноз влияния предполагаемых изменений в окружающей среде на здоровье населения в будущем:

- целенаправленно влияя на факторы, можно не допустить дальнейшего изменения окружающей среды в неблагоприятном для здоровья населения направлении или, наоборот, усилить положительное влияние.

Гигиеническая наука и практика вносят большой вклад в разработку природоохранительного законодательства:

- Федеральный закон РФ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.99 №52-ФЗ,

- ФЗ РФ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 №7,

- ФЗ РФ «Об экологической экспертизе»,

- ФЗ РФ «Об охране атмосферного воздуха» от 04.09.99. № 96,

- ФЗ РФ «Об отходах производства и потребления»,

- ФЗ РФ «Об особо охраняемых природных территориях»,

- Постановление правительства РФ «Об утверждении положения о социально-гигиеническом мониторинге» №426 от 01.06.2000.

ЛЕКЦИЯ 4

Тема: «Медико-биологическая характеристика особенности воздействия на организм человека физических факторов среды обитания» .

1. Микроклимат производственных помещений.

2.Механические колебания. Вибрация.

3.Шум, инфразвук и ультразвук, как неблагоприятные факторы.

В процессе жизнедеятельности человек подвергается воздействию различных опасностей, под которыми обычно понимают явления, процессы, объекты, способные в определенных условиях наносить ущерб здоровью человека непосредственно или косвенно, т.е. вызывать различные нежелательные последствия.

Человек подвергается воздействию опасностей и в своей трудовой деятельности. Эта деятельность осуществляется в пространстве, называемом производственной средой. В условиях производства на человека в основном действуют техногенные, т.е. связанные с

техники, опасности, которые принято называть опасными и вредными производственными факторами.

Опасным производственным фактором (ОПФ) называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме или к другому внезапному резкому ухудшению здоровья. Травма – повреждение тканей организма и нарушение его функций внешним воздействием; результат несчастного случая на производстве, под которым понимают случай воздействия опасного производственного фактора на работающего при выполнении им трудовых обязанностей или заданий руководителя работ.

Вредным производственным фактором (ВПФ) называется такой производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению трудоспособности. Заболевания, возникающие под действием вредных производственных факторов, называются профессиональными.

К опасным производственным факторам относятся:

- электрический ток определенной силы;
- раскаленные тела;
- возможность падения с высоты самого работающего либо различных деталей и предметов;
- оборудование, работающее под давлением выше атмосферного, и т.д.

Под вредными производственными факторами понимают:

- неблагоприятные метеорологические условия;
- запыленность и загазованность воздушной среды;
- воздействие шума, инфра- и ультразвука, вибрации;
- наличие электромагнитных полей, лазерного и ионизирующих излучений и др.

Все опасные и вредные производственные факторы подразделяются на физические, химические, биологические и психофизиологические.

К физическим факторам относят электрический ток, кинетическую энергию движущихся машин и оборудования или их частей, повышенное давление паров или газов в сосудах, недопустимые уровни шума, вибрации, инфра- и ультразвука, недостаточную освещенность, электромагнитные поля, ионизирующие излучения и др.

Химические факторы представляют собой вредные для организма человека вещества в различных состояниях.

Биологические факторы – это воздействия различных микроорганизмов, а также растений и животных.

Психофизиологические факторы – физические и эмоциональные перегрузки, умственное перенапряжение, монотонность труда.

Четкой границы между опасным и вредным производственными факторами часто не существует. Так, человек попадает под непосредственное воздействие расплавленного металла (термический ожог), это приводит к тяжелой травме и может закончиться смертью пострадавшего. В таком случае воздействие расплавленного металла на работающего является согласно определению опасным производственным фактором.

Когда человек, постоянно работая с расплавленным металлом, находится под действием лучистой теплоты, излучаемой этим источником, то под влиянием облучения в организме происходят биохимические сдвиги, наступает нарушение деятельности сердечно-сосудистой и нервной систем. Кроме того, длительное воздействие инфракрасных лучей вредно влияет на органы зрения: приводит к помутнению хрусталика. Таким образом, во втором случае воздействие лучистой теплоты от

расплавленного металла на организм работающего является вредным производственным фактором.

Условия труда, при которых исключено воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов, называются безопасностью труда. Безопасность жизнедеятельности в условиях производства имеет и другое название – охрана труда. В настоящее время последний термин считается устаревшим, хотя вся специальная отечественная литература, изданная приблизительно до 1990 г., использует именно его.

Одна из самых распространенных мер по предупреждению неблагоприятного воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов – использование средств коллективной и индивидуальной защиты. Первые из них предназначены для одновременной защиты двух и более работающих, вторые – для защиты одного работающего. Так, при загрязнении пылью воздушной среды в процессе производства в качестве коллективного средства защиты может быть рекомендована общеобменная приточно-вытяжная вентиляция, а в качестве индивидуального – респиратор.

Введем понятие основных нормативов безопасности труда. Как уже было сказано, при безопасных условиях труда исключено воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов. Всегда ли в условиях реального производства можно так организовать технологический процесс, чтобы значения воздействующих на работающих опасных и вредных производственных факторов равнялись нулю (чтобы на работающих не действовали опасные и вредные производственные факторы)?

Сформулированная задача в принципе эквивалентна задаче создания безопасной техники, т.е. достижения абсолютной безопасности труда. Однако абсолютная безопасность либо технически недостижима, либо экономически нецелесообразна, так как стоимость разработки безопасной техники обычно превышает эффект от ее применения. При разработке современного оборудования стремятся создать максимально безопасные машины, оборудование, установки и приборы, т.е. свести риск при работе с ними к минимуму. Однако этот параметр не может быть сведен к нулю.

Существующие нормативы безопасности делятся на две большие группы: предельно допустимые концентрации, характеризующие безопасное содержание вредных веществ химической и биологической природы в воздухе рабочей зоны, а также предельно допустимые уровни (ПДУ) воздействия различных опасных и вредных производственных факторов физической природы (шум, вибрация, ультра- и инфразвук, электромагнитные поля, ионизирующие излучения и т.д.).

По особому нормируются психофизиологические опасные и вредные производственные факторы; они могут быть охарактеризованы параметрами трудовых (рабочих) нагрузок и (или) показателями воздействия этих нагрузок для человека.

В практических целях нормативы безопасности применяются следующим образом.

Предположим, нужно определить, является ли безопасным для работающих воздух рабочей зоны, в котором содержатся пары бензина. По нормативным документам (ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования») находят, что величина предельно допустимой (безопасной) концентрации (ПДК) данного вещества составляет 100 мг/м^3 . Если действительная концентрация бензина в воздухе не превышает указанного значения (например, составляет 90 мг/м^3), то такой воздух безопасен для работающих. В противном случае необходимо применить специальные меры для снижения повышенной концентраций паров бензина до безопасного уровня (например, используя общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию).

Вибрация как фактор среды обитания человека наряду с шумом относится к одному из видов ее физического загрязнения, способствующего ухудшению условий проживания городского населения.

Вибрация, воздействуя на живой организм, трансформируется в энергию биохимических и биоэлектрических процессов, формируя ответную реакцию организма.

При длительном проживании людей в зоне воздействия вибрации от транспортных источников, уровень которой превышает нормативную величину, отмечается ее неблагоприятное влияние на самочувствие, функциональное состояние их центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, повышение уровня неспецифической заболеваемости.

Вибрационный фон окружающей среды постоянно меняется в связи с активной преобразующей деятельностью человека.

Колебания в зданиях могут генерировать внешние источники (подземный и наземный транспорт, промышленные предприятия), внутридомовое оборудование самих и инженерно-технологическое оборудование встроенных предприятий торговли и коммунально-бытового обслуживания населения.

Вибрация в квартире часто вызвана эксплуатацией лифта. В некоторых случаях ощутимая вибрация наблюдается при строительных работах, проводимых вблизи жилых зданий (забивка свай, демонтаж и ломка зданий, дорожные работы).

Проблема борьбы с вибрацией в жилых зданиях приобрела особую актуальность в связи с развитием в крупных городах метрополитенов, строительство которых осуществляется способом мелкого заложения. Линии метрополитена прокладываются под существующими жилыми районами, а опыт эксплуатации подземных поездов показал, что интенсивные вибрации проникают в близлежащие жилые здания в радиусе до 40-70 м по обе стороны от тоннеля метрополитена и вызывают серьезные жалобы населения.

Вибрации, возникающие в тоннеле, через грунт передаются фундаменту окружающих зданий, возбуждая в них колебания различных конструктивных элементов.

Изучение распространения вибрации по этажам здания показало, что в пятиэтажных домах уровни виброускорения снижаются в направлении от первого до пятого этажа на частотах 8-32 Гц на 4-6 дБ. В многоэтажных же зданиях отмечается как уменьшение величин колебаний на более высоких этажах, так и их увеличение из-за наличия резонансных явлений.

Интенсивность вибрации в жилых домах зависит от расстояния до источника. В радиусе до 10 м превышение уровня вибрации над фоновыми значениями в октавных полосах частот 31,5 и 63 Гц в среднем составляет 20 дБ, в октавной полосе 16 Гц уровни вибрации от поездов превышают фон на 2 дБ, а в низкочастотном диапазоне соизмеримы с ним. С увеличением расстояния до 40 м происходит снижение уровней вибрации до 27-23 дБ соответственно частотам 31,5 и 63 Гц, а на расстоянии свыше 50 м от тоннеля уровни виброускорения не выходят за пределы колебания фона.

Таким образом, источники вибрации в жилых помещениях различаются по ее интенсивности, временным параметрам, характеру спектровибрации, что и определяет различную степень выраженности реакции жителей на их воздействие.

Влияние вибрации на организм человека. В отличие от звука вибрация воспринимается различными органами и частями тела. Низкочастотные поступательные вибрации воспринимаются отолитовым аппаратом внутреннего уха. В ряде случаев реакция людей определяется не столько восприятием самих механических колебаний, сколько вторичными зрительными и слуховыми эффектами (например, дребезжание посуды в шкафу, хлопанье дверей, раскачивание люстры и т.д.).

Субъективное восприятие вибрации зависит не только от ее параметров, но и от множества других факторов: состояния здоровья, тренированности организма, индивидуальной переносимости, эмоциональной устойчивости, нервно-психического статуса субъекта, подвергаемого действию вибрации. Имеет значение также способ передачи вибрации, длительность экспозиции и пауз.

В квартирах ощутимые вибрации почти всегда воспринимаются как посторонние и необычные и поэтому их можно считать мешающими. Зрительные и слуховые воздействия усугубляют их неблагоприятное влияние.

На восприятие вибрации может существенно влиять деятельность субъекта. При этом вибрация, мешающая человеку при спокойной сидячей работе, совсем не будет восприниматься человеком, который во время работы переходит с места на место. Таким образом, можно полагать: чем спокойнее работа, тем интенсивнее человек воспринимает вибрацию.

Мерой оценки восприятия вибрации служит понятие «сила восприятия», которое является связующим звеном между величинами колебаний, их частотой и направлением, с одной стороны, и восприятием вибрации – с другой.

Сила восприятия механических колебаний, воздействующих на человека, зависит в значительной степени от биомеханической реакции тела человека, представляющего собой в известной мере механическую колебательную систему.

Особое внимание при этом уделяется изучению явления резонанса как всего тела человека, так и отдельных его органов и систем. Установлено, что при частоте воздействующей вибрации свыше 2 Гц человек ведет себя как целостная масса; для сидящего человека резонанс тела находится в интервале от 4 до 6 Гц. Другая полоса резонансных частот лежит в области 17-30 Гц и вызывается в системе голова–шея–плечо. В этом диапазоне амплитуда ускорения колебания головы может втрое превышать амплитуду колебания плеч.

Результаты опроса и клинико-физиологического обследования населения, подвергающегося воздействию вибрации, показали, что вибрация, распространяющаяся в жилые помещения, вызывает негативную реакцию людей (от легкого беспокойства до сильного раздражения). Жалобы на вибрацию носят разнообразный характер: «ощущается как землетрясение», «дом дрожит», «дребезжит посуда». Регулярно повторяющиеся через 1,5–2 минуты колебания пола, сотрясения стен, мебели и т.п. нарушают отдых жителей, мешают выполнению домашних дел, не дают сосредоточиться при умственном труде. В новых микрорайонах уже после года проживания в условиях воздействия вибрации опрошенные лица отмечали повышенную раздражительность, нарушение сна, увеличение приема седативных препаратов. По данным опроса, 20,4% жителей предъявляли жалобы в различные учреждения санитарной службы, а 47% предпринимали активные действия для перемены местожительства.

Степень раздражающего действия вибрации зависит от ее уровня (или расстояния до источника колебаний). Наибольшие уровни вибрации, зарегистрированные в радиусе до 20 м от источника, вызывают негативную реакцию у 73% жителей. С возрастанием зоны разрыва количество жалоб уменьшается, и на расстоянии 35-40 м колебания ощущают 17% жителей. Дальнейшее увеличение расстояния в связи с уменьшением амплитуды колебаний не влияет на восприятие жителями вибрации, что позволило установить 40-метровую допустимую зону разрыва между жилой застройкой и тоннелями метрополитена мелкого заложения.

Наибольшее количество жалоб (65%) предъявляют лица в возрасте от 31 года до 40 лет.

Нетерпимы к вибрационному воздействию лица с неудовлетворительным состоянием здоровья, с заболеваниями сердечнососудистой и нервной систем. Количество жалоб в этой группе в 1,5 раза больше, чем в группе здоровых людей.

Клинико-физиологическое обследование населения, подвергающегося длительному вибрационному воздействию, выявило изменения состояния физиологических функций у обследованных. При этом преобладали жалобы на эмоциональную волевою неустойчивость, функциональные нарушения центральной нервной системы. Кроме того, отмечено напряжение регуляторных систем сосудистого тонуса, развитие функциональных изменений различной степени выраженности в центральной нервной системе.

Наиболее рациональный способ уменьшения шума – снижение звуковой мощности его источника (машины, установки, агрегата и т.д.).

Уменьшение шума в источнике его возникновения.

Снижение механических шумов достигается: улучшением конструкции машин и механизмов, заменой деталей из металлических материалов на пластмассовые, заменой ударных технологических процессов на безударные, применением вместо зубчатых передач в машинах и механизмах других видов передач или использованием зубчатых передач, не издающих громких звуков, нанесением смазки на трущиеся детали и т.д. Для уменьшения аэродинамических и гидродинамических шумов рекомендуются снижение скорости обтекания газовыми или воздушными потоками препятствий, улучшение аэродинамики тел, работающих в контакте с потоками; снижение скорости истечения газовой струи и уменьшение диаметра отверстия, из которого эта струя истекает; выбор оптимальных режимов работы насосов для перекачивания жидкостей; правильное проектирование и эксплуатация гидросистем и ряд других мероприятий. Для борьбы с шумами электромагнитного происхождения рекомендуется тщательно уравнивать вращающиеся детали электромашин, осуществлять тщательную притирку щеток электродвигателей, применять плотную прессовку пакетов трансформаторов и т.д. Изменение направленности излучения шума. Этот способ применяется в том случае, когда работающее устройство направленно излучает шум. Примером такого устройства может служить труба для сброса в атмосферу сжатого воздуха.

Если на территории предприятия расположен один или несколько шумных цехов, то их рекомендуется сосредоточить в одном-двух местах, максимально удаленных от остальных производств. При расположении предприятия на территории города шумные производства должны находиться на значительном удалении от жилых домов, что достигается рациональной планировкой предприятий и цехов.

Уменьшение звуковой мощности по пути распространения шума (звукоизоляция) достигается использованием звукоизолирующих ограждений, звукоизолирующих кабин и пультов управления, звукоизолирующих кожухов и акустических экранов.

К звукоизолирующим ограждениям относятся стены, перекрытия, перегородки, остекленные проемы, окна, двери.

В качестве материалов для звукоизолирующих ограждений рекомендуется использовать бетон, железобетон, кирпич, керамические блоки, деревянные полотна, стекло и т.д.

Звукоизолирующими кожухами обычно полностью закрывают издающее шум устройство. Кожухи изготавливают из листового металла или пластмассы. Как и в случае звукоизолирующих ограждений, кожухи более эффективно снижают уровень шума на высоких, чем на низких частотах.

Звукоизолирующие кабины из кирпича, бетона или из металлических панелей применяют для размещения пультов управления и рабочих мест в шумных цехах.

Акустические экраны представляют собой конструкцию, изготовленную из сплошных твердых листов (металлических и т.п.) толщиной 1,5-2 мм, с покрытой звукопоглощающим материалом поверхностью. Они устанавливаются на пути распространения звука, а за ними возникает зона звуковой тени. Основной акустический эффект (снижение уровня шума) достигается в результате отражения звука от этих конструкций.

Для снижения уровня отраженного звука применяют акустическую обработку помещения средствами звукопоглощения: звукопоглощающие облицовки и штучные звукопоглотители. Для этого используют пористые материалы, так как потери на трение в них наиболее значительны.

Для борьбы с аэродинамическим шумом используют устройства, называемые глушителями шума. Различают абсорбционные, реактивные и комбинированные глушители. В первом из них затухание аэродинамического шума происходит в порах

звукопоглощающих материалов, заполняющих глушитель. Реактивные глушители отражают звуковую энергию обратно к источнику. В комбинированных глушителях снижение шума достигается за счет сочетания поглощения и отражения звука.

Некоторые способы защиты от инфразвука аналогичны способам защиты от шума. К ним следует отнести снижение уровня инфразвука в его источнике, увеличение жесткости колеблющихся конструкций, применение глушителей реактивного типа. Вместе с тем такие известные методы борьбы с шумом, как звукоизоляция и звукопоглощение, малоэффективны при инфразвуке. Значительно более эффективна борьба с инфразвуком в источнике его возникновения.

Один из основных промышленных источников инфразвука – различные тихоходные машины, число рабочих циклов которых не превышает 20 в секунду.

Для снижения или исключения вредного воздействия ультразвука, передающегося воздушным путем, ультразвуковые установки рекомендуется размещать в специальных помещениях, используя для проведения технологических процессов на них системы дистанционного управления.

Более экономичный способ защиты от воздействия ультразвука заключается в использовании звукоизолирующих кожухов, которыми закрываются ультразвуковые установки, или экранов, располагающихся на пути распространения ультразвука. Эти экраны изготавливают из листовой стали или дюралюминия, пластмассы (гетинакса) либо из специальной резины. Применение кожухов на некоторых ультразвуковых установках позволяет снизить уровень ультразвука на 60-80 дБ.

Основные методы защиты от вибрации делятся на две группы:

- снижение вибрации в источнике ее возникновения;
- уменьшение параметров вибрации по пути ее распространения от источника.

Для того чтобы снизить вибрацию в источнике ее возникновения, необходимо уменьшить действующие в системе переменные силы, что достигается заменой динамических технологических процессов статическими. Рекомендуется также тщательно выбирать режимы работы оборудования, чтобы вибрация была минимальной. Большой эффект дает тщательная балансировка вращающихся механизмов, применение специальных редукторов с низким уровнем вибрации и другие мероприятия.

Защита от вибрации вибродемпфированием (вибропоглощением), представляет собой превращение энергии механических колебаний системы в тепловую, это достигается использованием в конструкциях вибрирующих агрегатов специальных материалов, применением двухслойных материалов типа сталь – алюминий, сталь – медь. Хорошей вибродемпфирующей способностью обладают и традиционные материалы: пластмассы, дерево, резина.

Виброгашение, или динамическое гашение, колебаний достигается в первую очередь установкой вибрирующих машин и механизмов на прочные массивные фундаменты. Массу фундамента рассчитывают таким образом, чтобы амплитуда колебаний его подошвы была в пределах 0,1-0,2 мм, а для особо важных сооружений – 0,005 мм.

Достаточно эффективный способ защиты – виброизоляция, которая заключается в уменьшении передачи колебания от вибрирующего устройства к защищаемому объекту помещением между ними упругих устройств. Эти устройства называются виброизоляторами.

Для уменьшения вибрации ручного инструмента его ручки выполняются с использованием упругих элементов – виброизоляторов, снижающих уровень вибрации.

Рассмотренные выше методы защиты от шума, инфра- и ультразвука, а также от вибрации относятся к коллективным методам защиты.

К средствам индивидуальной защиты от шума относятся противошумные вкладыши, наушники и шлемы.

В качестве индивидуальных средств защиты от контактного действия ультразвука можно

рекомендовать применение специальных инструментов с изолированными ручками (покрытыми пористой резиной или поролоном), а также использовать резиновые перчатки. Для защиты ног используют виброзащитную обувь, снабженную прокладками из упругодемпфирующих материалов (пластмассы, резины или войлока). С целью профилактики вибрационной болезни персонала, работающего с вибрирующим оборудованием, необходимо строго соблюдать режимы труда и отдыха, чередуя рабочие операции, связанные с воздействием вибрации и без нее.

Для измерения уровня шума, инфра- и ультразвука, а также вибрации используют различные приборы, позволяющие определять основные характеристики виброакустических факторов.

ЛЕКЦИЯ №5

Тема: «Медико-биологическая характеристика особенности воздействия на организм человека физических факторов среды обитания»

1. Электромагнитные поля и излучения.
2. Электрический ток.
3. Ионизирующие излучения и их влияние на организм.

Распространенным и постоянно возрастающим негативным фактором городской среды являются электромагнитные поля (ЭМП), создаваемые различными устройствами, генерирующими, передающими и использующими электрическую энергию. Электромагнитное загрязнение среды населенных мест стало столь существенным, что Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) включила эту проблему в число наиболее актуальных для человека.

Мощными источниками высокочастотных электромагнитных полей являются телерадио передающие ретрансляторы, которые располагаются обычно в центре крупных городов, рядом с жилой застройкой. Передающие центры, спроектированные более двух десятков лет назад для трансляции двух телевизионных программ, сейчас транслируют от 5 до 10 программ.

На территории санитарно-защитной зоны линий электропередач (ЛЭП) нередко строятся частные дома и дачи.

Спектр электромагнитных колебаний, создаваемых линиями электропередач, радио- и теле передающими центрами, радиолокационными системами достаточно широк (табл.).

Спектр электромагнитных колебаний лэп, радио- и теле передающих устройств

Диапазон частот	Частота колебаний	Длина волны
Низкие частоты (НЧ)	0,003 Гц-30 кГц	10-10 км
Высокие частоты (ВЧ)	30 Гц-30 МГц	10-10 м
Ультравысокие частоты (УВЧ)	30 МГц-300 МГц	10-1 м
Сверхвысокие частоты (СВЧ)	300 МГц-300 ГГц	10-1 мм

Рассматривая ЭМП как важный фактор окружающей среды, необходимо отметить, что в электромагнитном поле выделяют две составляющие – электрическую и магнитную. Распространяющееся в пространстве ЭМП условно делят на две зоны: *зону индукции* (находится вблизи антенных устройств) и *волновую зону* (дальнюю), лежащую за пределами антенного поля. Поэтому в условиях населенных мест люди чаще всего могут подвергаться облучению в волновой зоне электромагнитного излучения.

Организм человека, находящегося в электромагнитном поле, поглощает его энергию, в тканях возникают высокочастотные токи с образованием теплового эффекта. Биологическое действие электромагнитного излучения зависит при этом от длины волны, напряженности поля (или плотности потока энергии), длительности и режима воздействия (постоянный, импульсный). Чем выше мощность поля, короче длина волны и продолжительнее время облучения, тем сильнее негативное влияние ЭМП на организм. При воздействии на человека малоинтенсивного электромагнитного поля возникают нарушения электрофизиологических процессов в центральной нервной и сердечно-сосудистой системах, функций щитовидной железы, системы «гипофиз – кора надпочечников», генеративной функции организма.

Для предотвращения неблагоприятного влияния ЭМП на население установлены предельно допустимые уровни (ПДУ) напряженности электромагнитного поля, кВ/м:

- внутри жилых зданий – 0,5;
 - на территории зоны жилой застройки – 1,0;
 - в населенной местности вне зоны жилой застройки – 10;
 - в ненаселенной местности (часто посещаемой людьми) – 15;
 - в труднодоступной местности (недоступной для транспорта и сельскохозяйственных машин) – 20.
- Наиболее приемлемым материалом для зданий является железобетон. В зданиях, расположенных в первом ряду застройки, рекомендуется заделка мелкоячеистой сетки в облицовочный или штукатурный слой на стенах, обращенных в сторону радиотехнических объектов. Стыки сеток надо сваривать, сетки должны быть заземлены. В следующих рядах зданий поверхность облучаемых стен покрывают составами, поглощающими радиоволны. Наилучшей защитой сверху является крыша из кровельного или оцинкованного железа. В сторону антенн следует ориентировать минимальную площадь остекления. Так как в основном радиоволны проникают в помещения через оконные проемы, то в необходимых случаях можно экранировать оконные проемы специальным стеклом с металлизированным слоем.

Существенным источником электромагнитных полей, наряду с линиями электропередач и телерадио передающими установками, являются видеодисплейные терминалы (ВДТ) и персональные электронно-вычислительные машины (ПЭВМ) – компьютеры, получающие все более и более широкое использование в офисе и быту.

Основную опасность для здоровья пользователя (и в определенной степени для находящихся вблизи от компьютера лиц) представляет электромагнитное излучение в диапазоне 20 Гц-400 кГц, создаваемое отклоняющей системой кинескопа и видеомонитора. Имеются многочисленные экспериментальные данные, свидетельствующие о влиянии электромагнитных полей на живой организм (на молекулярном и клеточном уровне) – нервную, эндокринную, иммунную и кроветворную системы организма.

Установлено, что самой опасной при этом является низкочастотная составляющая электромагнитного поля (до 100 Гц), способствующая изменению биохимической реакции в крови на клеточном уровне. Это приводит к возникновению у человека симптомов раздражительности, нервного напряжения и стресса, вызывает осложнения в течении беременности и увеличение в несколько раз вероятности выкидышей, способствует нарушению репродуктивной функции и возникновению рака.

Важное значение в обеспечении электромагнитной безопасности при применении персональных компьютеров имеют действующие в настоящее время Санитарные нормы и правила СанПиН № 2.2.2. 542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы», которые рекомендуют порядок производства, продажи и использования ВДТ и ПЭВМ.

В этом документе приводятся нормативы, устанавливающие критерии безопасности и (или) безвредности, и требования к обеспечению благоприятных условий жизнедеятельности человека. Все ВДТ и ПЭВМ должны иметь техническую

документацию и гигиенический сертификат. Определены требования к конструкции этих технических средств, допустимые значения создаваемых ими параметров неионизирующих и ионизирующих излучений. С 1 января 1997 г. в России введен новый норматив безопасности видеомониторов, соответствующий требованиям самого жесткого в мире шведского стандарта MPR II.

В настоящее время нередко встречаются случаи, когда используемые в компьютерах защитные средства абсолютно неэффективны, так как или не предназначены для защиты от электромагнитных полей по своей природе или неправильно используются. Так, по данным Лещевой Г.А. и др., более половины защитных экранов, находящихся в эксплуатации, либо вообще не ослабляют напряженность поля, либо увеличивают ее в 1,5 раза, вызывая противоположный эффект.

В этой связи весьма перспективным и обнадеживающим является использование при производстве персональных компьютеров разработанного в Российской Федерации защитного фильтра ФЗ 14-15 («Русский Щит»), предназначенного для ослабления вредных воздействий монитора и позволяющего снизить их до уровней, безопасных для человека.

К профилактическим мероприятиям по предупреждению негативного влияния источников электромагнитных излучений относятся, прежде всего, обеспечение соответствия их технических характеристик нормативным требованиям и строгое соблюдение правил эксплуатации. Кроме того, для более эффективной оценки степени их электромагнитной опасности для человека представляются целесообразными специальные исследования по изучению фактических значений нормируемых параметров электромагнитных полей, создаваемых различными моделями технических средств (сотовыми и радиотелефонами, пейджерами, микроволновыми печами и т.д.) в реальных условиях их использования. Таким образом, изложенное показывает, что внедрение разнообразных достижений науки и техники в производственной и непромышленной сферах деятельности человека сопровождается повышением электромагнитной опасности в жилой среде и требует обеспечения надежной защиты населения современных городов от неблагоприятного воздействия электромагнитных излучений.

Различные механические, аэродинамические и электромагнитные явления – причина возникновения шумов. Механические шумы возникают при работе различных машин и механизмов и вызваны трением и соударениями составляющих их деталей, ударными процессами, используемыми в производстве и рядом других факторов. Аэродинамические и гидродинамические шумы возникают при течении газов и жидкостей, также при работе вентиляторов, компрессоров, газовых турбин, двигателей внутреннего сгорания, при выпуске пара или воздуха в атмосферу, при вращении винтов самолета, при работе насосов для перекачки жидкостей и др. Электромагнитные шумы обычно сопровождают работу различных электрических установок. Перечислим основные способы, используемые для снижения шума в производственных помещениях.

ЛЕКЦИЯ №6

Тема: «Инфекционные заболевания»

1. Инфекционные болезни в современном обществе. Общие признаки. Механизмы передачи инфекций.
2. Гигиеническое нормирование и профилактика.
3. Основные направления в деятельности по обеспечению эпидемиологической безопасности.

Инфекционные заболевания - группа заболеваний, вызываемых проникновением в организм патогенных (болезнетворных) микроорганизмов, вирусов и прионов. Для того, чтобы патогенный микроб вызвал **инфекционное заболевание**, он должен обладать

вирулентностью.

Инфекционные болезни на протяжении многих столетий были и остаются наиболее опасными болезнями человеческого организма из-за их способности вовлечь в процесс большое число здоровых людей в течение короткого периода времени. Высокая иммиграция населения из стран "третьего мира" привела в промышленно развитых государствах к резкому увеличению числа лиц, страдающих инфекционными болезнями. В США, после периода значительного снижения заболеваемостью туберкулезом, отмечено вновь ее заметное увеличение. Также резко возросло число сексуально передаваемых болезней - сифилиса, гонореи и хламидиоза. Часто стали выявляться случаи устойчивой к пенициллину и тетрациклину гонококковой инфекции. Несмотря на улучшение условий жизни в экономически развитых странах, широко распространенную практику прививок и наличие эффективных антибиотиков, инфекционные болезни занимают еще значительное место в структуре заболеваемости и смертности человека и уступают первые места лишь болезням сердечно-сосудистой системы и злокачественным онкологическим заболеваниям. В развивающихся жарких странах из-за плохих санитарных условий жизни, недоедания инфекционные болезни убивают более 10 миллионов людей каждый год. Большинство смертных случаев среди детей - это инфекционные болезни органов дыхания, кишечника, вызванные вирусами и бактериями.

Знание причин, путей проникновения инфекционных агентов, механизма развития и осложнений инфекционных заболеваний необходимы врачу любого медицинского профиля для своевременной диагностики и назначения этиопатогенетической терапии, для разработки и принятия эффективных мер профилактики по предотвращению эпидемий и пандемий.

Инфекционные болезни могут возникать при наличии трех компонентов: источника возбудителей инфекции (зараженный человек или животное); факторов, обеспечивающих передачу возбудителей от зараженного организма здоровому; восприимчивых к инфекции людей.

Патогенность, или способность вызвать развитие инфекционного заболевания человека у разных микроорганизмов неодинакова. Наличие микроорганизмов у человека или животного еще не означает существование инфекционного заболевания. Из курса биологии и микробиологии известно, что сосуществование микро- и макроорганизма может быть трех видов:

- **симбиоз** - сосуществование микроба и макроорганизма в интересах каждого (например, кишечная палочка в кишечнике);
- **комменсализм** - (от франц. commensal - сотрапезник), при котором микроб и макроорганизм не оказывают взаимного влияния друг на друга;
- **паразитизм** - жизнь микроба за счет макроорганизма, что сопровождается развитием болезни.

Под влиянием различных экзогенных и эндогенных факторов взаимоотношения между микро- и макроорганизмом могут быть нарушены в пользу **микроорганизма**, который **приобретает патогенные** свойства. В этих условиях индифферентный комменсал, или безвредный симбионт, становится паразитом и вызывает заболевание. Такие ситуации возникают при лечении многими препаратами, но, прежде всего антибиотиками, которые нарушают установившееся равновесие микробной флоры.

Инфекционная болезнь может быть и результатом ослабления фагоцитарной и иммунной систем организма, что встречается, например, при лечении иммунодепрессантами и цитостатическими средствами. Бактериофаги, плазмодии являются носителями активных генетических элементов, которые кодируют бактериальные факторы вирулентности (например, фактор адгезии, токсины или ферменты, которые оказывают сопротивление антибиотикам). Они могут инфицировать бактерии и включать себя в их геном, таким образом, преобразовывая ранее безопасную

бактерию в вирулентный, или чувствительный к антибиотику микроорганизм - в устойчивый. Обмен этими элементами между бактериальными колониями обеспечивает получателей таких генов преимуществом выживания, или способностью вызвать болезнь.

Проникновение и активизация возбудителя в организме представляют собой инфекционное заболевание.

При субклиническом течении инфекции практически отсутствует очевидное проявление болезни, но доказательством ее присутствия является развитие антител, являющихся проявлением иммунной реакции организма против агента. Клинически проявляемая инфекционная болезнь обычно сопровождается повреждением тканей организма. Большинство инфекционных болезней протекают клинически остро и заканчиваются или выздоровлением или смертью, некоторые из них принимают затяжное хроническое течение.

В ряде случаев локализация инфекция ограничена воротами, например, стрептококковый фарингит. Однако основные клинико-морфологические проявления инфекционной болезни нередко могут возникать в органах, отдаленных от ворот проникновения инфекционного агента. Например, вирус кори проникает в организм через верхние дыхательные пути, но морфологические его проявления вначале выявляются в виде высыпаний на коже и слизистых оболочках. Полиовирус, вызывающий полиомиелит проникает и размножается внутри кишечника, но затем после виремии он попадает в мотонейроны спинного мозга, приводя к их гибели. Некоторые гельминты (например, анкилостома), проникающие в кожу в виде личинок, завершают свой мигрирующий цикл и созревание внутри кишечника.

В этих случаях инфекция распространяется по лимфатическим или кровеносным сосудам, нанося значительный ущерб макроорганизму. Частота и легкость, с которой происходит диссеминация (распространение) инфекции, зависит от вирулентности инфекции и иммунного статуса организма хозяина. При большинстве инфекционных болезней макроорганизм отвечает иммунными реакциями, включающими гуморальный и клеточный ответ, лежащие в основе обеспечения иммунитета против будущей инфекции с тем же самым агентом. В некоторых случаях сама иммунная реакция может привести к развитию болезни даже после того, как инфекция уничтожена. Лучшим примером этого служит стрептококковая инфекция, при которой иммунная реакция может привести к развитию острой ревматической лихорадки или острому постстрептококковому гломерулонефриту. Наличие микроорганизмов в крови (бактеремия, вирусемия, паразитемия, гематогенная грибковая инфекция) всегда свидетельство аварийной ситуации в организме и имеет большое клиническое значение.

Проникновение в кровоток микроорганизмов с низкой вирулентностью - обычное явление, но оно быстро подавляется нормальными иммунными защитами механизмами. Массовое проникновение болезнетворных организмов в кровь, например, вирусов (вирусемия), бактерий (бактериемия), грибковой инфекции или паразитов относится к тяжелым последствиям инфекций и проявляется лихорадкой, низким артериальным давлением (коллапсом) и многими другими системными признаками "заражения". Массивное попадание в кровь бактерий и их эндотоксинов может быстро стать фатальным (смертельным), даже для предварительно здоровых людей.

Передача и ворота инфекции. Успех паразитизма требует, чтобы возбудитель инфекции был передан от одного субъекта другому. Вообще, микроорганизмы должны обязательно попасть в ткани нового хозяина, чтобы вызвать развитие болезни. Исключение составляют микроорганизмы типа *Clostridium botulinum*, которые вырабатывают экзотоксин вне организма, вызывающий болезнь и смерть человека. Хотя эти микроорганизмы и не вполне удовлетворяют определению инфекции, но результаты их деятельности рассматривают в разделе инфекционные болезни.

Знания того, что "инфекционные поносы" являются результатом фекального загрязнения продовольствия и воды, привело к принятию мер по обеспечению

безопасности водных запасов и обеззараживанию сточных вод, что привело к уменьшению распространенности этих болезней в промышленных странах.

Многие факторы влияют на течение и исход инфекционного заболевания. Например, госпитально - ассоциированные инфекционные болезни отличаются от приобретенных вне больницы.

Поэтому различают:

- инфекционные болезни, обусловленные внутрибольничной инфекцией;
- инфекционные болезни, приобретенные в быту.

Приобретенная внутри больницы пневмония наиболее серьезна, поскольку такая инфекция сопровождается высокой смертностью до 20%. Наиболее частая локализация таких инфекций - это мочеполовой тракт и легкие. Приобретенный в приемном покое больницы эпидемический понос - это общая проблема. Внутригоспитальные инфекции чаще всего вызываются бактериями и грибами и развиваются у больных на фоне иммуносупрессии.

Высокий % приобретенных в больнице инфекционных болезней обусловлены следующими факторами:

- 1) повышенной чувствительностью. Госпитализированные больные характеризуются повышенной чувствительностью к инфекции в результате снижения резистентных сил организма, связанного с основной болезнью и в некоторых случаях иммуносупрессией из-за применения наркотиков или лекарств;
- 2) использование инвазивных методов диагностики и лечения: применение инвазивных хирургических диагностических процедур (поясничная пункция, венотомия) и терапевтические процедур (катетеризация пузыря, введение внутрисосудистых зондов, катетеров) обеспечивает возбудителю инфекции входные ворота, несмотря на предосторожности. Материалы, используемые в этих процедурах, иногда инфицированы (загрязненные внутривенные жидкости, шланги, трубки, респираторы);
- 3) многочисленностью источников инфекции: больницы являются источником многочисленных инфекции - главным образом, больные заражаются чаще всего друг от друга и больничного персонала, который также может быть носителем инфекций (например, *S. aureus*). Микроорганизмы или споры в окружающей среде (например, присыпки, стационарное белье, и система вентиляции) - относятся к менее важным источникам заражения;
- 4) использованием антибиотиков: широко распространенное применение антибиотиков расширяет появление множества устойчивых к антибиотикам грамотрицательных бактерий (например, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, некоторые разновидности *Proteus*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Staphylococcus aureus*). Эти организмы часто стойкие ко многим антибиотикам и поэтому представляют серьезную проблему при лечении инфицированных больных.

Инфекционные болезни, приобретенные в быту. В бытовой практике наиболее частыми являются вирусные заболевания верхних дыхательных путей (например, острые респираторные заболевания, грипп) и желудочно-кишечного тракта (например, вирусный гастроэнтерит). Больные, как правило, не консультируются с врачом. Больных госпитализируют лишь при неблагоприятном течении болезни (например, тяжелая форма гриппа, особенно в пожилом возрасте). Приобретенные в быту, бактериальные инфекционные болезни несколько отличаются от приобретенных в больнице более легким течением и более низкой смертностью. Организм обычно лучше способен ответить на инфекцию, кроме того, инфекция обычно восприимчива к терапии антибиотиками.

Сексуально переданные болезни (например, гонорея, сифилис), инфекционные болезни мочевого пузыря у молодых женщинах и инфекции дыхательных путей (например, стрептококковый фарингит, синусит, отит, пневмония) представляют собой наиболее обширную группу бактериальных заразных болезней.

Большинство возбудителей болезней попадает в организм человека из

внешней среды через входные ворота, например через кишечник, с пищей, через легкие с вдыхаемым воздухом, при укусах насекомых, через поврежденную кожу или слизистые оболочки и т. д. В таких случаях говорят об **экзогенной инфекции**. Однако заражение может быть в результате активации эндогенной флоры организма, тогда речь идет об **эндогенной инфекции**, или **аутоинфекции**.

Возбудители инфекции проникают в человеческий организм через ткани, которые находятся в контакте с внешней средой - через кожу, верхние дыхательные пути, легкие, желудочно-кишечный и мочеполовой тракты, которые представляют собой первые ворота проникновения возбудителей инфекции. За исключением прямого инфицирования во время травмы, внутренние органы, такие как головной мозг, кости, мышцы, селезенка, и надпочечники могут быть инфицированы только через кровь или лимфатические сосуды.

Одни и те же инфекционные болезни могут иметь как различные способы передачи, так и разные ворота проникновения в организм. Например, вирусный гепатит может быть результатом поступления вируса в организм с фекальным загрязнением продовольствия, или передан через кожу при парентеральном введении лекарственных веществ.

Первые и наиболее важные барьеры к инфекции - неповрежденная кожа и слизистые оболочки организма. Например, выделяемые железами слезы содержат лизоцимы, которые разрушают бактериальные оболочки и защищают, таким образом, глаза от инфекции.

Кислотный желудочный сок смертелен для некоторых кишечных патогенных микроорганизмов; например, добровольцы с нормальной кислотностью желудочного сока не были инфицированы вибрионом холеры, принимая не более 10¹¹ микроорганизмов.

Напротив, *Shigella* и *Giardia* относительно устойчивы к кислоте, и наличие их в количестве меньше чем по 100 каждой разновидности - вызывает заболевание. Вообще, инфекционные болезни кожи у нормальных людей имеют тенденцию возникать лишь в поврежденных участках, то есть, в рваных ранах или ожогах и могут быть вызваны бактериями с относительно низкой вирулентностью. И, наоборот, для развития заразных болезней дыхательного, желудочно-кишечного или мочеполового тракта требуются вирулентные организмы, способные к повреждению или проникновению через нормальные барьеры слизистой оболочки.

Жители городов вдыхают приблизительно 10000 микроорганизмов в день, включая вирусы, бактерии, и грибы. Большинство из этих микроорганизмов выводятся реснитчатым эпителием верхних дыхательных путей. Только частицы 5 микрон или меньше достигают альвеол, где они поглощаются альвеолярными макрофагами или нейтрофилами, привлеченными к поврежденному участку цитокинами. Эта нормальная система защиты весьма эффективна. Но действию реснитчатого эпителия может вредить курение, травма при бронхиальном зондировании, попадание кислого аспирационного содержимого желудка, повышение вязкости секрета (при муковисцидозе) и др.

Некоторые вирусы (например, вирусы гриппа) обладают гемагглютинидами, которые прочно соединяются с углеводами наружной мембраны эпителиальных клеток и, таким образом, подавляют действия реснитчатого эпителия. Ряд патогенных для органов дыхания бактерий (например, *Haemophilus* и *Bordetella*) вырабатывают токсины, которые парализуют реснички слизистой оболочки. Бактерия туберкулеза в нормальных альвеолах очень устойчива к действию неактивизированных макрофагов.

Люди сталкиваются со многими микроорганизмами каждый день, но немногие вводят ткани. Чувствительность к инфекционному агенту зависит от многих факторов, как самого возбудителя инфекции, так и хозяина. Многие микроорганизмы, обычно низкой патогенности, населяющие кожу, верхние дыхательные пути, мочеполовой тракт и кишечник как комменсалы, предотвращают проникновение инфекции, конкурируя с патогенными для организма формами из-за наличия более благоприятных факторов роста. Инфекционный процесс очень сложен. Его развитие определяют особенности возбудителя и реактивное состояние макроорганизма.

К **особенностям возбудителя** инфекционного заболевания относится не только его строение, химическая структура, антигенные свойства, но и характер его взаимодействия с макроорганизмом.

Инфекционные агенты можно классифицировать по сложности их строения:

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. прионы; | 6. бактерии; |
| 2. вирусы; | 7. грибы; |
| 3. риккетсии; | 8. простейшие; |
| 4. хламидии; | 9. гельминты. |
| 5. микоплазмы; | |

Простейших и гельминтов часто называют паразитами, хотя этот термин имеет более широкое понятие.

Способность инфекционных агентов проникать в ткани организма называется **инвазивностью**, способность его вызывать заболевание называется **патогенностью**.

По степени патогенности они делятся на:

- высокопатогенные (высоковирулентные);
- низкопатогенные (низковирулентные).

Высоковирулентные микроорганизмы вызывают заболевание в нормальном организме, низковирулентные - только в иммуносупрессированном организме (оппортунистические инфекции). При инфицировании тканей в них возникают сложные структурные изменения. Они включают в себя:

- непосредственное повреждение клеток инфекционным агентом;
- опосредованное повреждение клеток путем выделения эндо- или экзотоксинов, а также через повреждение сосудов и развитие расстройств кровообращения;
- воспалительный ответ организма;
- иммунный ответа организма.

Инфекционный агент не всегда приводит к развитию заболевания. При латентном течении процесса инфекционный агент, например, вирус, может в течение длительного времени, иногда годами, не вызывать поражения клеток, а затем под влиянием каких-либо стимулирующих факторов может активироваться. Болезнь может проявиться позднее, спустя годы после первичного инфицирования в результате реактивации возбудителя инфекции. Прямое повреждение ткани, вызванное возбудителями инфекции является важным показателем тяжести течения инфекционного заболевания. Степень прямого повреждения зависит от вирулентности агента, например, особо опасные организмы типа *Yersinia pestis* (этиологический фактор чумы) приводят к развитию быстро развивающегося обширного некроза ткани. Патогенетические механизмы повреждения тканей различных инфектов разные.

Возбудители инфекции повреждают ткани тремя способами:

- могут входить в контакт или проникать в клетки хозяина и непосредственно вызывать гибель клеток;
- могут вырабатывать эндотоксины или экзотоксины, которые приводят к гибели клеток, которые находятся на расстоянии; вырабатывать ферменты, которые повреждают кровеносные сосуды и вызывают опосредовано ишемический некроз;
- стимулируют развитие иммунных клеточных и гуморальных реакций, направленных против инфекционного агента, однако, которые могут вызывать дополнительное

повреждение ткани. Таким образом, защитные ответы организма представляют собой двухобрамленный меч: с одной стороны они необходимы для уничтожения инфекции, но с другой они непосредственно наносят ущерб тканям.

При всех инфекционных болезнях возникает ряд общих и местных изменений.

Местные изменения представляют собой очаг воспаления и зависят от характера инфекции, ворот инфекции, способа заражения. Например, при дифтерии зева возникает фибринозное воспаление в миндалинах, при гриппе - воспалительные изменения наблюдаются в бронхах, дизентерийная палочка ведет к развитию воспаления в толстой кишке. Но иногда, если инфекция проникает в кровь, то местные изменения бывают слабо выраженными и процесс приобретает генерализованный характер.

Из **общих изменений** наблюдаемых в инфицированном организме необходимо отметить наличие расстройств кровообращения. Любая инфекция сопровождается интоксикацией, нарушением сердечной деятельности. В органах выражено полнокровие, стаз, мелкие периваскулярные кровоизлияния, периваскулярный и перицеллюлярный отек. Особенно характерен тромбоз сосудов микроциркуляторного русла (гиалиновые тромбы). Важными являются изменения в головном мозге и его оболочках. Жалобы больных на головную боль при инфекционных заболеваниях обусловлены отеком оболочек мозга, иногда кровоизлияниями. Чем тяжелее инфекционное заболевание, тем сильнее выражены расстройства кровообращения.

В миокарде, почках, печени, надпочечниках, головном мозге могут возникать все виды паренхиматозных дистрофий (зернистая, гиалиново-капельная, вакуольная, жировая), а в тяжелых случаях наблюдается некроз клеток. При некоторых длительно протекающих инфекциях может наблюдаться амилоидоз. Выраженные дистрофические изменения при инфекционных болезнях в клетках центральной нервной системы (нейроцитах) могут в клинике сопровождаться возбуждением или сонливостью, вплоть до полной потери сознания. Дистрофические изменения в миокарде клинически проявляются расширением границ сердца, увеличением числа сердечных сокращений (тахикардия) или их сокращением - брадикардия и т.д. Иногда больные погибают от паралича сердца.

Печень у инфекционных больных увеличена, край округлен (из-за полнокровия, отека, дистрофических изменений), капсула напряжена, что сопровождается выраженной болезненностью. В клинике нередко наблюдаются признаки печеночной недостаточности, легкая паренхиматозная желтуха. В почках поражается преимущественно эпителий извитых канальцев, что сопровождается олигоурией, протеинемией.

При инфекционном процессе независимо от характера возбудителя появляются иммунные реакции, направленные на разрушение и элиминацию инфекта. Циркулирующие в крови антитела образуются в ответ на антигенную стимуляцию иммунной системы.

Соединения антигена с антителом в присутствии комплемента оказывают антимикробное и антитоксическое действие, обеспечивающее послеинфекционный гуморальный иммунитет.

При всех инфекционных заболеваниях наблюдаются изменения в органах иммуногенеза - тимусе, селезенке, лимфатических узлах, костном мозге, миндалинах, лимфоидном аппарате кишечника. Периферические органы иммуногенеза увеличиваются в размерах, в них наблюдается плазматизация, которая является показателем напряженности иммунитета. В то же время длительное антигенное воздействие при инфекционном заболевании ведет к сенсibilизации организма, появлению реакций гиперчувствительности как немедленного, так и замедленного (аллергические реакции) типа. Защитные реакции организма - это обоюдоострый меч.

С одной стороны они необходимы для того, чтобы преодолеть инфекцию, но в то же самое время могут непосредственно наносить ущерб ткани. Из этого следует, что тканевые повреждения при инфекционных

заболеваниях могут развиваться не только под воздействием инфекта, но и в связи с реакциями гиперчувствительности.

ЛЕКЦИЯ №7

Тема: «Основы профилактической токсикологии»

1. Основные определения и понятия токсикологии.
2. Классификация вредных химических веществ.
3. Пути поступления, распределения и проявления действия вредных веществ.
4. Факторы, влияющие на токсичность химических соединений.
5. Комбинированное, комплексное и сочетанное действие вредных факторов среды обитания.
6. Особенности повторного воздействия вредных веществ.
7. Мероприятия по снижению воздействия вредных веществ.

Ежегодно в мировой среде 65 тыс новых вредных химических веществ, которые оказывают прямое действие, отдаленные последствия, опосредованное действие через экологические системы.

Экологические системы:

- воздух, почва, человек;
- воздух, вода, человек;
- почва, вода, рыба, водоросли.

Основы токсикологии и токсикометрии

Вредным веществом называется такое вещество, которое при контакте с человеком, при нарушении требований безопасности, может вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания, обнаруживаемые современными методами в процессе работы и в отдалённые сроки жизни настоящего и последующих.

В результате воздействия вредных веществ на организм человека происходят острые и хронические отравления. Острые отравления возникают при кратковременном действии больших концентраций веществ. При острых отравлениях, как правило, сразу появляются симптомы отравления, и это позволяет оказать первую помощь пострадавшим.

Но для некоторых ядов характерен скрытый период отравления, когда между поступлением яда в организм и появлением первых признаков отравления проходит определённое время. Так, для окислов азота этот период составляет 2–8 часов, для мышьяковистого водорода – 2–3 часа.

Хронические отравления происходят в результате длительного действия относительно малых концентраций вредных веществ. Существуют яды, вызывающие только хронические отравления, так как концентрации, при которых происходит острое отравление, практически недостижимы.

К таким веществам относятся ртуть, свинец, марганец, тринитротолуол.

Возникают хронические отравления вследствие материальной или функциональной кумуляции.

Материальная кумуляция – это накопление в организме самого яда (ртуть, марганец, свинец). **Функциональная кумуляция** – суммирование изменений, вызванных действием яда, например алкоголизм. Показателями абсолютной токсичности, широко используемыми в токсикометрии, являются средняя смертельная концентрация вещества CL50 (мг/м³), средняя смертельная доза при введении в желудок DL50_ж (мг/кг) и средняя смертельная доза при нанесении на кожу DL50_к (мг/кг).

Средняя смертельная концентрация вещества в воздухе (CL50) – это концентрация вещества, вызывающая гибель 50% испытуемых животных при двух–четырёхчасовом ингаляционном воздействии.

Средняя смертельная доза при введении в желудок (DL50ж) – доза вещества, вызывающая гибель 50% животных при однократном введении в желудок.

Средняя смертельная доза при нанесении на кожу (DL50к) – доза вещества, вызывающая гибель 50% животных при однократном нанесении на кожу. Возможность острого отравления (например, при аварийных выбросах токсичных веществ) оценивается **коэффициентом опасности внезапного острого ингаляционного отравления (КОВОИО)** Вещества, обладающие значением КОВОИО меньше единицы, считаются малоопасными при острых отравлениях. Если значение КОВОИО более единицы, десятка и сотни единиц, то существует реальная опасность острого отравления.

Коэффициент λ известен не для всех промышленных ядов. В случае органических веществ, обладающих хорошей растворимостью в воде, величину λ можно заменить коэффициентом распределения между водой и воздухом. Если не известен и этот коэффициент, то при расчёте КОВОИО можно выразить через другие параметры .

На практике чаще пользуются другим показателем – **коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО), который не учитывает коэффициента λ** : Чем больше значение КВИО, тем выше опасность отравления веществом. Например, этиленмин (КВИО = 935) относится к чрезвычайно опасным веществам, а бензолхлорид (КВИО = 2,7) – к малоопасным. Основные параметры токсичности позволяют рекомендовать величину безопасного санитарного норматива – предельно допустимую концентрацию химического вещества для воздуха рабочей зоны (ПДК). Основными факторами, которые определяют токсический эффект химических веществ, являются:

- химическое строение;
- физико-химические свойства;
- условия воздействия на организм;
- концентрация.

Под летучестью понимают максимально достижимую концентрацию паров вещества, отнесённое к единице объёма воздуха.

Летучесть при 20 °С может быть определена. Чем выше летучесть вещества, тем значительнее опасность отравления им, поэтому в производственных условиях стремятся использовать менее летучие соединения. Так, например, стараются бензол заменить толуолом, а лучше – ксилолом, так как он обладает меньшей летучестью в сравнении с бензолом и толуолом.

С летучестью веществ, связана и опасность образования взрывоопасных паровоздушных смесей.

Легколетучие вещества очень быстро образуют в воздухе взрывоопасные паровоздушные смеси, например при аварийных разливах веществ.

Токсичность веществ в значительной мере зависит также от растворимости в воде, жирах, различных средах организма (крови, желудочном соке, лимфатической жидкости).

Хорошая растворимость вещества в жирах в сочетании с высокой растворимостью в воде обуславливает опасность всасывания яда в организм через кожу при контакте с ним. С растворимостью ядов связаны скорость всасывания, превращения в организме и выделения из него.

Основой гигиенического регламентирования качества окружающей среды является изучение влияния на теплокровный организм факторов окружающей среды с целью определения недействующих уровней доз и концентраций и установления гигиенических нормативов.

В отношении химических факторов среды обитания задачей гигиенического регламентирования является установление предельно допустимой концентрации (ПДК) химических загрязнителей в различных объектах (в атмосферном воздухе, в воздухе рабочей зоны, воде водоёмов и т.д.).

Наиболее актуальным и потому более разработанным является нормирование химических веществ в производственной среде, так как именно в этой среде человек наиболее подвержен воздействию химических факторов. Установление ПДК вещества в воздухе рабочей зоны производственных помещений осуществляется в несколько этапов.

В производственных условиях при отсутствии постоянных рабочих мест среднесменная концентрация является средневзвешенной величиной, вычисленной по концентрациям, определённым на основных стадиях технологического процесса с учётом времени пребывания работающих в этих условиях, и рассчитывается по формуле $C_{сс} = (C_1\tau_1 + C_2\tau_2 + \dots + C_n\tau_n) / (\tau_1 + \tau_2 + \dots + \tau_n)$, (1.7) где C_1, C_2, \dots, C_n – среднеарифметические величины концентраций химического вещества на различных стадиях технологического процесса, мг/м³; $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ – время пребывания рабочих на соответствующих стадиях, мин. Существующий список утверждённых ПДК непрерывно дополняется новыми данными, публикуемыми в специальных периодических изданиях

Вредные пары, аэрозоли и газы, выделяемые и применяемые на производстве, по воздействию на организм человека, делятся на 4 группы:

1. Удушающие - вытесняют кислород из зоны дыхания. Это - углекислый газ, который накапливается в помещениях при дыхании людей, животных, а также растений и их плодов - зерна, овощей, фруктов; при закладке сенажа в башни; при горении топлива и пожаре; горючие газы - метан, пропан, ацетилен при работе газовых приборов.

2. Раздражающие - разъедают слизистые оболочки и кожу. Это - сероводород и аммиак, выделяемые из навоза на фермах, при подкормки растений; хлор, пары кислот и щелочей, применяемые при дезинфекции помещений и других работах.

3. Наркотические - пары нефтепродуктов, спиртов, эфиров и ароматических углеводородов — ацетон, бензол. Они действуют на мозг, человека через органы обоняния и вызывают головокружение, тошноту, головные боли.

4. Отравляющие - угарный газ, пары и аэрозоли ядохимикатов, а также раздражающие и наркотические вещества при большой концентрации. Эти вещества вызывают тяжелые отравления, сопровождающиеся иногда отеком легких и закупоркой кровеносных сосудов. Угарный газ образуется при неполном сгорании топлива в помещениях с печным отоплением, в котельных и кабинах тракторов и автомобилей.

По реакции вызываемом организмом вещества также делятся на sensibilizing, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию.

Sensibilizing вещества, это вещества которые после относительно продолжительного действия на организм вызывают в нем повышенную чувствительность к этому веществу. При последующем даже кратковременном контакте с этим веществом у человека возникают бурные реакции, чаще всего приводящие к кожным изменениям, астматическим явлениям, заболеваниям крови. Такими веществами являются некоторые соединения ртути, платина, альдегиды (формальдегид) и др.

Канцерогенные (бластомогенные) вещества, попадая в организм человека, вызывают развитие злокачественных опухолей.

В настоящее время имеются данные о канцероопасности для человека сравнительно небольшой группы химических соединений, встречающихся в производственных условиях. К их числу прежде всего относят полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), которые могут входить в состав сырой нефти, но в основном образуют при термической (выше 350°C) переработке горючих ископаемых (каменного угля, древесины, нефти, сланцев) или при неполном их сгорании.

Наиболее выраженной канцерогенной активностью обладают 7,12-диметилбенз(а)антрацен; 3,4-бенз(а)пирен; 1,2-бензантрацен. Среди продуктов термической переработки горючих ископаемых наиболее канцерогенными являются вещества сухой перегонки каменного угля. Канцерогенные свойства присущи и продуктам нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности (мазутам,

гудрону, крекинг-остатку, нефтяному коксу, битумам, маслам, саже и др.). Канцерогенными свойствами обладают ароматические амины, в основном являющиеся продуктами анилинокрасочной промышленности, а также пыль асбеста.

Яды, обладающие **мутагенной** активностью, влияют на генетический аппарат зародышевых и соматических клеток организма. Мутации в соматических клетках приводят к их гибели или к функциональным изменениям. Это может вызвать снижение общей сопротивляемости организма, раннее старение, а в некоторых случаях тяжелые заболевания. Воздействие мутагенных веществ может сказаться на потомстве (не всегда первого, а, возможно, второго и третьего поколений). Мутационной активностью обладают, например, этиленамин, уретан, органические перекиси, иприт, оксид этилена, формальдегид, гидроксилламин.

К веществам, влияющим на **репродуктивную функцию** (функцию воспроизведения потомства), относят бензол и его производные, сероуглерод, хлоропрен, свинец, сурьму, марганец, ядохимикаты, никотин, этиленамин, соединения ртути и др.

Чистый, здоровый, свежий воздух представляет собой смесь газов, его примерный химический состав следующий:

Составляющая	Содержание по объему, %
Азот	77,0
Кислород	21,0
Углекислый газ и другие активные газы	1,0
Инертные газы (аргон, неон и др.)	1,0

Важно при этом, чтобы воздух был насыщен отрицательными ионами кислорода, которые улучшают процесс снабжения человеческого организма кислородом.

Однако при производственных процессах выделяется большое количество вредных веществ в виде пыли, газа и паров и поэтому трудно добиться в производственных помещениях естественного состава воздуха все вредные вещества по степени воздействия на человека подразделяют на четыре класса опасности:

- 1-й вещества чрезвычайно опасные;
- 2-й вещества высокоопасные;
- 3-й вещества умеренно опасные;
- 4-й вещества малоопасные.

Класс опасности вредных веществ установили от следующих норм и показателей:

- а) предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м³;
- б) средняя смертельная доза при введении в желудок, кг/кг;
- в) средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг;
- г) средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м³.

Примечание: по п.п. б) и в) - это доза, вызывающая гибель 50 % животных при однократном введении в желудок или нанесении на кожу; по п. г) — концентрация веществ, вызывающая гибель 50 % животных при 2-4-х кратном ингаляционном воздействии.

Пары горючих веществ, горючие газы и аммиак взрывоопасны при определенной концентрации по объему: метан - 9... 18 %; аммиак — 15... 28 %; пары бензина - 0,8... 5%, ацетон - 2,6... 12,2 %. Взрыв происходит при переносе пламени, нагревании или искровом разряде.

Поэтому присутствие вредных веществ в воздухе рабочих зон в условиях сельхозпроизводства требует проведение комплекса мероприятий для защиты работающих от заболеваний, отравлений, возможных травм и взрывов.

Важным мероприятием по нормализации воздуха рабочей зоны является соблюдение в нем предельно допустимой концентрации (ПДК) вредных веществ.

ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны считается такая концентрация, которая в течение всего рабочего стажа работающего при нормальной продолжительности смены не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего или последующих поколений. СанПиН 2.1.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» содержит более 1670 веществ, для которых установлены ПДК. В нем изложены требования к контролю за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Приборы для контроля должны иметь чувствительность не ниже 0,5 уровня ПДК, а их погрешность не должна превышать $\pm 25\%$ от определяемой величины.

Таблица

Предельно допустимые концентрации некоторых вредных веществ в воздухе рабочей зоны (извлечения из СанПиН 2.1.3685-21)

Наименование веществ	ПДК мг/м ³	Класс опасности	Агрегатное состояние п-пары или газы а-аэрозоли п+а - смеси
Аммиак	20	4	п
Ацетон	200	4	п
Бензин топливный	100	4	п
Гексохлоран	0,1	1	п+а

Наименование веществ	ПДК мг/м ³	Класс опасности	Агрегатное состояние п-пары или газы а-аэрозоли п+а - смеси
Кислота серная	1,0	2	а
Ртуть металлическая	0,01	1	п
Свинец и его неограниченные соединения	0,01	1	а
Табак	3,0	3	а
Хлор	1,0	2	п
Чай	3,0	3	а
Зерновая пыль	4.0	4	а

Двуокись кремния кристаллическая при содержании ее в пыли, %: свыше 70 от 10 до 70	1 2	3 4	а а
Пыль растительного или животного происхождения с примесью двуокси кремния, % менее двуокси кремния % от 2 до 10	4	4	а
>10	2	4	а
Окись углерода CO ₂	20	4	п

Для определения фактического содержания вредных веществ в воздухе производственных помещений существуют лабораторные, экспрессные, индикаторные и автоматические методы.

Лабораторные методы предполагают отбор проб воздуха в намеченных местах и последующий их анализ в лаборатории. Это требует времени, но дает высокую точность. **Экспрессные** методы с достаточной точностью позволяют определить концентрацию вредностей в обследуемом помещении. В основе этих методов лежат быстропотекающие реакции с изменением цвета. Для их реализации применяют большие объемы поглотительной жидкости или твердого вещества (селикагель, фарфоровый порошок, пемза), пропитанные индикаторами.

Разработаны **калометрические** методы быстрого определения ряда токсических веществ: сероводорода, хлора, аммиака, паров бензина, бензола, оксида углерода, двуокси азота. Содержание в воздухе взрывоопасных газов (водород, метан, ацетилен, пропан и др.) определяют переносными оптическими газоопределителями ШИ-3, ШИ-5, ШИ-6 или газоанализаторами.

Загазованность воздуха вредностями определяют при помощи газоанализаторов СО, УГ-2 и газоопределителями ГХ-2, а концентрацию пестицидов - при помощи хроматографа.

Газоанализатор УГ-2 состоит из воздухозаборника с 3 сменными штоками, предназначенного для отсоса определенного объема загазованного воздуха и 14 наборов принадлежностей в пенопластовых коробках для различных видов вредных веществ (аммиак, сероводород, хлор, серный ангидрид, окислы азота, угарный газ, бензин, углеводороды нефти, бензол, ацетон, ксиол, толуол, этиловый эфир, ацетон).

В комплект принадлежностей входят индикаторные трубки, порошок, пыжи, вата, штырьки для набивки и разборки трубок, воронки, фильтрующие патроны и порошки. Принцип действия УГ-2: через стеклянную трубку с индикаторным порошком просасывается воздухозаборником порция загазованного воздуха. В течение нескольких минут порошок в трубке окрашивается в другой цвет на определенную длину и чем больше концентрации, тем больше длина окрашивания, затем длину окрашенной части порошка сравнивают со шкалой на крышке коробки и определяют фактической концентрации в мг/м³ воздуха.

Имеющиеся в воздухе вредности попадают в организм человека размеченными путями. Через органы дыхания вредные вещества чаще всего попадают при протравлении и опрыскивании растений. Благодаря всасыванию в организм токсичные вещества быстро попадают в большой круг кровообращения, что особенно опасно. Попадание вредных веществ через желудочно-кишечный тракт (элементарно) происходит при заглатывании пыли, брызг, пищи, паров, при курении, через загрязненные руки. Через поврежденную кожу могут проникать все ядовитые вещества, а через неповрежденную -

те химикаты, которые разрушают защитную жировую смазку. Попавшие в организм вредные вещества нарушают психофизиологические функции человека, приводя к хроническим или острым отравлениям, которые могут закончиться смертельным исходом.

Мероприятия и средства, предотвращающие воздействие вредных производственных факторов на человека

Меры борьбы с загазованностью:

- а) приточно-вытяжная вентиляция помещений с использованием низконапорных, простых и экономических вентиляторов;
- б) улучшение подачи воздуха (дутья) в отопительных установках;
- г) механизация и герметизация процессов, связанных с хранением, разливом и применением ядовитых и горючих жидкостей.

Средства индивидуальной защиты - универсальные респираторы РУ-60М, РУ-71 и фильтрующие противогазы с патронами и коробками марок: А — от органических и хлорфосфорорганических испарений, В — от кислых газов, кислот, щелочей и неорганических ядохимикатов, Г — от гранозана и паров ртути, КД - от аммиака и сероводорода. Фильтрующие противогазы используются при превышении ПДК более чем в 10... 15 раз, а изолирующие (шланговые ПШ-1, ПШ-2 и кислородные КИП-7, КИП-8) при недостатке кислорода в помещении. Респираторы "Снежок": КМ - от органических, КУ — от кислотосодержащих соединений.

ЛЕКЦИЯ №7

Тема: «Ионизирующие излучения и защита от них»

1. Виды ионизирующих излучений, их физическая природа и особенности распространения. Основные единицы измерения, дозы радиоактивности. Биологическое воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду
2. Нормирование ионизирующих излучений, дозы и пределы облучения. Работа с радиоактивными веществами и источниками. Общая защита от излучений
3. Устройство и расчет экранов. Правила хранения, учета и транспортировки ионизирующих веществ. Средства индивидуальной защиты от ионизирующих излучений.

Ионизирующее излучение и защита от него. Радиоактивные отходы

Ионизирующим называется любое излучение, взаимодействие которого со средой приводит к образованию заряженных атомов и молекул – ионов, вызывая ионизацию среды. Единицей измерения энергии этого излучения является электрон- вольт (эВ). Один электронвольт (1эВ) – это кинетическая энергия, которую приобретает электрон при разности потенциалов в 1 В. 1 эВ соответствует $1,6 \cdot 10^{-12}$ эрг или $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж. Производные единицы: килоэлектронвольт (1 кэВ = 10^3 эВ) и мегаэлектронвольт (1 МэВ = 10^6 эВ). Различают непосредственно и косвенно ионизирующие излучения.

Непосредственно ионизирующим излучением обычно является поток заряженных частиц высокой энергии – ядер гелия (альфа-излучение), ядер водорода (протоны), электронов и позитронов (бета-излучение), а также осколков деления тяжёлых ядер.

Заряженные частицы ионизируют среду непосредственно при столкновениях с её атомами и молекулами (первичная ионизация). Выбиваемые при этом электроны также могут при определённых условиях ионизировать среду (вторичная ионизация). Косвенно ионизирующим излучением являются потоки нейтральных частиц (гамма-кванты, нейтроны). Непосредственным результатом их взаимодействия с веществом является образование вторичных заряженных частиц высокой энергии, которые и создают наблюдаемую ионизацию. Если в образце находится N нераспавшихся ядер, то невозможно указать, какие из них распадутся в ближайший, достаточно малый,

промежуток времени. Полностью определённой является вероятность распада ядра за 1 с, называемая постоянной распада λ . **Закон радиоактивного распада** в дифференциальном виде предсказывает число dN ядер, распавшихся за интервал времени dt : $dN = -\lambda N dt$.

Активность радионуклида A (радиоактивность) определяется как скорость радиоактивного распада: $A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N$ (8.2) Единицей измерения активности является беккерель (Бк). Один беккерель равен одному ядерному превращению в секунду. Внесистемная единица активности – кюри (Ки). $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$.

Численное значение 1 Ки исторически устанавливалась по активности радиоизотопа радия-226 (Ra-226) с массой, равной 1 г. При распаде уменьшается количество радионуклида и уменьшается его активность. Процесс снижения активности подчиняется закону радио- активного распада $A_t = A_0 e^{-\lambda t} = A_0 \cdot e^{-0,693t/T_{1/2}}$, где A_0 – начальная активность; A_t – активность через период времени t ; $\lambda = \ln 2/T_{1/2}$ – постоянная распада радионуклида. **64 Доза излучения** – ионизационный эквивалент энергии, переданный радиационным излучением фиксированному объёму (массе). Экспозиционная доза излучения X – ионизационный эквивалент энергии, переданный фотонами фиксированному объёму воздуха. Другими словами, экспозиционная доза X характеризует степень ионизации воздуха рентгеновским и гамма-излучением. Единица измерения экспозиционной дозы – 1 кулон на килограмм (Кл/кг).

Специальная единица экспозиционной дозы – рентген (Р); $1 \text{ Р} = 0,285 \text{ мКл/кг}$.

Поглощённая доза D – величина энергии, переданной излучением любого вида единице массы вещества.

Единицей поглощённой дозы в системе СИ является грей (Гр); $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$.

Внесистемной единицей является рад; $1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр}$. Единица грей названа в честь английского физика и радиобиолога Л. Грея. Он же предложил и название рад, составленное из первых букв термина radiation absorbed dose (поглощённая доза радиации). Биологический эффект различных ионизирующих излучений связан не только с количеством поглощённой энергии, но зависит и от пространственного распределения (от линейной плотности ионизации).

Чтобы учесть этот эффект, введено понятие эквивалентной дозы H , которая определяется как произведение поглощённой дозы D на взвешивающий коэффициент (коэффициент качества) KR , отражающий способность данного вида излучения повреждать ткани организма: $H = DKR$. (8.4) При воздействии нескольких видов излучений эквивалентная доза определяется в виде $H = \sum R DR KR$, (8.5) где DR – средняя поглощённая доза излучения R ; KR – взвешивающий коэффициент для излучения R .

Для оценки биологического эффекта различного вида излучений руководствуются следующими значениями коэффициента KR :

- 1) рентгеновское излучение, гамма-излучение, бета-излучение, электроны, позитроны – 1;
- 2) альфа-излучение, осколки деления, тяжёлые ядра – 20;
- 3) нейтроны с энергией менее 10 кэВ – 5;
- 4) нейтроны с энергией от 10 до 100 кэВ – 10;
- 5) нейтроны с энергией от 100 кэВ до 2 МэВ – 20;
- 6) нейтроны с энергией от 2 до 20 МэВ – 10;
- 7) нейтроны с энергией более 20 МэВ – 5;
- 8) протоны с энергией более 2 МэВ – 5.

В качестве единицы измерения эквивалентной дозы принят зиверт (Зв); $1 \text{ Зв} = 1 \text{ Дж/кг}$. Зиверт равен эквивалентной дозе излучения, при которой поглощённая доза равна 1 Гр при коэффициенте качества, равном единице. Внесистемная единица – бэр (биологический эквивалент рада); $1 \text{ бэр} = 0,01 \text{ Зв}$. За 1 бэр принимается такая поглощённая биологической тканью доза любого вида излучения, которая вызывает такой же биологический эффект, что и доза в 1 рад гамма-излучения или рентгеновского излучения, поглощённая той же тканью.

Эффективная доза – величина, используемая как мера риска возникновения отдалённых последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов с учётом их радиочувствительности. Она представляет сумму произведений эквивалентной дозы в органе или ткани H_t на соответствующий взвешивающий коэффициент (коэффициент радиационного риска) для органа или биологической ткани K_t : $E = \sum H_t K_t$.

Для обеспечения радиационной безопасности на рабочих местах в первую очередь используются коллективные средства защиты. Средства коллективной защиты от ионизирующих излучений. Общие технические требования». Все работы с радионуклидами подразделяются на два вида: работа с закрытыми источниками ионизирующих излучений и работа с открытыми радиоактивными источниками.

Закрытыми источниками ионизирующих излучений называются любые источники, устройство которых исключает попадание радиоактивных веществ в воздух рабочей зоны.

Открытые источники ионизирующих излучений способны загрязнять воздух рабочей зоны радиоактивными веществами.

Защита от облучения основывается на следующих принципах радиационной безопасности: - уменьшение мощности источников до минимальных величин (защита количеством); - сокращение времени работы с источниками (защита временем); - увеличение расстояния от источника до работающих (защита расстоянием) и экранирование источников излучения материалами, поглощающими ионизирующие излучения (защита экранами).

Защита количеством подразумевает проведение работы с минимальными количествами радиоактивных веществ, т.е. пропорционально сокращает мощность излучения. Однако требования технологического процесса часто не позволяют сократить количество радиоактивного вещества в источнике, что ограничивает на практике применение этого метода защиты.

Защита временем основана на сокращении времени работы с источником, что позволяет уменьшить дозы облучения персонала. Защита расстоянием связана со способностью излучения терять свою энергию во взаимодействиях с веществом: чем больше расстояние от источника, тем больше процессов взаимодействия излучения с атомами и молекулами, что в конечном итоге приводит к снижению дозы облучения персонала. Для увеличения расстояния между работающими и источником излучения широко применяется дистанционное управление, дающее возможность выполнять операции с радиоактивными веществами на расстоянии и контролировать технологический процесс (копирующие и координатные манипуляторы, смотровые системы). Защита экранами наиболее эффективный способ защиты от излучений. При работе с радиоактивными веществами большое значение имеют средства индивидуальной защиты (СИЗ), правила личной гигиены и организация радиационного контроля. Применяемые средства индивидуальной защиты зависят от вида и класса работ.

Радиационный контроль проводится силами службы радиационной безопасности организаций, в которых проводятся работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений. Индивидуальный и групповой дозиметрический контроль проводится в соответствии с МУ 2.6.1.25–2000 «Дозиметрический контроль внешнего профессионального облучения. Общие требования», МУ 2.6.1.26–2000 «Дозиметрический контроль профессионального внутреннего облучения. Общие требования», МУ 2.6.1.14–2001 «Контроль радиационной обстановки. Общие требования». Радиационному контролю подлежат: – радиационные характеристики выбросов в атмосферу жидких и твёрдых радиоактивных отходов; – радиационные факторы, создаваемые технологическим процессом на рабочих местах и в окружающей среде; – радиационные факторы на загрязнённых территориях и в зданиях с повышенным уровнем природного облучения;

– уровни облучения персонала и населения от всех источников ионизирующего излучения, на которые распространяется радиационный контроль.

Основными контролирующими параметрами являются:

- годовая эффективная и эквивалентная дозы;
- поступление радионуклидов в организм и содержание их в организме для оценки годового поступления;
- объёмная или удельная активность радионуклидов в воздухе, воде, продуктах питания, строительных материалах и др.;
- радиоактивное заражение кожных покровов, одежды, обуви, рабочих поверхностей;
- доза и мощность дозы внешнего излучения;
- плотность потока частиц и фотонов.

Дозиметр – прибор, предназначенный для определения дозы или мощности дозы ионизирующего излучения, полученной человеком, а также отдельным его органом или тканью под действием этого излучения. Радиометр – прибор для измерения активности радиоактивных источников, позволяющий определить содержание радионуклидов в теле человека, а также в отдельных его тканях и на поверхности кожи. Спектрометр – прибор для регистрации и измерения энергии (энергетического спектра) нейтральных и заряженных частиц. По виду излучения различают альфа-, бета-, гамма-спектрометр, нейтронный спектрометр. Используются спектрометры для определения содержания радионуклидов в воде, пищевых продуктах, стройматериалах и т.д.

Из всех излучений наибольшую опасность представляют **радиоактивные**: их действие может привести к лучевой болезни, представляющей собой комплекс стойких изменений в центральной нервной системе, крови, кроветворных органов, кровеносных сосудов и железах внутренней секреции. Характерные признаки этой болезни – подавленное состояние, головокружение, тошнота, общая слабость и др.

Облучение радиоактивными излучениями может быть внешнее и внутреннее. Внутреннее облучение происходит при попадании радиоактивных веществ внутрь организма вместе с вдыхаемыми радиоактивными парами, газами и аэрозолями, а также с пищевыми продуктами.

Защита от внешнего облучения сводится к экранированию источников излучений. Предотвратить внутренние облучения можно с помощью специальных профилактических мероприятий. Рабочие помещения, где проводится работа с ионизирующими излучениями, содержатся на санитарно-гигиеническом режиме.

Ионизирующим называется любое излучение, взаимодействие которого со средой приводит к образованию заряженных атомов и молекул – ионов, вызывая ионизацию среды. Единицей измерения энергии этого излучения является электрон-вольт (эВ). Один электронвольт (1 эВ) – это кинетическая энергия, которую приобретает электрон при разности потенциалов в 1 В. 1 эВ соответствует $1,6 \cdot 10^{-12}$ эрг или $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж. Производные единицы: килоэлектронвольт (1 кэВ = 103 эВ) и мегаэлектронвольт (1 МэВ = 106 эВ) [3]. Различают непосредственно и косвенно ионизирующие излучения.

Непосредственно ионизирующим излучением обычно является поток заряженных частиц высокой энергии – ядер гелия (альфа-излучение), ядер водорода (протоны), электронов и позитронов (бета-излучение), а также осколков деления тяжёлых ядер.

Заряженные частицы ионизируют среду непосредственно при столкновениях с её атомами и молекулами (первичная ионизация). Выбиваемые при этом электроны также могут при определённых условиях ионизировать среду (вторичная ионизация).

Косвенно ионизирующим излучением являются потоки нейтральных частиц (гамма-кванты, нейтроны). Непосредственным результатом их взаимодействия с веществом является образование вторичных заряженных частиц высокой энергии, которые и создают наблюдаемую ионизацию. В эту группу входят электромагнитное излучение высокой энергии (частоты), называемое фотонным, и потоки нейтронов. Исторически сложилось так, что ионизирующее излучение разделяют на два вида:

корпускулярное и фотонное. Корпускулярное излучение состоит из частиц с массой покоя, отличной от нуля, а именно:

- альфа-излучение, представляющее собой поток, объединенных в единое целое двух протонов и двух нейтронов (ядро атома гелия 4He^{2+});
- бета-излучение, представляющее собой поток электронов e^- или позитронов e^+ ;
- протонное излучение, представляющее собой поток протонов p (ядер водорода 1H^+);
- нейтронное излучение, представляющее собой поток нейтронов n ;
- дейтронное излучение, представляющее собой поток ядер изотопа водорода – дейтерия 2D^+);
- потоки многозарядных ионов;
- продукты ядерных реакций деления.

Фотонное излучение включает в себя косвенно ионизирующие:

- гамма-излучение, возникающее при изменении энергетического состояния атомных ядер (включая радиоактивный распад) или при аннигиляции частиц, т.е. при столкновении частицы с античастицей (при аннигиляции, например, электрона с позитроном возникают фотоны, т.е. кванты электромагнитного излучения);
- рентгеновское излучение – тормозное и характеристическое излучения, которые будут рассмотрены ниже.

Различают естественные (природные) и искусственные (техногенные) источники ионизирующих излучений. Радиоактивные материалы вошли в состав Земли с самого её рождения. Даже человек слегка радио-активен, так как во всякой живой ткани присутствуют в следовых количествах радиоактивные вещества. Рентгеновские лучи широко используются при дефектоскопии металлических изделий.

Основной опасностью при работе на рентгеноустановках является внешнее облучение обслуживающего персонала, а также работающих в соседних помещениях. Радиоактивный распад – явление вероятностное (статистическое). Если в образце находится N нераспавшихся ядер, то невозможно указать, какие из них распадутся в ближайший, достаточно малый, промежуток времени. При наиболее опасных работах (I класса и отчасти II) комплект СИЗ состоит из спецодежды (комбинезона или костюма), спецбелья, спецобуви, перчаток, бумажных полотенец и носовых платков разового пользования, а также средств защиты органов дыхания.

При работах меньшей опасности (II и III класса) работающие обеспечиваются халатами, шапочками, перчатками, лёгкой обувью и при необходимости средствами защиты органов дыхания.

Радиоактивные отходы (РАО) – любые материалы или вещества в газообразном, жидком и твёрдом агрегатном состоянии, не пригодные к дальнейшему использованию и содержащие радионуклиды в количествах, превышающих установленные действующими нормами и правилами. Различают РАО с низкой (менее 10^{-5} Ки/кг), средней (10^{-5} – 1 Ки/кг) и высокой (более 1 Ки/кг) активностью. На всех этапах обращения с РАО необходимо сводить к минимуму загрязнение окружающей среды, поэтому в настоящее время предусматриваются специальные меры обращения с ними: хранение, захоронение, переработка РАО. Переработка и удаление радиоактивных отходов – важная и сложная проблема радиационной гигиены. Газообразные радиоактивные отходы выдерживаются и очищаются на фильтрах с целью снижения их активности до допустимого уровня и затем сбрасываются в атмосферу. Одна из основных задач при удалении жидких и твёрдых отходов состоит в уменьшении объёмов за счёт их разделения в месте образования.

Концентрированные отходы следует собирать отдельно и не смешивать с разбавленными, так как последние часто можно сбрасывать либо прямо в сбросную систему, либо после несложной предварительной очистки. Твёрдые отходы также желательно разделять по активности, периоду полураспада, взрывопожароопасности, что также позволяет лучшим образом удалить их. Жидкие отходы обогащают посредством упаривания, осаждения и другими методами. В виде солевых концентратов хранят в

специальных резервуарах в поверхностных слоях земли, выше уровня грунтовых вод.

Твёрдые отходы цементируют, битумируют, остекловывают и захоранивают в контейнерах из нержавеющей стали: на десятки лет – в траншеях и других неглубоких инженерных сооружениях, на сотни лет – в подземных выработках, соляных пластах, на дне океанов. Захоронение радиоактивных отходов – размещение их в специальных хранилищах без последующего изъятия. Захоронение низко-, средне- и высокоактивных РАО производится отдельно. Взрывопожароопасные радиоактивные отходы перед отправкой на захоронение переводятся в неопасное состояние.

Твёрдые и жидкие радиоактивные отходы, содержащие радионуклиды с периодом полураспада менее 15 суток, собираются отдельно и выдерживаются в местах временного хранения для снижения степени активности до допустимых пределов, после чего они удаляются как обычные промышленные отходы или используются в системе производственного оборотного хозяйственно-технического водоснабжения. Некоторая часть радиоактивных отходов направляется на переработку, которая осуществляется специализированными организациями.

Переработка отработанного ядерного топлива – цикл мер по переработке РАО, позволяющий частично повторно использовать отходы в виде ядерного топлива после их регенерации. Регенерированный уран-235 возвращают в топливный цикл реакторов, а плутоний складируют или используют для изготовления смешанного уран-плутониевого топлива. Радиационный (дозиметрический) контроль является важнейшей частью обеспечения радиационной безопасности, начиная со стадии проектирования радиационно-опасных объектов.

ЛЕКЦИЯ №8

Тема: «Лазерные излучения и защита от них».

1. Основные определения. Природа, источники и характеристики лазерных излучений. Воздействие излучений на организм человека. Санитарно – гигиеническое нормирование
2. Опасности, создаваемые лазерными установками. Организация работ по работе с лазерами в помещении. Средства и методы защиты от лазерных излучений

Природа, источники и основные характеристики лазерного излучения.

Лазер, или оптический квантовый генератор (ОКГ), – техническое устройство, испускающее в виде направленного пучка электромагнитное излучение оптического диапазона с длиной волны от 0,2 до 1000 мкм, основанное на использовании вынужденного излучения.

Принцип действия лазера основан на свойстве атома (сложной квантовой системы) излучать фотоны при переходе из вынужденного состояния в основное (с меньшей энергией). При нормальных условиях число атомов, находящихся в возбуждённом состоянии, меньше числа атомов, находящихся на основном энергетическом уровне. В лазерах с помощью специальных приёмов и посредством подачи на рабочее тело энергии накачки добиваются того, что число атомов, находящихся в возбуждённом состоянии, становится значительно больше числа атомов, находящихся на основном уровне энергии. Лавинообразный переход атомов за очень короткое время из возбуждённого состояния в основное приводит к возникновению лазерного излучения. Лазер состоит из рабочего тела (активная среда), лампы накачки и зеркального резонатора. Сильная световая вспышка лампы и обеспечивает перевод атомов в возбуждённое состояние с последующим электромагнитным излучением. Отражаясь от резонансных экранов, фотоны пробивают полупрозрачный зеркальный экран и выходят монохроматическим когерентным (строго направленным) световым пучком высокой

энергии.

Рабочее тело, или активная среда, может быть твёрдым (кристаллы искусственного рубина с добавкой хрома, некоторые соли вольфрамовой и молибденовой кислот, стекла с примесью редкоземельных и других элементов), жидким (пиридин, бензол, толуол, бромнафталин, нитробензол и др.), газообразным (смесь галлия и паров кадмия, аргон, криптон, углекислый газ и др.), могут использоваться и полупроводники (Zn, S, ZnO, CaSe, Te, PbS, GaAs и др.). Атомы рабочего тела переводятся в возбуждённое состояние не только световым излучением, но и потоком электронов или химической реакцией. Электромагнитное излучение, генерируемое лазером в диапазоне длин волн 0,2...1000 мкм, может быть разбито в соответствии с биологическим действием на ряд областей спектра: - 0,2...0,4 мкм

– ультрафиолетовая область;

- 0,4...0,75 мкм – область видимого света;

- 0,75...1,4 мкм – ближняя инфракрасная;

- 1,4...400 мкм – дальняя инфракрасная область;

- 400...1000 мкм – субмиллиметровая область.

В настоящее время чаще всего применяют лазеры с длинами волн 0,34; 0,49...0,51; 0,53; 0,694; 1,06 и 10,6 мкм. Основными энергетическими параметрами лазерного излучения являются: энергия излучения W , Дж; мощность излучения P , Вт; облучённость E , Вт/м²; энергетическая экспозиция H , Дж/м².

Облучённость – отношение потока излучения, падающего на малый участок поверхности, содержащий рассматриваемую точку, к площади этого участка. Энергетическая экспозиция – физическая величина, определяемая интегралом облучённости по времени.

Лазеры могут быть квалифицированы следующим образом:

– по конструктивному исполнению (стационарные, передвижные, открытые, закрытые);

– по мощности излучения (сверхмощные, мощные, средней мощности, маломощные);

– по режиму работы (непрерывные, импульсные);

– по способу отвода тепла (с естественным охлаждением, с принудительным охлаждением водой, с принудительным охлаждением специальной жидкостью);

– по назначению (технологические, специальные, исследовательские, уникальные);

– по методу накачки (с химическим возбуждением, с пропусканием высокочастотного тока, с пропусканием импульсного тока, с пропусканием постоянного тока, с возбуждением импульсным светом, с возбуждением постоянным светом);

– по длине генерируемой волны (ультрафиолетовые, видимый свет, инфракрасные, субмиллиметровые);

– по активному элементу (жидкостные, полупроводниковые, твёрдотельные, газодинамические).

В соответствии лазеры классифицируются по степени опасности генерируемого излучения (от малоопасных – I класс, до высокоопасных – IV класс).

Лазеры I класса – выходное излучение не представляет опасности для глаз и кожи.

Лазеры II класса – выходное излучение опасно для глаз при облучении прямым или зеркально отражённым излучением.

Лазеры III класса – выходное излучение представляет опасность при облучении глаз прямым, зеркально отражённым, а также диффузно отражённым излучением на расстоянии 10 см от диффузно отражающей поверхности и (или) при облучении кожи прямым и зеркально отражённым излучением.

Лазеры IV класса – выходное излучение представляет опасность при облучении глаз и кожи диффузно отражённым излучением на расстоянии 10 см от диффузно отражающей поверхности.

Зеркально отражённым называют лазерное излучение, отражённое под углом, равным углу падения. Диффузно отражённое лазерное излучение – излучение, отражённое от поверхности, соизмеримой с длин волн, по всевозможным направлениям в пределах

полусферы.

В зависимости от типа, конструкции и целевого назначения лазеров и лазерных установок на обслуживающий персонал могут воздействовать следующие опасные и вредные факторы:

- а) лазерное излучение (прямое, зеркально или диффузно отражённое);
- б) повышенный уровень ультрафиолетового излучения, источником которого являются импульсные лампы накачки или кварцевые газоразрядные трубки;
- в) повышенная яркость света, излучаемого импульсными лампами или материалом мишени под воздействием лазерного излучения;
- г) повышенный уровень электромагнитных излучений ВЧ- и СВЧ- диапазонов от генераторов накачки; д) повышенный уровень инфракрасного излучения в рабочей зоне;
- е) повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне;
- ж) повышенная температура поверхностей оборудования;
- з) высокое напряжение электрического тока в зарядных устройствах, питающих батареи конденсаторов в цепи питания ламп накачки;
- и) повышенный уровень шума и вибрации на рабочем месте, возникающие при работе лазера (лазерной установки);

к) взрывоопасность систем накачки лазеров;

л) запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны, возникающие при взаимодействии лазерного излучения с мишенью и радиолиза воздуха (озон, окислы азота и др.).

Гигиеническое нормирование лазерного излучения. Основным нормативным документом, регламентирующим гигиеническое нормирование лазерных излучений, являются СанПиН 5804–91 «Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров». Нормы устанавливают предельно допустимый уровень (ПДУ) лазерного излучения для двух условий облучения (однократного и хронического) и для трех диапазонов длин волн λ :

I диапазон – $180 < \lambda \leq 380$ нм;

II диапазон – $380 < \lambda \leq 1400$ нм;

III диапазон – $1400 < \lambda \leq 105$ нм.

Хроническое облучение – систематически повторяющееся воздействие лазерного излучения, которому подвергаются люди, профессионально связанные с этим излучением. Нормируемыми параметрами лазерного излучения являются энергетическая экспозиция H и облучённость E , усреднённые по ограничивающей апертуре. Ограничивающая апертура – круглая диафрагма, ограничивающая поверхность, по которой производится усреднение облучённости или энергетической экспозиции.

Существует две формы дозиметрического контроля:

- 1) предупредительный (оперативный) дозиметрический контроль;
- 2) индивидуальный дозиметрический контроль.

Предупредительный дозиметрический контроль заключается в определении уровней энергетических параметров излучения в точках на границе рабочей зоны, индивидуальный – в измерении уровней энергетических параметров излучения, воздействующего на глаза (кожу) конкретного работающего в течение рабочего дня.

При выборе средств индивидуальной защиты необходимо учитывать рабочую длину волны излучения и оптическую плотность светофильтра. Оптическая плотность светофильтров, применяемых в защитных очках, щитках и насадках, должна удовлетворять требованиям энергетических параметров лазерного излучения в рабочей зоне; НПДУ, ЕПДУ, WPДУ, RPДУ – предельно допустимые уровни энергетических параметров при хроническом облучении.

Тема: «Средства и методы защиты человека от вредных факторов производственной среды. Санитарное законодательство Российской Федерации»

1. Роль средств индивидуальной защиты (СИЗ) от травматизма и заболеваний. Классификация.

2. Личная гигиена на производстве. Обеспечение работающих СИЗ в соответствии с ст. 212 и 219 Трудового кодекса Российской Федерации. Гигиенические требования к планировке предприятия и организации производства.

3. Законодательные и нормативные акты по производственной санитарии. Надзор и контроль за соблюдением санитарного законодательства.

Средства индивидуальной защиты

Средства индивидуальной защиты должны обеспечивать высокую степень защитной эффективности и удобство при эксплуатации, создавать оптимальные условия для трудовой деятельности, предохраняя работающих от травм, отравлений и профессиональных заболеваний.

Средства защиты для работающих нормируются СанПин 2.2.8.46-03 "Санитарные правила по дезактивации средств индивидуальной защиты».

В зависимости от характера применения все средства защиты работающих подразделяют на две категории:

- средства коллективной защиты (СКЗ);
- средства индивидуальной защиты (СИЗ).

Средства коллективной защиты от вредных производственных факторов в зависимости от назначения подразделяются на классы:

- средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест;
- средства нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест;
- средства защиты от повышенных или пониженных температур воздуха и температурных перепадов, к которым относятся устройства оградительные, автоматического контроля и сигнализации, термоизолирующие, дистанционного управления, для радиационного обогрева и охлаждения;
- средства защиты от повышенных или пониженных температур поверхностей оборудования, материалов и заготовок, к которым относятся устройства: оградительные, автоматического контроля и сигнализации, термоизолирующие, дистанционного управления;
- средства защиты от воздействия химических факторов, к которым относятся устройства: оградительные, автоматического контроля и сигнализации, герметизирующие, для вентиляции и очистки воздуха, для удаления токсичных веществ, дистанционного управления и знаки безопасности;
- средства защиты от повышенного уровня шума, к которым относятся устройства: оградительные, звукоизолирующие, звукопоглощающие, глушители шума, автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления;
- средства защиты от повышенного уровня ультразвука, к которым относятся устройства: оградительные, звукоизолирующие, звукопоглощающие, автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления;
- средства защиты от повышенного уровня инфразвуковых колебаний, к которым относятся оградительные устройства и знаки безопасности;
- средства защиты от повышенного уровня вибрации (общей и локальной);
- средства защиты от повышенного уровня электромагнитных излучений, к которым относятся: оградительные устройства, защитные покрытия, герметизирующие устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, устройства дистанционного управления, знаки безопасности;
- средства защиты от повышенной напряжённости магнитных и электрических полей, к

которым относятся оградительные устройства, защитные заземления, изолирующие устройства и покрытия, знаки безопасности;

– средства защиты от повышенного уровня инфракрасных излучений, к которым относятся устройства: оградительные, герметизирующие, теплоизолирующие, вентиляционные, автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления и знаки безопасности;

– средства защиты от повышенного уровня ультрафиолетовых излучений, к которым относятся устройства: оградительные, для вентиляции воздуха, автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления и знаки безопасности;

– средства защиты от повышенного уровня ионизирующих излучений, к которым относятся: оградительные устройства, предупредительные устройства, герметизирующие устройства, защитные покрытия, средства дезактивации, устройства автоматического контроля, устройства дистанционного управления;

– средства защиты при транспортировании и временном хранении радиоактивных веществ, знаки безопасности, ёмкости радиоактивных отходов;

– средства защиты от повышенного уровня лазерного излучения, к которым относятся: оградительные устройства, предохранительные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, устройства дистанционного управления, знаки безопасности;

– средства защиты от воздействия биологических факторов, к которым относятся: оборудование и препараты для дезинфекции, дезинсекции, стерилизации, дератизации; - оградительные устройства, герметизирующие устройства, устройства для вентиляции и очистки воздуха, знаки безопасности.

Средства индивидуальной защиты от вредных производственных факторов в зависимости от назначения подразделяются на следующие классы:

– костюмы изолирующие;

– средства защиты органов дыхания;

– одежда специальная защитная;

– средства защиты ног;

– средства защиты рук;

– средства защиты головы;

– средства защиты лица;

– средства защиты глаз;

– средства защиты органа слуха;

– средства дерматологические защитные.

Средства индивидуальной защиты могут быть постоянного пользования (без них работающему запрещается находиться на рабочем месте) и аварийного пользования, которые предусматриваются, как правило, в производствах, где используются пожаровзрывоопасные и токсичные вещества. Средства индивидуальной защиты изолирующего типа полностью изолируют организм человека от окружающей среды с помощью материалов, непроницаемых для воздуха и вредных примесей. По способу изготовления средства индивидуальной защиты делятся на средства: изготовленные промышленностью и простейшие изготовленные из подручных материалов.

Проблемы, связанные с химическим и радиоактивным заражением местности, а также по защите населения при этих условиях становятся все более актуальными в наши дни. Особенно после того, когда ядерная наука шагнула далеко вперед в своем развитии: на первом месте, конечно, стоит создание ядерного оружия. Отсюда следует, что необходима организация надежной защиты населения и народного хозяйства на всей территории страны и четкая организация системы оповещения. Население же должно быть в достаточной степени подготовлено к умелым действиям по соответствующим сигналам. Также очевидно, что должны быть силы и средства, которые обеспечивали бы ликвидацию последствий стихийных бедствий, катастроф, аварий на химических и радиоактивно опасных объектах или применения оружия.

Фильтрующие противогазы.

Фильтрующие противогазы являются основным средством индивидуальной защиты органов дыхания. Принцип их защитного действия основан на предварительном очищении (фильтрации) вдыхаемого человеком воздуха от различных вредных примесей.

В настоящее время в системе гражданской обороны для взрослого населения используются фильтрующие противогазы ГП-5, ГП-7. (Рис. 1).

Составляющие : фильтрующие – поглощающая коробка , лицевая часть (у противогаза ГП-5 – шлем-маска, ГП-7- маска), сумка для противогаза, соединительная трубка, коробка с не запотевающими плёнками.

Для детей – ДП-6, ДП-6м, ПДФ-7, ПДФ-2Д, ПДФ-2Ш, а также камера защитная детская КДЗ-6. (Рис. 2). Следует иметь в виду, что фильтрующие противогазы от окиси углерода не защищают, поэтому для защиты от окиси углерода используют дополнительный патрон, который состоит из гопкалита, осушителя, наружной горловины для навинчивания соединительной трубки, внутренней горловины для присоединения к противогазовой коробке.



Рис.1.



Рис.2.
Изолирующие противогазы.

Изолирующие противогазы (ИП-4М, ИП-4МК, ИП-5, ИП-46, ИП-46м) являются специальными средствами защиты органов дыхания, глаз, кожи лица от всех вредных примесей, содержащихся в воздухе. (Рис. 3). Их используют в том случае, когда фильтрующие противогазы не обеспечивают такую защиту, а также в условиях недостатка кислорода в воздухе. Необходимый для дыхания воздух обогащается в изолирующих противогазах кислородом в регенеративном патроне, снаряжённом специальным веществом (перекись и над перекись натрия).

Противогаз состоит из: лицевой части, регенеративного патрона, дыхательного мешка, каркаса и сумки.

ПРОТИВОГАЗЫ ИЗОЛИРУЮЩИЕ

Отличаются от фильтрующих тем, что полностью изолируют органы дыхания, глаза, кожу лица и голову от окружающей среды. Дыхание в них обеспечивается за счёт кислорода, выделяющегося из регенеративных соединений в регенеративном патроне. Этим противогазом пользуются тогда, когда невозможно применить фильтрующий, в частности, при недостатке кислорода в воздухе, при очень высокой концентрации ОВ, АХОВ и других вредных веществ, при работе под водой.

ИП-4М

1 - маска ИИП-4М
2 - дыхательный мешок
3 - соединительная трубка
4 - корпус регенеративного патрона
5 - сумка

ИП-4МК используется в аналогичной для дыхания атмосфере, в том числе повышенной влажности (до 10%), туманах, снегопаде.

Работать в изолирующем противогазе без химического патрона при средней физической нагрузке 45 мин., при средней — 70 мин., при лёгкой — до 3 часов.

Рабочий интервал температур — от -40°C до +40°C.
Масса — 5,6 кг.

ИП-5

1 - лицевая часть ИП-4М
2 - дыхательный мешок
3 - корпус регенеративного патрона

Этим изолирующим противогазом позволяют ещё дополнительно выполнять лёгкие работы под водой на глубине до 7 м.

Лицевая часть ИП-5 имеет подголовник, который увеличивает пространство под шлемом, что снижает загромождение стёкол шлема, а специальная система крепления повышает герметичность при работе под водой.

В случае нехватки газовой смеси на воду при работе под водой предусмотрено приспособление дополнительной подачи кислорода.

Рабочий интервал температур — от -40°C до +50°C.
Масса — 5,3 кг.

Рис.3.

Респираторы, противопыльные тканевые маски и ватно-марлевые повязки

В системе гражданской обороны наибольшее применение имеет респиратор Р-2. Респираторы применяются для защиты органов дыхания от радиоактивной и грунтовой пыли и при действиях во вторичном облаке бактериальных средств. (Рис. 4).



Рис.4.

Респиратор Р-2 представляет собой фильтрующую полумаску, снабжённую двумя клапанами входа и одним клапаном выхода (с предохранительным экраном), оголовьем, состоящим из эластичных тесёмок и носовым зажимом.

Если во время пользования респиратором появится много влаги, то рекомендуется его на 1 – 2 минуты снять, удалить влагу, протереть внутреннюю поверхность и снова надеть.

Противопыльная тканевая маска ПТМ-1 и ватно – марлевая повязка предназначены для защиты органов дыхания человека от радиоактивной пыли и при действиях во вторичном облаке бактериальных средств. От отравляющих веществ они не защищают. Маска состоит из двух основных частей – корпуса и крепления. Корпус сделан из 2 – 4 слоёв ткани. В нём вырезаны смотровые отверстия со вставленными в них стёклами. На голове маска крепится полосой ткани, пришитой к боковым краям корпуса. Плотное прилегание маски к голове обеспечивается при помощи резинки в верхнем шве и завязок в нижнем шве крепления, а также при помощи поперечной резинки, пришитой к верхним углам корпуса маски. Воздух очищается всей поверхностью маски в процессе его прохождения через ткань при входе.

Маску может изготовить каждый.

Маску надевают при угрозе заражения радиоактивной пылью. При выходе из заражённого района при первой возможности её дезактивируют : чистят (выколачивают радиоактивную пыль), стирают в горячей воде с мылом и тщательно прополаскивают, меняя воду.

Ватно – марлевая повязка .(ВМП) Для этого требуется кусок марли размером 100 на 50 см. На марлю накладывают слой ваты толщиной 1 – 2 см, длиной 30 см, шириной 20 см. Марлю с обеих сторон загибают и накладывают на вату. Концы подрезают вдоль на расстоянии 30 – 35 см так, чтобы образовалось две пары завязок. При необходимости

повязкой закрывают рот и нос ; верхние концы завязывают на затылке, а нижние – на темени. В узкие полоски по обе стороны носа закладывают комочки ваты. Для защиты глаз используются противопыльные защитные очки.

Все средства защиты органов дыхания надо постоянно содержать исправными и готовыми к использованию.

Средства защиты кожи.

Изолирующие и фильтрующие средства защиты кожи.

По принципу защитного действия средства защиты кожи подразделяются на изолирующие и фильтрующие.

Изолирующие средства защиты кожи изготавливают из воздухопроницаемых материалов, обычно из специальной эластичной и морозостойкой прорезиненной ткани. Они могут быть герметичными и негерметичными. Герметичные средства закрывают все тело и защищают от паров и капель ОВ, негерметичные средства защищают только от капель ОВ.

К изолирующим средствам защиты кожи относятся общевойсковой защитный комплект и специальная защитная одежда.

Фильтрующие средства защиты кожи изготавливают в виде хлопчатобумажного обмундирования и белья, пропитанных специальными химическими веществами. Пропитка тонким слоем обволакивает нити ткани, а промежутки между нитями остаются свободными; вследствие этого воздухопроницаемость материала в основном сохраняется, а пары ОВ при прохождении зараженного воздуха через ткань поглощаются.

Фильтрующими средствами защиты кожи может быть обычная одежда и белье, если их пропитать, например, мыльно-масляной эмульсией.

Изолирующие средства защиты кожи общевойсковой защитный комплект, легкий защитный костюм.

Изолирующие средства защиты кожи - общевойсковой защитный комплект и специальная защитная одежда - предназначены в основном для защиты личного состава формирований ГО при работах на зараженной местности.

Общевойсковой защитный комплект состоит из защитного плаща, защитных чулок и защитных перчаток.

Защитный плащ комплекта имеет две полы, борта, рукава, капюшон, а также хлястики, тесемки и закрепки, позволяющие использовать плащ в различных вариантах. Ткань плаща обеспечивает защиту от отравляющих, радиоактивных веществ и бактериальных средств, а также от светового излучения. Вес защитного плаща около 1,6 кг.

Защитные плащи изготавливают пяти размеров: первый для людей ростом до 165 см, второй - от 165 до 170 см, третий от 170 до 175 см, четвертый - от 175 до 180 см и пятый - выше 180 см.

Защитные перчатки - резиновые, с обтюраторами из импрегнированной ткани (ткань, пропитанная специальными составами, повышающими ее защитную способность от паров ОВ) бывают двух видов: летние и зимние. Летние перчатки пятипалые, зимние - двухпалые, имеют утепленный вкладыш, пристегиваемый на пуговицы. Вес защитных перчаток около 350 г.

Защитные чулки делают из прорезиненной ткани. Подошвы их усилены брезентовой или резиновой о союзкой. Чулки с брезентовой о союзкой имеют две или три тесемки для крепления к ноге и одну тесемку для крепления к поясному ремню; чулки с резиновой о союзкой крепятся на ногах при помощи хлястиков, а к поясному ремню - тесемкой. Вес защитных чулок 0,8-1,2 кг. При действиях на зараженной местности защитный плащ используется в виде комбинезона.

К специальной защитной одежде относятся: легкий защитный костюм Л-1. (Рис. 5).

Легкий защитный костюм изготовлен из прорезиненной ткани и состоит из рубахи с капюшоном 1, брюк 2, сшитых заодно с чулками, двупалых перчаток 3 и подшлемника 4. Кроме того, в комплект костюма входят сумка 5 и запасная пара перчаток. Вес защитного костюма около 3 кг.

Костюмы изготавливают трех размеров: первый для людей ростом до 165 см, второй от 165 до 172 см, третий выше 172 см.



Рис. 5.

Защитный комбинезон сделан из прорезиненной ткани. Он представляет собой сшитые в одно целое брюки, куртку и капюшон. Комбинезоны изготавливают трех размеров, соответствующих размерам, указанным для легкого защитного костюма.

Комбинезоном пользуются вместе с подшлемником, перчатками и резиновыми сапогами. Резиновые сапоги делают от 41-го до 46-го размера. Резиновые перчатки все одного размера пятипалые. Вес защитного комбинезона в комплекте с сапогами, перчатками и подшлемником около 6 кг.

К фильтрующим средствам защиты кожи относится комплект фильтрующей одежды ЗФО, состоящий из хлопчатобумажного комбинезона, мужского нательного белья, хлопчатобумажного подшлемника и двух пар хлопчатобумажных портянок.

Наряду с фильтрующими и изолирующими средствами защиты кожи применяются и подручные средства защиты кожи.

Медицинские средства индивидуальной защиты.

Классификация медицинских средств индивидуальной защиты.

Медицинские средства индивидуальной защиты - это медицинские препараты, материалы и специальные средства предназначенные для использования в ЧС с целью предупреждения поражения или снижения эффекта воздействия поражающих факторов и профилактики осложнений.

К табельным медицинским средствам индивидуальной защиты относятся:

- 1) аптечка индивидуальная АИ-2;
- 2) универсальная аптечка;

3) индивидуальные противохимические пакеты - ИПП-8, ИПП-10;

4) пакет перевязочный медицинский – ППМ.

Аптечка индивидуальная АИ-2.

Аптечка индивидуальная АИ-2 предназначена для профилактики и первой медицинской помощи при радиационном, химическом и бактериальном поражении, а также при их комбинациях с травмами. Носят аптечку в кармане. В ней имеются:

Гнездо N 1: шприц-тюбик с противоболевым средством (с бесцветным колпачком). В аптечку не вложен. Применяется при резких болях, вызванных переломами костей, обширными ожогами и ранами, в целях предупреждения шока путем введения в бедро или ягодицу (можно через одежду).

Гнездо N 2: в АИ-2 находится профилактическое средство при отравлении ФОВ – торен. Начало действия торена через 20 минут после приема. Принимать по одной таблетке по сигналу "Химическая тревога". Детям до 8 лет на один прием четверть таблетки, 8-15 лет - половину таблетки. Разовая доза торена в 10 раз уменьшает поражающую дозу ФОВ. При нарастании признаков отравления принять еще одну разовую дозу, в последующем принимать препарат через 4-6 часов. Вместо торена или в дополнение к нему может быть использован препарат П-6. Разовая доза - 2 таблетки, обеспечивает защиту от 3-4 смертельных доз в течение 12 часов. Личный состав Вооруженных Сил и невоенизированных формирований ГО обеспечивается аптечками АИ-1, в которых находится лечебный препарат афин в шприц-тюбике с красным колпачком, используемый при отравлениях ФОВ.

Гнездо N 3: противобактериальное средство N 2 (сульфадиметоксин) предназначается для профилактики инфекционных заболеваний после радиоактивного облучения. Принимают после облучения при возникновении желудочно-кишечных расстройств по 7 таблеток в один прием, по 4 таблетки в последующие 2 суток. Детям до 8 лет в первые сутки 2 таблетки, в последующие 2 суток по 1 таблетке; 8-15 лет в первые сутки по 3,5 таблетки, в последующие двое - 2 таблетки.

Гнездо N 4: радиозащитное средство N 1 (РС-1, таблетки цистамина) – обладает профилактическим эффектом при поражениях ионизирующим излучением. Фактор уменьшения дозы (ФУД) - показатель, характеризующий степень снижения биологического действия радиации - при приеме РС-1 составляет 1, 6. При угрозе облучения, по сигналу "Радиационная опасность" или перед входом на территорию с повышенным уровнем радиации за 35-40 минут выпить 6 таблеток, запив водой. Защитный эффект сохраняется 5-6 часов. При необходимости (продолжающееся облучение или новая угроза) через 4-5 часов после первого приема выпить еще 6 таблеток. Детям до 8 лет на один прием дают 1, 5 таблетки, 8-15 лет - 3 таблетки.

Гнездо N 5: противобактериальное средство N 1 (таблетки хлортетрациклина с нестатейном) предназначено для общей экстренной профилактики инфекционных заболеваний (чума, холера, туляремия, сибирская язва, бруцеллез и др.), возбудители которых могут быть применены в качестве биологического оружия. Принимать при угрозе бактериологического заражения или самом заражении (еще до установления вида возбудителя) . Разовая доза - 5 таблеток одновременно, запивая водой. Повторный прием такой же дозы через 6 часов. Детям до 8 лет на один прием 1 таблетка, 8-15 лет - 2, 5 таблетки. ПБС-1 может быть также применено для профилактики инфекционных осложнений лучевой болезни, обширных ран и ожогов.

Гнездо N 6: радиозащитное средство N 2 (РС-2, таблетки йодистого калия по 0, 25) предназначено для лиц, находящихся в зоне выпадения радиоактивных осадков: блокирует щитовидную железу для радиоактивного йода, поступающего с дыханием, продуктами питания и водой. Принимать по 1 таблетке натошак в течение 10 суток (в мирное время в случае аварии на АЭС принимать все время и еще 8 дней после последнего выброса) . Детям 2-5 лет дают по полтаблетки, менее 2-х лет - четверть таблетки, грудным - четверть таблетки только в первый день. Если начать прием в первые

2-3 часа после выпадения радиоактивного йода -защита на 90-95 %, через 6 часов - на 50 %, через 12 часов - на 30 %, через 24 часа - эффекта нет.

Гнездо N 7: противорвотное средство применяется после облучения, а также при явлениях тошноты в результате ушиба головы. Можно принимать не более 6 таблеток в сутки.

Индивидуальный противохимический пакет.

ИПП-11 содержит полидегазирующую рецептуру, находящуюся во флаконе, и набор салфеток. Предназначен для обеззараживания участков кожи, прилегающей к ним одежды и СИЗ, населения старше 7-летнего возраста от боевых ОВ и БС. Необходимо избегать попадания жидкости в глаза. Последовательность обработки: смоченным тампоном протереть открытые участки кожи (шея, кисти рук), а также наружную поверхность маски противогаза, который был надет. Другим тампоном протереть воротничок и края манжет одежды, прилегающие к открытым участкам кожи. Дегазирующую жидкость можно использовать при дезактивации кожных покровов, загрязненных РВ, когда не удастся водой и мылом снизить наличие РВ до допустимых пределов.

Пакет перевязочный медицинский.

Применяется пакет перевязочный ППМ для перевязки ран, ожогов и остановки некоторых видов кровотечения. Представляет собой стерильный бинт с двумя ватно – марлевыми подушечками, заключенными в непроницаемую герметическую упаковку. Порядок пользования ППМ: разорвать по надрезу наружную оболочку и снять ее; развернуть внутреннюю оболочку; одной рукой взять конец, а другой – скатку бинта и развернуть повязку; на раневую поверхность накладывать так, чтобы их поверхности, прошитые цветной ниткой, оказались наверху.

Средства защиты органов дыхания и кожи нужны теперь не только военнослужащим на случай применения отравляющих веществ в ходе боевых действий. Они нашли широкое применение и в мирные дни, особенно на предприятиях, изготавливающих или использующих в производстве аварийно химически опасные вещества (АХОВ). В противогазах приходится работать отрядам газо- и горноспасателей.

Таким образом, умелое использование СИЗ достигается постоянными тренировками. При этом особое внимание при обучении должно быть уделено: приобретению знаний о назначении, устройстве и порядке использования СИЗ в различных условиях обстановки. Следует также знать, что поддержание СИЗ в исправном состоянии и постоянной готовности к использованию достигается соблюдением правил их сбережения, своевременным и качественным ремонтом и техническим обслуживанием.

В комплексе защитных мероприятий проводимых ГО большое значение имеет обеспечение населения средствами специальной профилактики и первой медицинской помощи, а также обучение правилам пользования ими. Применение медицинских средств индивидуальной защиты в сочетании с СИЗ органов дыхания и кожи – один из основных способов защиты людей в условиях применения противником оружия массового поражения, а также в условиях ЧС мирного времени. Учитывая, что в сложной обстановке необходимо обеспечить профилактику и первую медицинскую помощь в самые короткие сроки, особое значение приобретает использование медицинских средств в порядке само- и взаимопомощи.

Отсутствие навыка пользования СИЗ и нарушение правил хранения, сбережения, обслуживания и своевременного освежения крайне негативно влияет на готовность подразделений в условиях по устранению ЧС техногенного и природного характера.

