

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СЕВЕРО-ОСЕТИНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ  
АКАДЕМИЯ»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(ФГБОУ ВО СОГМА Минздрава России)**

**Кафедра гигиены медико-профилактического факультета с эпидемиологией**

**ОБЩАЯ ГИГИЕНА**

**Методическое пособие  
для студентов медико-профилактического факультетов**

**ВЛАДИКАВКАЗ, 2020**

**Составители:** доктор медицинских наук, заведующий кафедрой гигиены медико-профилактического факультета с эпидемиологией Бутаев Т.М.

Кандидат медицинских наук ст.п. кафедры гигиены медико-профилактического факультета с эпидемиологией, Цирихова А.С.

## **Раздел 1. ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ**

### **Тема: МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ**

Цель занятия: научиться оценивать физическое развитие детей и подростков разными методами.

Студент должен знать:

1. Признаки физического развития: соматоскопические, соматометрические, физиометрические;
2. Методы оценки физического развития: по сигмальным отклонениям, по шкалам регрессии, центильным методом, комплексная оценка.

Студент должен уметь:

- исследовать антропометрические показатели,
- оценивать полученные признаки физического развития вышеперечисленными методами,
- пользоваться стандартами физического развития.

#### Алгоритм работы студентов на занятии

1. Ознакомиться с методическими указаниями к теме занятия.
2. Выслушать дополнение и объяснение преподавателя по представленной теме.
3. Получить ситуационные задачи у преподавателя и оценить физическое развитие детей изученными методами.
4. Дать заключение по физическому развитию ребенка.
5. Сдать ситуационную задачу преподавателю для проверки.
6. Ответить на контрольные вопросы по теме занятия.

#### **Основные теоретические вопросы темы**

Одним из ведущих критериев состояния здоровья подростков является уровень физического развития. Основные параметры морфологического статуса - длина и масса тела, окружность грудной клетки - не представляют стабильную величину, так как подвержены влиянию эндо- и экзогенных факторов. Использование стандартов физического развития позволяет определить возрастные закономерности роста и развития, выявить влияние условий среды на формирование морфологического статуса ребенка и подростка, а также осуществить планирование оздоровительной работы и проводить оценку эффективности проведенных лечебно-профилактических мероприятий.

Соматоскопия - описание и анализ данных наружного осмотра: состояние кожи и слизистых оболочек, жиротложение, костяк, форма грудной клетки, позвоночник, форма ног, стопы, анализ отпечатка стопы, оценка степени полового развития, количество зубов.

Соматометрия - определение роста, веса и окружности грудной клетки.

Физиометрия - определение жизненной емкости легких, мышечной силы рук, артериального давления, числа дыханий в минуту.

После измерения антропометрических показателей по общепринятой методике приступают к оценке физического развития. Существует несколько методов оценки

физического развития детей и подростков: метод сигмальных отклонений или по профилю физического развития, метод оценки по шкалам регрессии, комплексная оценка физического развития с учетом биологического возраста, центильный метод оценки физического развития детей и подростков.

Общим для всех вышеперечисленных методов оценки является сравнение фактических данных ребенка с данными стандартов физического развития.

### **Оценка физического развития методом сигмальных отклонений**

По методу сигмальных отклонений оцениваются соматометрические признаки - рост, масса тела, окружность грудной клетки. Для этого каждый показатель ребенка сравнивают с соответствующим средним показателем стандарта. При этом нужно из фактических данных роста, массы тела и окружности грудной клетки вычесть соответствующие показатели стандартов и полученную разность разделить на величину нормального отклонения признака от средней величины - сигму. Полученная при делении величина называется сигмальным отклонением. По величинам сигмальных отклонений строится профиль физического развития. Для построения профиля физического развития на равном расстоянии друг от друга проводят горизонтальные линии по числу оцениваемых признаков: рост, масса тела, окружность грудной клетки. Вертикальная линия в центре - М - соответствует средним величинам той возрастно-половой группы, к которой относится ребенок. По обе стороны от средней линии на равных расстояниях откладывают влево - отрицательные значения, вправо - положительные значения сигмального отклонения. Эти линии проводят параллельно средней вертикальной линии. Полученные величины сигмальных отклонений наносят на соответствующей данному признаку горизонтальной линии. Соединяя точки каждого признака, получают профиль физического развития. Если профиль физического развития расположен в пределах от М-15 до М+18, то физическое развитие считается средним, если профиль расположен от -15 до -25, то развитие будет ниже среднего, от -25 до -35 - низкое развитие, от +15 до +25 - развитие выше среднего, от +25 до +35 - высокое развитие.

По профилю судят еще и о пропорциональности развития. Если все три признака физического развития отклоняются один от другого не более чем на 1 сигму, то следует считать телосложение пропорциональным, а при отличии одного из признаков от другого более чем на 1 сигму телосложение считается непропорциональным. Недостатком метода оценки физического развития по сигмальным отклонениям является отсутствие корреляции между оцениваемыми признаками, т.е. между ростом, массой тела, окружностью грудной клетки. Каждый из признаков оценивается отдельно.

### **Метод оценки физического развития по шкалам регрессии**

Этот метод более совершенный, так как шкала регрессии - это оценочные таблицы, учитывающие корреляционную зависимость между двумя антропомет-

рическими признаками: длиной и массой тела, длиной тела и окружностью грудной клетки. Они составляются на основании проведения многочисленных исследований на детях одного возраста, пола, национальности и проживания в одной местности. Основой оценочной таблицы является рост ребенка, представленный во всех вариантах (от минимального до максимального значения с интервалом в 1 см) с делением на 5 групп: низкий, ниже среднего, средний, выше среднего, высокий.

Методика оценки по шкалам регрессии заключается в следующем: сначала находят, к какой группе роста относится рост данного ребенка, затем соответственно данному росту находят, каким должна быть масса тела и окружность грудной клетки ребенка. Далее, из фактических данных массы тела и окружности грудной клетки вычитают показатели стандарта - по шкалам регрессии - по весу и окружности грудной клетки и делят эту разность на сигму регрессии, которую находят из шкалы регрессии, отдельно по росту и окружности грудной клетки. Полученные величины называются частно-сигмальными отклонениями. Если частно-сигмальные отклонения находятся до  $+15$  регрессии, то развитие ребенка считается гармоничное; если  $+25$  регрессии, то развитие дисгармоничное; если более  $\pm 2.5$ , то развитие считается резко дисгармоничным за счет низкого или высокого роста, дефицита или избытка массы тела 1 и 2 степени.

Дети с избыточной массой тела направляются к эндокринологу, так как в значительном проценте случаев среди них встречаются лица с ожирением. Дети с низким ростом также направляются к эндокринологу для решения вопроса, имеет ли место общая задержка физического развития или низкий рост ребенка обусловлен генетическими факторами (низкорослость родителей). Дети с дефицитом массы тела подлежат наблюдению педиатром для установления причин этого дефицита.

Указанный метод тоже имеет недостаток, т.к. он позволяет оценить лишь морфологический статус ребенка, но не уровень биологического развития.

### **Комплексная схема оценки физического развития**

Эта схема дает возможность оценить не только морфологический статус ребенка, но и биологический уровень развития ребенка. Оценка по комплексной схеме проводится в два этапа: на первом этапе оценивают рост, вес, окружность грудной клетки по шкалам регрессии, давая при этом заключение о гармоничности развития ребенка. На втором этапе приступают к оценке биологического уровня развития, т.е. оцениваются следующие признаки: погодная прибавка длины тела ребенка, количество зубов, степень развития вторичных половых признаков, динамометрия, жизненная емкость легких и срок наступления менструации у девочек (табл. 1).

Таблица 1

#### **Показатели уровня биологического развития школьников**

Возраст	Длина тела, см М+ст	Погодовая прибавка в росте, см	Число зубов М + ст	Степень развития вторичных половых признаков
<b>М А Л Ь Ч И К И</b>				
7	М + с т	4 - 6	7 +3	
8	М + с т	4 - 6	1 2 +2	
9	М + с т	4 - 6	1 4 +2	
1 0	М + с т	4 - 6	1 8 +3	
1 1	М + с т	4 - 6	2 0 +4	Ax <sub>0</sub> , P <sub>0</sub>
12	М+ст	4-6	24+3	Ax <sub>0</sub> , P <sub>0,1</sub>
13	М+ст	7 - 10	27+1	Ax <sub>0</sub> , Pi
14	М+ст	7 -10	28	Ax, P <sub>2</sub>
15	М+ст	4-7	28	Ax <sub>2</sub> , P <sub>3</sub>
16	М+ст	3 -4	28	Ax <sub>3</sub> , P <sub>3,4</sub>
17	М+ст	1-2	28	Ax <sub>3</sub> , P <sub>4</sub>
<b>Д Е В О Ч К И</b>				
7	М + с т	4 - 5	9 + 3	
8	М + с т	4 - 5	12+3	
9	М + с т	4-5	15+3	
10	М + с т	4-5	19+3	Ax <sub>0</sub> , P <sub>0</sub> , Ma <sub>0</sub>
11	М + с т	6-8	21+3	Ax <sub>0</sub> б P <sub>0-1</sub> , Ma <sub>1</sub>
12	М + с т	6-8	25+2	Ax <sub>1</sub> 2, Pi-2? Ma <sub>2</sub>
13	М + с т	4-6	28	Ax <sub>2-3</sub> , P <sub>2-3</sub> , Ma <sub>2-3</sub> , менархе
14	М + с т	2-4	28	Ax <sub>2-3</sub> , P <sub>3</sub> , Ma <sub>2-3</sub> , менархе
15	М + с т	1-2	28	Ax <sub>3</sub> , P <sub>3</sub> , Ma <sub>3</sub> , мензес
16	М + с т	1-2	28	Ax <sub>3-4</sub> , P <sub>3,4</sub> , Ma <sub>3-4</sub> , мензес
17	М + с т	0-1	28	Ax <sub>3-4</sub> , P <sub>4</sub> , Ma <sub>4</sub> , мензес

P - rubis -развитие волос на лобке

P<sub>0,4</sub> - от отсутствия волос до четвертой степени развития Ax - axillaris - развитие волос в подмышечной впадине Ax o. 4 - от отсутствия волос до четвертой степени развития

Ma - mamma - развитие молочной железы Ma o - 4 - от отсутствия до четвертой степени развития Menarche - время появления первой менструации Menses - установление менструального цикла

Для оценки физического развития по комплексной схеме предлагаются таблицы 1, 2, 3, которые могут быть использованы в любом районе с поправкой на средний возраст. Ведущими показателями биологического развития в младшем возрасте является длина тела и число постоянных зубов. В среднем и старшем возрасте - характер годовых прибавок и степень выраженности вторичных

половых признаков. Общая формулировка физического развития ребенка будет звучать так: ребенок... лет, при высоком (низком) росте, гармоничного (или дисгармоничного) развития, по большинству оцениваемых признаков соответствует (или отстает, или опережает) своему календарному возрасту.

**Жизненная емкость легких девочек и мальчиков  
школьного возраста, см<sup>3</sup>**

Таблица 2

Возраст	ДЕВОЧКИ	МАЛЬЧИКИ
	М + ш	М + ш
7	1372 +40,8	1387+32,5
8	1510+24,0	1633+23,8
9	1734 +25,0	1921+26,4
10	1859 +24,3	2086+ 27,5
11	2060 ± 30,7	2223+ 26,5
12	2370 + 35,8	2493+28,1
13	2632 + 34,8	2841+33,7
14	2833 +36,5	3160+ 40,2
15	3037 + 33,7	3729+ 47,7
16	3048 + 33,0	4085+ 56,1
17	30 28 ± 49,2	4481+51,7

Таблица 3

**Мышечная сила рук девочек и мальчиков школьного возраста, кг**

Возраст, годы	ДЕВОЧКИ		МАЛЬЧИКИ	
	Правая рука М + ш	Левая рука М + ш	Правая рука М + ш	Левая рука М + ш
7	9,9 ± 0,26	9,46 ± 0,27	11,77+0,25	10,83 ± 0,26

Продолжение табл. 3

8	11,12 + 0,17	10,30 + 0,17	13,51+0,20	12,38 + 0,20
9	12,40 + 0,21	11,52 + 0,21	15,13+0,25	14,05 ± 0,23
10	14,05 ± 0,23	12,93+0,21	17,61+0,26	16,18 + 0,26
11	15,20 + 0,21	14,11+0,23	19,56+0,31	17,08 ± 0,26
12	17,40 + 0,30	15,87 + 0,26	20,78 +0,31	18,85 + 0,34
13	20,21+0,35	18,87 + 0,32	26,33 +0,55	23,13+0,46
14	22,47 ± 0,38	20,72 ± 0,30	33,15+0,70	29,90 + 0,71
15	23,68 ± 0,40	21,92 + 0,44	40,00 ± 0,78	37,98 ± 0,64
16	26,64 ± 0,44	24,38 ± 0,42	46,00 ± 0,78	40,27 ± 0,73

## Центильный метод оценки физического развития

Сущность метода заключается в следующем. Все результаты измерения одного признака у большой группы детей одного пола и возраста располагают в восходящем порядке в виде упорядоченного ряда. Этот ряд делят на сто интервалов. Для характеристики распределения приводят обычно не все сто, а лишь семь фиксированных центилей: 3-й, 10-й, 25-й, 50-й, 75-й, 90-й, 97-й. Третий центиль отсекает 3% наблюдений данного ряда; десятый центиль - 10% наблюдений и т.д. Каждый из фиксированных центилей называют центильной вероятностью и обозначают в процентах. Между фиксированными центильными вероятностями образуется 8 промежутков, которые получили название дентальных интервалов. В центильном методе величину наблюдаемого признака считают средней, типичной, если она находится в пределах 25-75 центилей. Следовательно, за среднее значение признака принимают его величины, ограниченные 4- 5-центильными интервалами. 1-3-й интервалы характеризуют снижение изучаемого показателя, 6-8-й интервалы свидетельствуют об увеличении изучаемого показателя по сравнению со средними его значениями.

Центильная вероятность (центили), %	3		10		25	50	75	90	97	100
Центильные интервалы	1	2	3	4 5		6	7	8		
Оценка показателей	Очень низкая	Низкая	Пониженная	Средняя		Повышенная	Высокая	Очень высокая		

По дентальному методу оценивается соматотип ребенка и гармоничность его развития. Соматотип ребенка оценивается согласно схеме Дорохова Р.А. и Бахраха Н.И. По данной схеме у здоровых детей выделяется три соматотипа: микро-, мезо- и макросоматический. Если сумма номеров коридоров составляет до 10, то ребенок относится к микросоматическому типу, при сумме от 11 до 15 - к мезосоматическому, от 16 до 21 - к макросоматическому типу.

Гармоничность физического развития определяется следующим образом: если разность номеров коридоров **между** любыми из трех параметров (ростом, массой тела, окружностью грудной клетки) составляет не больше единицы, то развитие гармоничное, если разность хотя бы между двумя параметрами составляет 2, то развитие дисгармоничное, если 3 и более, то развитие резко дисгармоничное. Оценка проводится в соответствии с одномерными центильными шкалами для оценки физического развития детей.

### Контрольные вопросы по теме занятия

1. Группы признаков физического развития.
2. Измерение признаков физического развития.
3. Типы телосложения, формы позвоночника, форма ног.
4. Определение плоскостопия.



5. Группировка детей по возрастам.
6. Методы оценки физического развития детей и подростков.
7. Суть метода оценки физического развития по сигмальным отклонениям.
8. Метод оценки физического развития по комплексной схеме.
9. Метод оценки физического развития по шкалам регрессии.
10. Дентальный метод оценки физического развития.

## **Тема: МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ**

Цель самостоятельного занятия: научиться использовать методы оценки функционального состояния детей и оценивать полученные результаты исследования.

Задачи занятия: овладеть методами, предлагаемыми для оценки функционального состояния детей и подростков и их работоспособности и научиться:

1. Использовать метод определения количества и качества выполненной работы (решение арифметических примеров).
2. Проводить оценку умственной работоспособности по корректурным пробам А.Г.Иванова-Смоленского и В.Я. Анфимова.
3. Пользоваться аппаратом хронорефлексометром для оценки условно-рефлекторной деятельности и оценивать полученные результаты.
4. Использовать методику определения устойчивости ясного видения.
5. Проводить оценку силы и выносливости мышц по показателям статической работы.
6. Использовать метод определения тонкой координации движения пальцев рук /тремометрия/.

Учебные и наглядные пособия для самостоятельной работы:

1. Корректурные таблицы Иванова-Смоленского и Анфимова.
2. Секундомер.
3. Хронорефлексометры.
4. Тремометры.
5. Таблицы с кольцами Ландольта.
6. Динамометры.

Образец заполнения протокола  
при оценке функционального состояния организма

Фамилия, имя, отчество	Хронорефлексо- метрия		Дозированное задание				Устой- чи- вость ясного виде- ния	Дина- мо- мет- рия	Тremo- мет- рия
	свет	звук	Примеры		Корр. пробы				
			Кол- во	Кач- во	Кол- во	Кач- во			

В процессе воспитания и обучения дети вовлекаются в различные виды деятельности, которые являются основными факторами, стимулирующими рост и развитие организма. По характеру влияния на обмен веществ и энергии организма виды деятельности разделяют на:

- 1) деятельность с малым калорическим и механическим эффектом, составляющую основу умственной работы,
- 2) деятельность со средним и большим калорическим и механическим эффектом, к которой относятся различные виды физической деятельности.

Калорический эффект умственной деятельности обычно составляет 50 - 90 ккал/ч, величина его колеблется в зависимости от возраста учащихся и характера занятий.

Калорический эффект физической работы значительно превышает 400 - 600 ккал/ч. Механический эффект при выполнении умственной работы приближается к нулю, при выполнении различных видов физической деятельности он достаточно велик, так как выполнение ее требует перемещения тела и преодоления различных сопротивлений. Учебно-воспитательная работа в детских учреждениях строится на сочетании этих двух видов деятельности

В процессе выполнения различных видов деятельности постепенно появляется утомление. Утомление, являясь естественным физиологическим следствием любой работы, отражает реакцию всего организма, которая проявляется в возникновении усталости, снижении работоспособности, снижении функций организма, функциональном истощении клеток коры головного мозга. В детском возрасте в центральной нервной системе преобладают процессы возбуждения над процессами активного торможения, имеют место повышенная подвижность нервных процессов (быстрая смена очагов возбуждения и торможения), склонность процессов возбуждения к иррадиации, большая выраженность ориентировочного рефлекса: «Что такое?». Все это приводит к необходимости обращать внимание при обучении детей на состояние их ЦНС, которая тем более лабильна, чем младше ребенок.

Поэтому поддержанию работоспособности на высоком уровне в течение учебного урока и недели способствуют: соответствие величины учебной нагрузки возрасту ребенка, правильный режим занятий, методика проведения уроков и

перемен. Связанная с особенностями высшей нервной деятельности недостаточная длительность активного внимания вызывают необходимость использования различных методик преподавания и включения пауз, заполненных физическими упражнениями, которые способствуют перемещению очагов возбуждения в коре головного мозга и отдыху первично возбужденных центров. Преобладание первой сигнальной системы (образное восприятие) требует применения в учебном процессе различных наглядных пособий.

В связи с этим перед врачами, работающими в области гигиены детей и подростков, стоит задача создания условий, обеспечивающих максимальную работоспособность во время занятий и предупреждающих возникновение у детей преждевременного утомления.

Врач должен владеть методами исследований, которые позволяют провести гигиеническую оценку организации учебно-воспитательного процесса в детском учреждении и дать в последующем обоснованные гигиенические рекомендации.

Для оценки функционального состояния организма и его работоспособности применяют методики, позволяющие получить количественные и качественные показатели так называемой общей умственной работоспособности (дозированные задания, корректурные пробы А.Г.Иванова-Смоленского, В.Я.Анфимова и др.), методики, позволяющие определить функциональные изменения высшей нервной деятельности (условно-рефлекторные методики, устойчивости ясного видения и т.д.) и методики, позволяющие характеризовать состояние так называемой мышечной работоспособности (определение мышечной выносливости и максимальной силы рук, определение статической выносливости и т.д.).

Оценка внешней среды проводится обычными гигиеническими методиками с использованием объективных приборов (люксметр, психрометр, кататермометр, анемометр и т.д.).

Методики исследования функционального состояния и работоспособности организма

В зависимости от цели работы указанные исследования могут быть проведены однократно в течение урока или многократно, т.е. в начале, середине и конце урока или в начале, середине и конце учебного дня.

### 1. Метод определения количества и качества выполненной работы

Эта методика предусматривает дозирование работы во времени и позволяет получить количественные и качественные показатели так называемой общей умственной работоспособности. Для этого используют специально составленные комплексы арифметических примеров или диктанты и корректурные таблицы. Арифметические задания должны состоять из определенного количества примеров на все четыре действия (приложение 1).

Перед началом урока учащимся раздают листы бумаги с написанными примерами. Подается команда «начинайте», и учащиеся приступают к выполнению задания. В течение 5 минут они решают устно примеры и записывают окончательный ответ. По истечении заданного времени учащиеся отдают листы исследователю. То же самое делают в конце урока. Затем учитывают количество всех решенных примеров и правильно решенных как до начала урока, так и в конце. Число правильно решенных примеров до начала учебных занятий принимается за 100%. Уменьшение процентного соотношения правильно решенных примеров от начала к концу занятий расценивается как снижение работоспособности, увеличение - как повышение ее.

#### Задание для учащихся 3 класса

$69 + 63 =$	$15 \times 6 =$	$48 + 12 + 24 - 10 + 40 =$
$93 - 37 =$	$81 : 3 =$	$21 - 10 + 12 - 18 + 100 =$
$23 \times 7 =$	$36 + 62 =$	$(110 : 2) \times 3 : 5 + 33 =$
$136 : 8 =$	$102 - 15 =$	$210 \times 3 \times 3 : 3 - 400 =$
$66 + 47 =$	$16 \times 5 =$	$(840 : 420) \times (100 : 20) + 90 =$
$94 - 36 =$	$56 : 2 =$	$480 - 240 + 760 - 500 =$
$24 \times 6 =$	$44 + 18 =$	$550 : 5 \times 4 : 2 + 480 =$
$96 : 6 =$	$57 - 19 =$	$(250 \times 2 : 5) - 28 + 30 =$
$27 + 35 =$	$23 \times 6 =$	$44 + 48 - 30 + 100 - 12 =$
$83 - 25 =$	$72 : 6 =$	$100 - 40 + 150 - 10 + 400 =$

#### Задание для учащихся 4 класса

$(85 : 5 + 73) : 15 - 6 =$	$((59 + 19) : 26 + 77) : 16 =$
$(9 \times 8 - 28) : 11 \times 19 =$	$(84 : 28 \times 6 + 26) : 22 =$

#### Задание для учащихся 4 класса

$$(18 \times 5 - 39) : 17 \times 24 = \quad (49 + 47) : 8 \times 7 + 16 =$$

$$£27 \times 3 + 180) : 3 + 133$$

$$(60 + 80) : 2 \times 3 - 50 =$$

Задание для учащихся 5 класса

$825 + 137 =$	$241 + 39 =$	$615 + 718 =$	$265 - 196 =$
$147 + 258 =$	$(25 + 55) \times 8 =$	$(23 - 12) \times 4 =$	$(65 + 36) \times 2 =$
$(153 - 68) \times 3 =$	$525 - 253 =$	$157 + 294 =$	$172 + 285 =$
$(215 + 216) \times 2 =$	$(117 - 95) \times 3 =$	$(156 + 167) \times 2 =$	$(138 \times 2) - 115 =$
$(55 - 65) =$	$347 + 549 =$		

Задание для учащихся 7 и 9-го классов

$((13 \times 12) + 444) : 15 \times 20 =$	$((300 : 15 \times 20) - 113) : 7 =$
$((16 \times 12 + 208) : 16) \times 7 =$	$((350 - 80) - 3) \times 8 + 280 =$
$((260 + 440) : 70 + 290) \times 3 =$	$(3 \times 37 + 589) : 10 + 80 =$
$((342 + 308 + 70) : 90) \times 120 =$	$((11 \times 11 + 122) : 3) \times 5 =$
$((146 + 354 + 310) : 270) \times 108 =$	$((658 + 342 - 280) : 80) \times 105 =$

Работа, дозирования во времени, исследуется при помощи буквенных корректурных таблиц А.Г. Иванова-Смоленского, В.Я. Анфимова.

Корректурная таблица Иванова-Смоленского состоит из 31 строки по 10 сочетаний букв в каждой строке. Каждое сочетание состоит из 3, 4 и 5 букв. Учащиеся, получая корректурные таблицы, пишут на них фамилию, имя, номер школы, класс и момент исследования. Затем по команде «начинайте» вычеркивают определенное сочетание букв. Например, дается задание вычеркнуть «С» в сочетании «х» или сочетание НАЕ.

Учащимся 1-2 классов обычно предлагают вычеркивать не сочетание букв, а одну или две буквы. Работа выполняется 3-5 мин, затем таблицы собирают. Подсчитывают количество просмотренных строк и количество сделанных ошибок в виде пропущенных или неправильно вычеркнутых сочетаний букв. Общее число ошибок дается в пересчете на 500 знаков. Разница между количеством сделанных ошибок и числом просмотренных строк до и после учебных занятий указывает на изменение работоспособности.

Задание по корректурной таблице Анфимова состоит из набора букв на 40 строках (по 40 букв в каждой).

Это задание состоит из 2-х частей. Перед выполнением задания учащимся дают указание: «Просматривая строчки слева - направо, вычеркивать, например, букву «А». Затем дают сигнал о начале выполнения задания. Через 2 мин работу прерывают, каждый учащийся чертой отмечает проделанную работу. После этого дают второе указание: - "Продолжайте вычеркивать букву «А» во всех случаях, за исключением тех, когда перед «А» стоит буква «Н»". Учащиеся выполняют задание еще 2 мин и сдают.

Корректурные таблицы обрабатываются следующим образом: подсчитывают количество просмотренных знаков за 4 минуты работы, общее число оши

бок (пропуски, исправления, неправильно вычеркнутые буквы) и те ошибки, которые связаны с введением дифференцированного компонента. Затем вычисляют показатель "К" - отношение всего объема задания к первой его части (до введения дифференцированного компонента). Общее число ошибок приводится в пересчете на 500 знаков, а ошибок на дифференцировку на 200 знаков.

Таким образом, использование таблиц Анфимова позволяет исследовать функциональные изменения высшей нервной деятельности учащегося. Показатель "К" характеризует протекание нервных процессов.

При хорошей подвижности нервных процессов вторая часть работы по объему показывается такой же, как и первая; показатель "К" приближается к 2,0. При этом общее количество ошибок и ошибок на дифференцировку незначительно, что свидетельствует о высоком уровне умственной работоспособности.

Когда подвижность нервных процессов ухудшается, то вторая часть работы по объему уменьшается в сравнении с первой, показатель "К" уменьшается; общее количество ошибок и ошибок на дифференциацию возрастает значительно. Это следует рассматривать как ухудшение работоспособности учащегося.

Для дошкольников и детей первого года обучения в школе можно давать в качестве дозированного задания фигурные таблицы (приложение 4). Детям дают задание: "В первой части ставьте в треугольниках - точку, а в кружочках - знак сложения, во второй части в кружочках ставьте точку, а в треугольниках - знак сложения. Обработку производят по тому же принципу, что и обработку буквенных корректурных таблиц. Подсчитывают общее количество просмотренных фигурок, число всех ошибок и ошибок во второй части. Общее количество ошибок следует давать в пересчете на 100 просмотренных фигурок.

## 2. Методика определения функционального состояния центральной нервной системы

а/ ХронореФлексометрия позволяет определить время скрытого периода двигательной реакции исследуемого в ответ на зрительное и слуховое раздражение. Для этих целей используют многоканальный хронорефлексометр, состоящий из 3-х частей: измерительной части, блока раздражителей и специального «запоминающего устройства», последнее дает возможность проводить измерения одновременно у нескольких человек. Датчиками прибора служат кнопочные устройства, которые нажимают испытуемые. В момент предъявления того или иного раздражителя испытуемые снимают руки с кнопок. Прибор регистрирует время от момента предъявления раздражителя до начала двигательной реакции испытуемых.

Перед началом работы датчики-кнопки подключают к прибору. Прибор включают в сеть переменного тока. Тумблер верхней части прибора вначале ставят в положение «включено» и прибор прогревают 3-5 мин. Далее устанавливают диапазон измерений от 0 до 0,25 с или от 0 до 0,5 с. Определяют вид раздражителя и специальный тумблер ставят в положение «свет» или «звук».

После этой подготовительной части основной переключатель «сброс- работа» ставят в положение «работа». Прибор готов к работе. Испытуемые, получив предварительно инструкцию, плотно нажимают свои кнопки. Исследователь кнопкой «пуск» дает раздражитель (кнопка «пуск» должна быть нажата в течение 0,5-1 с). После этого снимают показания поочередно на каждом канале: 1-м, 2-м, 3-м, 4-м, 5-м и 6-м. Когда будут записаны все показатели, необходимо их сбросить, поставив ручку «сброс-работа» в положение «сброс». После возвращения ручки в положение «работа» - в положение «сброс». После возвращения ручки в положение «работа» прибор вновь готов для повторного цикла измерений. В процессе каждого исследования производят 3 измерения, средняя величина принимается за показатель времени скрытого периода. Отсчет времени производится в тысячных долях секунды. Реакция может считаться измененной, если разница между показателями составляет + 0,01 с.

По этой методике определяют не только величину скрытого латентного периода условной двигательной реакции, но и состояние дифференцировочной реакции. Срывом дифференцировочной реакции считаются случаи, когда испытуемый отпускает кнопку при подаче отрицательного раздражителя. По динамике величины латентного периода и уменьшения или увеличения случаев срыва дифференцированности судят о функциональных изменениях высшей нервной деятельности, об улучшении или ухудшении подвижности нервных процессов. Удлинение латентного периода и увеличение количества срывов дифференцировки к концу учебных занятий свидетельствуют о снижении общей умственной работоспособности учащихся.

б/ Методика определения устойчивости ясного видения. Она основана на способности глаза, периодически различать под очень маленьким углом зрения то ясно, то неясно очертания деталей или букв, между которыми имеется небольшое расстояние. Состоит она в следующем: обследуемый садится за парту или стол на расстоянии 2,5 м от белого листа бумаги, на котором изображено черное кольцо с разрывом с одной стороны (кольцо Ландольта). Кольцо имеет следующие размеры: наружный диаметр - 3,5 мм, разрыв и толщина - 0,7 мм. Экран (белый лист) должен быть равномерно освещен (100 - 150 лк). Условия освещенности должны оставаться постоянными. По указанию экспериментатора, обследуемый начинает внимательно смотреть на кольцо. Периодами кольцо бывает видно ясно и отчетливо, периодами расплывается, и очертания его теряют резкость. При исчезновении разрыва в кольце, обследуемый говорит «не вижу», а при появлении разрыва - «вижу». Наблюдения проводят 2 мин. Показателем устойчивости ясного видения является процентное отношение всего времени ясного видения к общему времени наблюдения. Отклонения от значения показателя до и после уроков более чем на + 10% считаются снижением или увеличением показателя.

### 3. Методика определения силы и выносливости мышц по показателям статической работы

Во время занятий в мастерских учащимся приходится выполнять довольно большое число монотонных движений, затрачивая при этом значительное мышечное

усилие, что приводит к изменению функционального состояния нервно- мышечного аппарата и отражается на показателях мышечной силы и выносливости.

Для определения силы и выносливости мышц рук по показателям статической работы используют ртутный динамометр конструкции В.В.Розенבלата или гидро динамометр.

Исследования проводят следующим образом. Испытуемый дважды с максимальной силой сжимает грушу динамометра. Наибольшее показание принимается за исходное. Выносливость мышц определяют по времени, в течение которого испытуемый удерживает столбик ртуты на уровне, составляющем 1/2 максимальной силы сжатия кисти, и держит до полной невозможности продолжать усилие такой интенсивности. Полученный показатель достаточно полно отражает статическую выносливость двигательного анализатора. Укорочение времени, в течение которого испытуемый способен удерживать показания манометра, расценивается как указание на снижение мышечной выносливости организма.

#### 4. Методика определения тонкой координации движения пальцев рук (тремометрия)

Методика позволяет определить изменения точности движения рук под влиянием трудовой деятельности учащегося. Для исследования используют тремометр, представляющий собой металлическую пластинку с вырезанными на ней геометрическими фигурами и металлическую иглу. Обследуемый должен с помощью иглы обвести ряд фигур, стараясь не касаться краев пластины. Каждое касание фиксируется электросчетчиком. Оценку результатов проводят по количеству касаний, которые делает обследуемый. Повышение точности движений свидетельствует об уравнивании нервных процессов, понижение говорит о наступлении утомления.

При проведении исследования испытуемый удерживает металлическую спицу электрощупа в отверстии панели прибора (диаметр отверстия 5 мм) в течение 30 с. Рука испытуемого находится на весу в вытянутом горизонтальном положении.

#### Контрольные вопросы по теме занятия

1. Понятие о калорическом эффекте умственного и физического труда.
2. Физиологическая сущность утомления.
3. Особенности ЦНС у детей.
4. Перечислите методы, характеризующие состояние ЦНС.
5. В чем заключается суть метода хронорефлексометрии?
6. Устройство хронорефлексометра.
7. Какие Вы знаете корректурные таблицы и состояние какой системы они характеризуют?
8. Что такое дозированные задания? Для определения чего они применяются?
9. Суть метода определения устойчивости ясного видения.
10. Состояние какой системы характеризует метод тремометрии.
11. Чем определяется сила и выносливость мышц?



## **Раздел 2. ГИГИЕНА ТРУДА И ОХРАНА ЗДОРОВЬЯ РАБОТАЮЩИХ**

### **Тема: Гигиена труда и профилактика профессиональных заболеваний**

Гигиена труда - раздел профилактической медицины, изучающий влияние на организм человека трудового процесса и факторов производственной среды с целью научного обоснования гигиенических нормативов и средств профилактики профессиональных заболеваний и других неблагоприятных последствий воздействия условий труда на работающих.

Производственная среда как часть окружающей человека внешней среды складывается из природно-климатических факторов и факторов, связанных с профессиональной деятельностью (шум, вибрация, токсические пары, газы и т.д.), которые принято называть вредными факторами. Так же факторы могут быть и опасными.

Опасными называются факторы, способные при определенных условиях вызвать острое нарушение здоровья и гибель организма; вредными называются факторы, оказывающие отрицательное влияние на работоспособность или вызывающие профессиональные заболевания или другие неблагоприятные последствия.

Кроме опасных и вредных факторов, условия труда определяются производственной обстановкой или характером труда. Характер труда, его организация, взаимоотношения в трудовом коллективе, организация рабочих мест в ряде случаев могут также неблагоприятно повлиять на работоспособность или здоровье человека. В связи с этим гигиена труда нередко оперирует понятием "производственные вредности", под которым понимаются все факторы, способные вызвать снижение работоспособности, появление острых и хронических отравлений и заболеваний, способные влиять на заболеваемость с временной утратой трудоспособности и вызвать другие отрицательные последствия.

Наиболее характерными специфическими последствиями воздействия профессиональных вредностей являются профессиональные отравления и заболевания.

Профессиональные отравления - это острая или хроническая интоксикация, вызванная вредным химическим фактором в условиях производства.

Профессиональное заболевание - это заболевание, вызванное воздействием вредного фактора в условиях производства и подтвержденное в установленном порядке. Термин "профзаболевание" имеет законодательно-страховое значение. Список профзаболеваний утверждается в законодательном порядке.

Основные профилактические мероприятия, снижающие воздействие на организм работающих людей производственных (профессиональных) вредностей, заключается в следующем:

1. Гигиеническое нормирование вредных факторов (научное обоснование и законодательное признание безопасных и безвредных для человека и экологических систем уровней вредных факторов в окружающей среде).

2. Технологические мероприятия (изменение технологии производства, благодаря чему устраняется или ослабляется воздействие на организм работающего неблагоприятного фактора).

3. Санитарно-технические мероприятия, то есть оздоровление производственной среды (герметизация и укрытие оборудования, вытяжная и приточная вентиляция, местные отсосы, изоляция шумных цехов и т.д.).

4. Средства индивидуальной защиты (СИЗ) - защита организма рабочего от воздействия вредных факторов (изолирующие противогазы, противопылевые респираторы, защитные очки, спецодежда и обувь, спецрукавицы, различные каски, антифоны, беруши и т.д.).

5. Лечебно-профилактические мероприятия.

Предварительные, при поступлении на работу, медицинские осмотры проводятся для вновь поступающих рабочих на производство с вредными и опасными факторами производственной среды и трудового процесса с целью:

1) допустить к работе только тех лиц, которые по состоянию здоровья полностью отвечают требованиям, предъявляемым к данной профессии. Например, крановщики портовых и плавающих кранов не должны иметь нарушения вестибулярного аппарата, ограничения поля зрения более чем на 20 % и др.;

2) допустить к работе только лиц, не имеющих отклонений в состоянии здоровья, способных усилиться под влиянием производственных вредностей и привести к развитию профессиональных заболеваний. Например, лица, болеющие хроническим бронхитом или хронической пневмонией, не могут работать на производствах в условиях воздействия пыли;

3) допустить к работе только тех лиц, которые не способны к распространению инфекционных и паразитарных заболеваний. Например, носители возбудителей инфекций не допускаются к работе на предприятиях общественного питания, пищевой промышленности, в детских учреждениях и т.д.

Медосмотры проводятся лечебно-профилактическим учреждением с любой формой собственности, имеющим соответствующую лицензию и сертификат. Состав специалистов и лабораторных исследований определен соответствующими перечнями (приложение 1 и 2 приказа МЗ РФ № 90 и приложение 2 приказа МЗ СССР № 555).

Эффективность предварительных медицинских осмотров во многом определяется их целенаправленностью, тщательностью проведения и полнотой медицинской документации.

Администрация несет ответственность за допуск к работе лиц, не прошедших медицинский осмотр, или признанных профессионально непригодными по медицинскому заключению. Работники, отказывающиеся от прохождения медицинских осмотров, не допускаются к работе.

Периодические медицинские осмотры - это регулярное детальное медицинское наблюдение за состоянием здоровья работающих в условиях воздействия вредных производственных факторов, которое преследует следующие цели:

1) обнаружить самые ранние симптомы профессионального заболевания и на основании этого принять меры, предотвращающие дальнейшее развитие патологического процесса. Пример: во время периодического осмотра от слесаря-сборщика радиозавода (работает на пайке деталей припоем с большим содержанием свинца) жалобы на состояние здоровья не поступали. При углубленном

исследовании выявлены признаки астеновегетативного синдрома, в крови обнаружены эритроциты с базофильной зернистостью и несколько повышенное количество ретикулоцитов. Комплекс симптомов свидетельствует о начальной стадии хронической интоксикации свинцом;

2) выявить приобретенные общие заболевания, препятствующие работе во вредных условиях труда (т.е. являющиеся противопоказаниями);

3) обеспечить индивидуальные лечебно-профилактические мероприятия, вытекающие из данных медицинского обследования.

Лечебно-профилактические учреждения на основании полученного от органов Госпотребнадзора списка контингентов и от администрации поименного списка работающих, подлежащих медицинским осмотрам, составляют календарный план этой работы. Администрация предприятия издает приказ о проведении медицинских осмотров, где четко обозначаются цехи, сроки, место проведения осмотров. Администрация обеспечивает и несет ответственность за своевременную и организованную явку работников на эти осмотры и обследования.

Лечебно-профилактическое учреждение (ЛПУ), обслуживающее данное предприятие, обеспечивает медицинский осмотр индивидуально, в соответствии с требуемым объемом и несет административную ответственность за качество медицинского осмотра и обоснованность заключения. Врачи, проводящие предварительные и периодические медицинские осмотры, должны быть хорошо подготовлены как в области профессиональных болезней (особенно в ранней их диагностике), так и в области гигиены труда. Подготовку врачей должны обеспечивать главные врачи ЛПУ и органы Госпотребнадзора. От уровня подготовки врачей лечебного учреждения зависит качество медицинского осмотра.

Ежегодно результаты периодических медицинских осмотров обобщаются и комиссия, участвующая в подготовке и проведении периодических медицинских осмотров (ЛПУ, органы Госсанэпиднадзора, администрация, профсоюзный комитет предприятия), составляет заключительный акт о периодическом медицинском осмотре работающих.

Тема: Физические факторы производственной среды. Шум и вибрация. Влияние их на организм работающих

Цель занятия: познакомиться с воздействием на организм производственных шума и вибрации, его нормированием, измерительной аппаратурой и научиться давать гигиеническую оценку условиям труда и рекомендации по оздоровлению условий труда работающих.

#### Учебные и наглядные пособия для самостоятельной работы.

1. Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Руководство Р2.2.755-99.

2. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий СН-245-71.

3. Приказ Министра здравоохранения РФ № 90 от 14 марта 1996 года.

## ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ШУМ

Источниками шума могут быть колебания, возникающие при соударении, трении, скольжении твердых тел, истечении жидкостей и газов. В производственных условиях источниками колебаний являются работающие станки, ручные механизированные инструменты, электрические машины, компрессоры, кузнечно-прессовое, подъемно-транспортное, вспомогательное оборудование и т.д.

В гигиенической практике шумом принято называть сочетание звуков различной частоты и интенсивности, оказывающих неблагоприятное воздействие на организм, мешающих работе и отдыху.

По физической сущности шум - это механические колебания частиц упругой среды (газа, жидкости, твердого тела), возникающей под действием какой-нибудь возмущающей среды. При этом звуком называют регулярные периодические колебания, а шумом - случайные непериодические колебательные процессы.

Физическое понятие о звуке охватывает как слышимые, так и неслышимые колебания упругих сред. Акустические колебания, лежащие в зоне 16 Гц - 20 кГц, воспринимаемой человеком с нормальным слухом, называют звуковыми, а пространство - звуковым полем. Акустические колебания с частотой менее 16 Гц называются инфразвуком, выше 20 кГц - ультразвуком. Основными характеристиками звуковых волн являются их частота, длина волны, интенсивность.

Неблагоприятное действие шума зависит от его интенсивности, длительности и спектрального состава, сопутствующих вредных производственных факторов, а также от исходного функционального состояния организма, подвергающегося шумовому влиянию. Под воздействием шума в организме работающих появляются многообразные патологические изменения, степень выраженности которых зависит от соотношения указанных выше факторов. Синдромом комплекс изменений, развивающихся в организме под действием шума, определяют как шумовую болезнь. ТТТумовая болезнь - это общее заболевание организма, для которого характерно преимущественное поражение центральной нервной системы и слухового анализатора.

### Биофизика слухового восприятия

С физиологических позиций звук - это ощущение, возникающее в ухе человека в результате действия изменения давления частиц упругой среды.

Ухо человека может воспринимать и анализировать звуки в широком диапазоне частот и интенсивности. Границы частотного восприятия существенно зависят от возраста человека и состояния органа слуха. У лиц среднего и пожилого возраста верхняя граница слышимой области понижается до 12-10 кГц. Область слышимых звуков ограничена двумя кривыми, так называемыми порогами: нижняя кривая определяет порог слышимости, т.е. силу едва слышимых звуков различной частоты, верхняя - порог болевого ощущения, т.е. такую силу звука, при которой нормальное слуховое ощущение переходит в болезненное раздражение органа слуха. Болевым порогом принято считать звук интенсивностью 140 дБ, что соответствует

звуковому давлению 200 Па и интенсивности 102 Вт/м<sup>2</sup>. Таким образом, уровень звукового давления 140 дБ - это порог переносимости интенсивных звуков. Звуковые ощущения оценивают и по порогу дискомфорта (появления ощущения щекотания, касания, слабой боли в ухе). Такое состояние дискомфорта наблюдается при уровне звукового давления более 120 дБ- Верхний болевой порог неодинаков у различных людей. Его уровень может изменяться под воздействием тренировки.

Субъективно воспринимаемую величину звука называют его громкостью. Громкость является функцией интенсивности звука, частоты и времени действия, физиологических особенностей слухового анализатора. Интенсивность звука субъективно ощущается как громкость, а частота звука определяет высоту тона.

### **Гигиеническая классификация шума**

При гигиенической оценке шума классифицируют по происхождению, характеру спектра и временным характеристикам.

По происхождению выделяют механические и аэрогидродинамические шумы.

По характеру спектра шумы подразделяют на:

- низкочастотные (16-350 Гц), среднечастотные (350-800 Гц), высокочастотные (более 800 Гц);
- широкополосные, с непрерывным спектром шириной более одной октавы и тональные, в спектрах которых имеются выраженные дискретные тона.

По временным характеристикам шумы подразделяются на:

- постоянные, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется во времени не более чем на 5 дБ;
- непостоянные, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день изменяется во времени более чем на 5 дБ.

### **Действие шума на организм**

При долговременном акустическом воздействии формируется повышение слуховых порогов, сначала - медленно возвращающиеся к исходному уровню (слуховое утомление), а затем - сохраняющиеся к началу очередного шумового воздействия (постоянное смещение порога слуха).

Шум, являясь общебиологическим раздражителем, оказывает влияние не только на слуховой анализатор, но в первую очередь, действует на структуру головного мозга, вызывая сдвиги в различных функциональных системах организма. Так, под влиянием шума возникают вегетативные реакции, обуславливающие нарушение периферического кровообращения за счет сужения капилляров, а также изменение артериального давления (преимущественно повышение). Шум влияет на снижение разборчивости речи, неприятные ощущения, развитие утомления, снижение производительности труда и, наконец, появление шумовой патологии.

Среди многообразных проявлений шумовой патологии ведущим клиническим признаком является медленно прогрессирующее снижение слуха по типу кохлеарного неврита.

Профессиональное снижение слуха относится к нейросенсорной тугоухости. Под этим термином подразумевают нарушение звуковоспринимающего аппарата по типу восходящего кохлеарного неврита. Развитие хронической профессиональной тугоухости - процесс длительный и постепенный. Время протекания этого процесса различно и зависит от интенсивности спектра, динамики изменения воздействия шума во времени, индивидуальной чувствительности к шуму, а также многих других факторов, влияние которых еще не до конца изучено.

Существует индивидуальная чувствительность к повреждающему действию шума. Факторами, обуславливающими различие в индивидуальной чувствительности к шуму, являются анатомические особенности строения среднего и внутреннего уха, функциональное состояние вегетативной нервной системы, острая недостаточность витаминов группы В, ослабление акустического рефлекса.

Неспецифическое действие шума проявляется в виде синдрома вегетососудистой дистонии: преобладают жалобы на головные боли, головокружения, снижение памяти, повышенную утомляемость, эмоциональную неустойчивость, нарушение сна, сердцебиение и боли в сердце, снижение аппетита. Довольно часто выявляются дисфункции желудка, нарушение его эвакуаторной функции, изменение кислотности желудочного сока. Шум вызывает снижение иммунологической реактивности, общей резистентности организма, что по некоторым литературным данным проявляется в повышении уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности в 1,2 - 1,3 раза при увеличении уровня производственного шума на 10 дБ.

## **ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ВИБРАЦИЯ**

Вибрация - это механические колебательные движения твердых тел. Вибрация, как и шум, характеризуется частотой колебаний в секунду (Гц), а также величиной амплитуды колебательного движения (полуразмахом). В прямой зависимости от этих величин находятся скорость и ускорение колеблющейся точки. Результирующей величиной, характеризующей интенсивность вибрации, является виброскорость, которая выражается в абсолютных единицах (м/с, см/с, мм/с) или относительных (дБ).

Вибрация по способу передачи на человека в зависимости от характера контакта с источником вибрации условно подразделяется на местную (локальную), передающуюся на руки рабочего, и общую, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека. Общая вибрация обозначается как вибрация рабочих мест. В производственных условиях нередко имеет место сочетанное действие местной и общей вибрации. Степень распространения вибрации в тканях организма зависит в основном от амплитуды колебательных движений. Колебания с малой амплитудой хорошо гасятся тканями человеческого тела, с увеличением амплитуды зона распространения вибрации увеличивается.

Источники локальной вибрации - это ручные механизированные машины ударного, ударно-вращательного и вращательного действия с пневматическим или

электрическим приводом. Инструменты ударного действия основаны на принципе вибрации. К ним относятся клепальные, рубильные, отбойные молотки, пневмотрамбовки.

К машинам ударно-вращательного действия относятся пневматические и электрические перфораторы. К ручным механизированным машинам вращательного действия относятся шлифовальные сверлильные машины, электро- и бензомоторные пилы. Вибрация этих машин возникает как сопутствующий фактор в результате взаимодействия режущих инструментов с обрабатываемой поверхностью, а также дисбаланса вращающихся механизмов.

Локальная вибрация имеет место при точильных, наждачных, шлифовальных, полировальных работах, выполняемых на стационарных станках с ручной подачей изделий, при работе ручными инструментами без двигателей, например рихтовочные работы. Наконец, к возможным источникам локальной вибрации относятся органы ручного управления машинами и оборудованием. Вибрация, воздействующая на человека-оператора в процессе взаимодействия с ручными машинами и оборудованием, охватывает широкий диапазон частот - от нескольких до 2000 Гц и выше.

Величина вибрации возрастает при изношенности и неисправности машин.

Общая вибрация (вибрация рабочих мест) по источнику возникновения подразделяется на транспортную, транспортно-технологическую, технологическую вибрацию.

Общая вибрация 1-й категории - транспортная вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах самоходных и прицепных машин, транспортных машин при движении по местности (тракторы сельскохозяйственные и промышленные, самоходные сельскохозяйственные машины, автомобили грузовые, снегоочистители, самоходный горно-шахтный рельсовый транспорт и т.д.).

Общая вибрация 2-й категории - транспортно-технологическая вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок и горных выработок (экскаваторы, строительные и промышленные краны, машины для загрузки мартеновских печей, горные комбайны, самоходные бурильные установки, бетоноукладчики и т.д.).

Общая вибрация 3-й категории - технологическая вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах стационарных машин или передающая на рабочие места, не имеющие источников вибрации (станки металло- и деревообрабатывающие, кузнечно-прессовое оборудование, литейные машины, электрические машины, насосные агрегаты и вентиляторы, оборудование для бурения, машины для животноводства, очистки и сортировки зерна и т.д.).

В зависимости от частотного состава вибрации подразделяют на:

низкочастотные - с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах частот 1-4 Гц (для общих вибраций) и 6-8 Гц (для локальных вибраций);

среднечастотные (8-16 Гц для общих и 31,5-63 Гц для локальных вибраций);

высокочастотные (31,5-63 Гц для общих и 125-1000 Гц для локальных вибраций).

По временным характеристикам выделяют постоянные и непостоянные вибрации (колеблющиеся во времени, прерывистые, импульсные).

К факторам производственной среды, усугубляющим вредное действие вибрации на организм, относятся чрезмерные мышечные нагрузки, шум высокой интенсивности, охлаждающий микроклимат.

### **Действие вибрации на организм**

Вибрация относится к факторам производственной среды, обладающим значительной биологической активностью. Характер, глубина и направленность функциональных сдвигов со стороны различных систем организма определяются, прежде всего, уровнями, спектральным составом и продолжительностью вибрационного воздействия.

Степень распространения колебаний по телу зависит от их частоты и амплитуды, площади участков тела, соприкасающихся с вибрирующим объектом, места приложения и направления оси вибрационного воздействия, демпфирующих свойств тканей, явление резонанса и т.д. При низких частотах вибрация распространяется по телу с весьма малым затуханием, охватывая колебательным движением все туловище и голову. Обнаруживается прямая зависимость между степенью статических мышечных усилий при работе ручным механизированным инструментом и степенью распространения колебаний. Следовательно, снижая силовые воздействия, прилагаемые оператором к машине, можно в значительной степени ограничить распространение вибрации по телу и тем самым снизить ее неблагоприятное воздействие на человека. Длительное влияние вибрации, сочетающееся с комплексом неблагоприятных производственных факторов, может приводить к стойким патологическим нарушениям в организме работающих, развитию вибрационной болезни. Различают формы вибрационной болезни, вызванные локальной и общей вибрацией.

Вибрация вызывает прежде всего нейротрофические и гемодинамические нарушения. В мелких сосудах (капилляры, артериолы) возникают спастико-атонические состояния, возрастает их проницаемость, нарушается нервная регуляция. Изменяется вибрационная, температурная и болевая чувствительность кожи. При работе с ручными механизированными инструментами может возникнуть акроасфиксия (симптом мертвых пальцев) - потеря чувствительности, побеление пальцев, кистей рук. Рабочие жалуются на зябкость рук, ноющие боли в них после работы и по ночам. Кожные покровы между приступами имеют мраморный вид, цианотичны. В некоторых случаях обнаруживаются отеки, изменение кожи на кистях (трещины, огрубение), гипергидроз ладоней. Характерны костно-суставные и мышечные изменения. Дистрофические процессы вызывают изменение структуры костей (остеопороз, разрастания и т.д.), атрофию мышц. Возможна деформация лучезапястного, локтевого, плечевого суставов с нарушением опорно-двигательной функции. Заболевание имеет общий характер, о чем свидетельствуют быстрая утомляемость, головные боли, головокружения, повышенная возбудимость. Возможны жалобы на боли в области сердца и желудка, повышенную жажду, похудание, бессонницу. Астеновегетативный синдром сопровождается



сердечно-сосудистыми нарушениями: гипотонией, брадикардией, изменениями ЭКГ. При врачебном осмотре могут быть выявлены изменения кожной чувствительности, тремор рук, языка и век.

При воздействии общей вибрации более выражены изменения со стороны ЦНС: головокружения, шум в ушах, сонливость, боли в икроножных мышцах. Наблюдаются изменения ЭЭГ, условных и безусловных рефлексов, ухудшение памяти, нарушение координации движений, возрастание энерготрат и похудание. Чаще, чем при действии локальной вибрации, выявляются вестибулярные расстройства. В сочетании с шумом вибрация ведет к изменению слуха: ухудшение восприятия звуков не только высоких, но и низких частот. Иногда выявляются зрительные расстройства: изменение цветоощущения, границ поля зрения, снижение остроты зрения. Со стороны ССС наблюдаются неустойчивость артериального давления, преобладание гипертонических явлений, а иногда резкое падение артериального давления к концу работы. Возможны случаи спазма коронарных сосудов, развитие миокардиодистрофии. Поражения костно-суставного аппарата локализуются преимущественно в ногах и позвоночнике. Действие общей вибрации может способствовать расстройствам функционального состояния внутренних органов, появлению болей в желудке, отсутствию аппетита, тошноте, частоте мочеиспускания. Патологические изменения в органах малого таза могут сопровождаться у мужчин импотенцией, у женщин нарушением менструального цикла, невынашиванием беременности, опущением органов малого таза, повышенной гинекологической заболеваемостью.

### **Профилактика неблагоприятного воздействия шума и вибрации на организм работников**

Комплекс основных профилактических мероприятий, принятых в нашей стране, включает гигиеническое нормирование, технологические и санитарно-технические способы ограничения и уменьшения шума и вибрации, планировочные мероприятия, рациональные режимы труда и отдыха, использование средств индивидуальной защиты, лечебно-профилактические меры.

Целью технологических мероприятий является устранение причины шума и вибрации или существенное их ослабление в самом источнике образования при разработке новых технологических процессов, при проектировании, изготовлении машин и оборудования путем улучшения конструкции оборудования. Например: замена клепки пневмо инструментами на гидравлические и сварочные процессы; штамповку - на прессовку, ручную правку металла - на вальцовку, уменьшение удельного веса обрубных работ за счет внедрения точного литья, дробеструйной чистки литья, газопламенной резки, электроискровой и электрохимической обработки. Снижение шума и вибрации достигается заменой возвратно-поступательных движений в узлах работающих механизмов равномерно вращательными, применением бесшумных или малозумных технологических процессов. Например, заменяют металлические детали машин деталями из материалов с большим акустическим сопротивлением, подшипники качения заменяют подшипниками скольжения. Большой эффект дает покрытие вибрирующей

поверхности материалом с большим внутренним трением (резина, пробка, битум и др.); применение самоходного оборудования с автоматическим управлением взамен ручного бурения; механизация ручной формовки; дистанционное управление бетоноукладчиков.

Цель санитаоно-технических мероприятий - локализация шума и вибрации у места их возникновения и уменьшение их распространения в производственной среде. Для этого применяются звукопоглощающие и звукоизолирующие конструкции и материалы: звуковые экраны, использование звукопоглощающих кожухов на шумящем оборудовании, использование звукопоглощающих материалов в отделке помещений, установка оборудования на амортизаторы или специально изолированные фундаменты. Из средств звукопоглощения применяются минеральная вата, войлочные плиты, перфорированный картон, древесноволокнистые плиты, стекловолокно и т.д. Одним из способов поглощения аэрогидродинамических шумов является применение активных и реактивных глушителей.

Ослаблению шума способствуют планировочные мероприятия. Планировочные мероприятия должны быть направлены на локализацию звука и уменьшение его распространения. Учет требований акустики на стадии проектирования в 5 раз эффективнее борьбы с шумом на действующих объектах. Шумные цехи следует размещать в глубине заводской территории, удалять от тихих помещений, ограждать зоной зеленых насаждений. Архитектурно-планировочные решения во многих случаях определяют акустический режим помещения, облегчая или затрудняя решение задач по акустическому благоустройству. Шумовой режим производственных помещений обусловлен размерами и формой помещения, плотностью и видами расстановки машин и оборудования, наличием звукопоглощающего фона и др. С акустической позиции, вытянутая форма большого производственного помещения предпочтительней квадратной, оптимальная высота помещений - 6 - 7 м.

Для борьбы с шумом применяются индивидуальные средства защиты от шума (антифоны, заглушки, беруши), для профилактики неблагоприятного действия вибрации работающие должны пользоваться специальными перчатками, рукавицами, специальной обувью с виброгасящей стелькой или подошвой. Важно устранить других вредных факторов, сопутствующих и усугубляющих вибрации на организм: значительных физических усилий, неудобного положения тела, локального и общего охлаждения.

В комплексе лечебно-профилактических мер важнейшее значение имеет проведение предварительных и периодических медицинских осмотров согласно приказу МЗ РФ № 90. Принимая во внимание значение индивидуальной чувствительности организма к шуму и вибрации, исключительно важным является диспансерное наблюдение за рабочими первого года работы в условиях шума и вибрации.

Для повышения сопротивляемости организма к действию шума и вибрации рекомендуется витаминпрофилактика (2 раза в год комплекс витаминов С, В, никотиновая кислота), лечебно-профилактическое питание, специальные комплексы производственной гимнастики, гидромассаж рук и гидрванны для работающих с

локальной вибрацией. Для профилактического лечения и отдыха на предприятиях должны быть организованы профилактории, комнаты психологической разгрузки.

Рационализация режимов труда и отдыха в шумных условиях направлена на предупреждение утомления слухового анализатора, которое выражается в снижении слуховой чувствительности. Поэтому для восстановления функции слухового анализатора необходим периодический отдых (регламентированные перерывы) в течение трудовой смены с пребыванием рабочего в малошумных условиях. В комплексных бригадах с совмещением профессий имеет место чередование рабочих на операциях, связанных с воздействием вибрации и без нее, что сокращает время контакта с вибрацией до 20 - 30 % за смену. Частота и продолжительность перерывов зависит от интенсивности действующего шума. Время работы с ручными инструментами и в условиях общей вибрации также зависит от интенсивности и частотного спектра вибрации.

Гигиеническое нормирование. Нормируемыми параметрами предельно допустимых уровней шума (ПДУ) на рабочих местах приняты: для постоянного шума - уровни звукового давления в децибелах (дБ) в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц; для непостоянного шума - эквивалентный уровень звука в дБ А.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах разработаны с учетом напряженности и тяжести трудовой деятельности и представлены в Санитарных нормах СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки" (табл. 4).

Таблица 4

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий \_\_\_\_\_ тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	Тяжелый труд 1 степени	Тяжелый труд 2 степени	Тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60			
Напряженный труд 2 степени	50	50			

Нормируемыми параметрами предельно допустимых уровней вибрации являются виброскорость, виброускорение и его относительная величина в децибелах

по октавным полосам частот для локальной и общей вибрации, а также значения этих показателей в зависимости от вида вибрации и времени воздействия. ПДУ вибрации представлены в Санитарных нормах СН 2.2.4/2.1.8.566-96 "Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий". Санитарные нормы также ограничивают длительность воздействия вибрации и шума, используя принцип защиты временем.

### **Методы функциональных исследований влияния шума на организм**

Для изучения воздействия шума на организм могут быть использованы различные методы, характеризующие изменения центральной нервной системы, слухового анализатора, сердечно-сосудистой системы и т.д.

Пороговая тональная аудиометрия позволяет определить минимальную интенсивность тонов разных частот, воспринимаемую каждым ухом в отдельности.

К уху обследуемого через телефон воздушной проводимости подают звуки различной интенсивности. Начинают исследование со звуков частотой 1000 Гц, затем проводят измерения в области других частот. Интенсивность подаваемого тона изменяют до такой величины, при которой звук перестает быть слышимым, затем усиливают его до интенсивности, при которой раздражитель вновь воспринимается как едва слышимый. Повторяют эту процедуру определенное число раз в зависимости от сходства получаемых результатов. Среднее из этих измерений принимают за пороговую интенсивность раздражителя.

Критическая частота "звуковых мельканий" изучается с помощью генератора прерывистого шума, который позволяет определить максимальное число прерывов в секунду, при которых шум воспринимается как прерывистый.

Артериальная осциллография позволяет определить минимальное и максимальное артериальное давление, а также среднединамическое давление до и в процессе воздействия шума с помощью артериального осциллографа.

Пульсотаксометрия дает возможность определить частоту пульса в любой промежуток времени. Датчик прибора укрепляется на первом фаланге пальца обследуемого со стороны подушечки пальца. С ногтевой стороны располагается лампочка. Шкала прибора отградуирована таким образом, что по ней в любой момент исследования можно определить частоту пульса за минуту.

ХронореФлексометрия. В основе этой методики лежит определение времени реакции обследуемого на световой и звуковой сигналы. Данная методика позволяет определить изменение соотношения основных нервных процессов (возбуждения и торможения). Исследование начинают с инструкции обследуемого, сущность которой сводится к просьбе нажать кнопку аппарата и внимательно смотреть на панель прибора. Как только на панели появится световой сигнал (или звук), обследуемый должен быстро снять палец с кнопки. Такой прием позволяет определить время простой реакции, которая характеризует состояние процесса возбуждения. Для изучения активного внутреннего торможения надо выработать у обследуемого дифференцировку на определенный сигнал. Для этого обследуемому человеку предлагают, например, снимать палец на темнозеленый цвет, а на светло-зеленый - задерживать его.

## **Методы функциональных исследований действия вибрации на организм**

Исследование вибрационной чувствительности проводится для определения ранних стадий функциональных нарушений, связанных с воздействием вибрации. Для исследования используют специальный прибор типа ИВЧ-02 - измеритель вибрационной чувствительности, при помощи которого можно определить пороги вибрационной чувствительности в разных частотных диапазонах. Метод основан на плавном увеличении амплитуды колебательных движений и установлении минимальной амплитуды, при которой обследуемый начинает ощущать вибрацию. Исследования проводятся несколько раз при разных частотных характеристиках вибрации. Начинают измерение обычно с частоты 500 Гц, последовательно переходя на 250, 125....16 Гц. Обследуемый помещает указательный палец на вибрирующую площадку прибора, а в другую руку берет кнопку ответа. На определенной частоте плавно увеличивают амплитуду колебательных движений вибрирующей площадки. При первом ощущении вибрации обследуемый должен нажать кнопку ответа. Затем переходят к испытанию на следующей, более низкой частоте и т.д. Оценку вибрационной чувствительности производят до и после воздействия вибрации. При длительном воздействии вибрации наблюдается стойкое снижение вибрационной чувствительности, наиболее выраженное в диапазоне частоты 250 Гц.

Капилляроскопия - это исследование проводят специальным микроскопом с осветителем отраженного света и с применением осветляющей жидкости (кедровое масло). Наиболее удобно производить осмотр капилляров кожи около ногтевого ложа 4 пальца левой руки. При исследовании обращают внимание на форму и ширину капилляров, особенности тока крови. У здоровых людей капилляры расположены обычно правильными рядами с 2-3 мягкими изгибами параллельно друг другу. Ток крови в них быстрый, равномерный. При воздействии вибрации капилляры становятся более извилистыми, деформированными. Артериальное колено бывает резко сужено, венозная ветвь, наоборот, чаще расширена. Ток крови обычно замедлен.

**Определение температуры кожи.** В связи со спазмом сосудов при воздействии вибрации температура поверхности кожи снижается. Измерение температуры кожи производят электрическим термометром. Датчик прибора приводят в соприкосновение с ладонной поверхностью 2 или 3 пальца правой руки. Измерение производят всегда в одинаковых условиях внешней температуры (20 °С) после пребывания руки в покое в этих условиях не менее 10 мин. Для оценки показаний электротермометра сравнивают с показаниями его при таких же измерениях, проведенных до воздействия вибрации.

## **Методы исследования уровней шума и вибрации**

Для измерения уровней шума используют обычно следующие приборы.

ВШВ-003 "Измеритель шума и вибрации", ИШВ-1 "Измеритель шума и вибрации", шумомер "ШУМ-1М30", шумомер 00017. Принцип работы приборов, измеряющих уровень шума, состоит в преобразовании при помощи микрофона звуковых колебаний воздуха в электрический ток, который регистрируется амперметром, шкала которого градуирована в дБ. Анализаторы спектра шума по-

звоняют определить уровни шума в пределах октавных полос частот. Шумомеры позволяют измерить эквивалентный уровень звука при измерении непостоянных шумов. Для оценки уровней шума на рабочих местах в помещениях промышленных предприятий должно быть произведено измерение не менее чем в трех точках. Микрофон, воспринимающий шум, следует располагать на высоте 1,5 м над уровнем пола или рабочей площадки (или на высоте головы человека, работающего сидя). Он должен быть направлен в сторону источника шума и удален не менее чем на 0,5 м от человека, производящего измерение.

Для измерения уровней вибрации используют приборы, называемые виброметрами и вибрографами: ВШВ-003, ИШВ-1, НВА-1 (низкочастотная виброизмерительная аппаратура), ВИП-2 (виброметр). Принцип работы приборов состоит в преобразовании механических колебаний исследуемого объекта в пьезоэлектрическом датчике (виброприемнике) в электрический ток, пропорциональный виброускорению колеблющегося участка и регистрируемый на шкале прибора в относительных единицах: в децибелах. Входящий в аппаратуру блок октавных фильтров позволяет измерить уровни вибрации в октавных полосах частот.

#### Контрольные вопросы по теме занятия

1. Что такое шум?
2. Какими показателями характеризуется шум, его классификация?
3. В каких единицах измеряется шум: его сила и частота?
4. Каков предел восприятия шума человеческим ухом?
5. Каково специфическое действие шума на организм человека?
6. В чем заключается общее действие шума на человека?
7. Какие существуют методы определения воздействия шума на человека (пороговая тональная аудиометрия, КЧЗМ - критическая частота звуковых мельканий)?
8. Каким прибором можно определить уровень шума?
9. Что такое вибрация?
10. Какими показателями характеризуется вибрация? Классификация вибрации?
11. Понятие об общей и локальной вибрации.
12. Специфическое и общее действие вибрации на организм человека.
13. Методы функциональных исследований действия вибрации на организм человека (исследование вибрационной чувствительности, капиллярскопия, определение температуры кожи).
14. Приборы для определения уровня вибрации.
15. Профилактика вредного воздействия шума и вибрации на организм человека.

### **Тема: ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЯДЫ. ПРОФИЛАКТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ОТРАВЛЕНИЙ**

Цель самостоятельного занятия: научиться давать гигиеническую оценку загрязнения воздуха рабочей зоны.

### Студент должен знать:

- классификацию производственных ядов, пути поступления, распределения, превращения и выделения ядов из организма,
- о нормировании вредного вещества (ПДК и ОБУВ) в воздухе рабочей зоны,
- меры по профилактике производственных отравлений,
- методы отбора проб воздуха для исследования.

### Уметь:

- пользоваться нормативными документами при оценке загрязнения воздуха,
- оценивать результаты исследований по загрязнению воздуха,
- давать рекомендации по улучшению условий труда и снижению вредного воздействия загрязнения воздуха на здоровье человека.

**Промышленная токсикология** - это раздел гигиены труда, и зучающидействие на организм химических факторов с целью создания безвредных и безопасных условий труда на производстве. Вредное вещество (яд) - вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности может вызвать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе контакта с ним, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений. Производственными (промышленными) называют яды, которые влияют на человека в условиях трудовой деятельности и вызывают ухудшение работоспособности или нарушение здоровья - профессиональные или производственные отравления.

### **Классификация производственных ядов**

Наиболее частое применение находят следующие классификации промышленных ядов:

- по агрегатному состоянию (пары, газы, жидкости, аэрозоли, смеси),
- по характеру воздействия на организм человека (общетоксическое, раздражающее, сенсибилизирующее, канцерогенное, мутагенное, влияющее на репродуктивную функцию),
- по пути поступления в организм (действие через дыхательные пути, пищеварительную систему, кожный покров),
- по химическому строению (органические, неорганические, элементоорганические).
- по степени опасности (вещества чрезвычайно опасные, высоко опасные, умеренно опасные, малоопасные).
- по степени токсичности (чрезвычайно токсичные, высокотоксичные, умеренно токсичные, малотоксичные).

### **Общая характеристика действия ядов**

Патологические процессы, развивающиеся при воздействии производственных ядов на организм, могут рассматриваться как проявление дезорганизации его функционального и структурного состояния, необходимого для нормальной жизнедеятельности. Характер и степень выраженности таких изменений при действии яда обусловлены его концентрацией (дозой), временем действия и пе-

риодом элиминации (выведения) из организма.

Действие ядов может быть общим (резорбтивным) или местным. Общее действие развивается в результате всасывания яда в кровь. При этом нередко наблюдается относительная избирательность, выражающаяся в том, что преимущественно поражаются те или иные органы и системы. Например, нервная система при отравлении марганцем, органы кроветворения при отравлении бензолом. При местном действии преобладает повреждение тканей на месте соприкосновения их с ядом: явления раздражения, воспаления, ожоги кожных и слизистых покровов - чаще при контакте с щелочными и кислотными растворами и парами. Местное действие, как правило, сопровождается и общими явлениями вследствие всасывания продуктов распада и рефлекторных реакций в результате раздражения нервных окончаний.

Производственные отравления протекают в острой, подострой и хронической формах.

Острые отравления характеризуются кратковременностью действия яда - не более чем в течение одной рабочей смены; поступлением в организм яда в относительно больших количествах - при высоких концентрациях в воздухе; ошибочном приеме внутрь; сильном загрязнении кожных покровов; яркими клиническими проявлениями непосредственно в момент действия яда или через относительно небольшой - обычно несколько часов - скрытый (латентный) период. В развитии острого отравления имеются две фазы: первая - неспецифических проявлений (головная боль, слабость, тошнота и т.д.); вторая - специфических (например, отек легких при отравлении оксидами азота). Возникающее в результате этих явлений отравления могут закончиться или быстрым выздоровлением, или оказаться смертельными, или вызвать стойкие последующие изменения и нарушения в состоянии здоровья.

Хронические отравления возникают постепенно, при длительном действии ядов, проникающих в организм в относительно небольших количествах (имеются в виду дозы, которые при однократном поступлении в организм не вызывают симптомов отравления). Они развиваются вследствие накопления самого яда в организме (материальная кумуляция) или вызываемых им изменений (функциональная кумуляция).

Подострые отравления сходны по условиям возникновения и проявления с острыми отравлениями, но развиваются медленнее и имеют более затяжное течение.

Производственные яды могут быть причиной не только специфических острых, подострых и хронических отравлений, но и других отрицательных последствий. Они могут снижать иммунологическую сопротивляемость организма, способствовать развитию туберкулеза, заболеваний верхних дыхательных путей, почек, сердечно-сосудистой системы и т.д. Имеются производственные яды, вызывающие аллергические заболевания (бронхиальная астма, экзема и др.) и ряд отдаленных последствий. Например, некоторые яды влияют на генеративную функцию, поражая гонады, оказывают эмбриотоксическое, тератогенное, канцерогенное действие и т.д.

Пути поступления производственных ядов в организм. Производственные яды



могут поступать в организм через дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт и неповрежденную кожу, а также через слизистые оболочки глаз.

Через дыхательные пути яды проникают в организм в виде газов, паров, аэрозолей, а также паро-газо-аэрозольных смесей. Попадание ядов через желудочно-кишечный тракт возможно при заглатывании со слюной из носоглотки, а также в результате несоблюдения правил личной гигиены, или с пищей и питьевой водой. Через кожу проникают в основном вещества, хорошо растворимые в жирах и воде, в частности, органические растворители, а также соли некоторых металлов, например ртути, свинца.

Распределение, превращение и выведение ядов из организма. Промышленные органические вещества в подавляющем большинстве являются неэлектролитами. Основные закономерности распределения неэлектролитов между кровью и различными тканями организма сводятся к тому, что сразу неэлектролит разносится по всем тканям и органам и задерживается в них. В этой, первой, фазе распределения основное значение для накопления вещества играет кровоснабжение ткани или органа - чем оно больше, тем больше содержание вещества. Таким образом, в первый период можно говорить о динамическом распределении вещества, определяемом интенсивностью кровоснабжения. Постепенно происходит перераспределение вещества с преимущественным накоплением в тканях, сорбционная емкость которых оказывается для данных веществ наибольшей. Окончательное распределение можно назвать статическим. Для липидорастворимых веществ наибольшей емкостью, например, обладают ткань и органы, богатые липидами. Растворимые и хорошо диссоциирующие соединения свинца, бериллия, бария, урана, склонные к образованию прочных связей с кальцием и фосфором, накапливаются преимущественно в костной ткани.

Превращение и обезвреживание вредных веществ в организме. Чужеродные органические соединения в организме претерпевают широкий ряд метаболических превращений, которые катализируются ферментами печени и ряда других тканей. При этом может меняться химическая структура яда и образование менее токсичных соединений. Некоторые яды могут депонироваться, тем самым уменьшая количество яда, циркулирующего в крови.

Выделение вредных веществ из организма. Токсичные вещества выделяются через легкие, почки, желудочно-кишечный тракт, кожу, грудное молоко. При этом яды могут выделяться несколькими путями одновременно. Пути выведения ядов зависят от их физико-химических свойств и превращений в организме. Скорость выделения яда обычно наибольшая в первые дни после поступления их в организм, в дальнейшем она замедляется. Для ее характеристики может быть использован так называемый *период полувыведения* - время, в течение которого выводится половина поступившего в организм вещества. Знание путей выведения ядов из организма позволяет определить их в тех или иных экскретах (моча, кал, слюна и т.д.), что является важным для диагностики отравления.

Комбинированное (совместное) действие ядов - при одновременном воздействии на организм нескольких ядов. Различают несколько видов комбинированного действия ядов:

- суммарное воздействие, т.е. суммарный эффект смеси равен сумме эффектов действующих компонентов;

независимое воздействие, при котором компоненты смеси действуют на разные системы, токсические эффекты не связаны друг с другом и в случае их возникновения они являются результатом воздействия одного или другого компонента, а не развития комбинационного эффекта;

синергизм (потенцирование), т.е. комбинированное действие смеси веществ, которое по своему эффекту больше, чем сумма действия отдельных веществ смеси;

- антагонизм, т.е. комбинированное действие смеси веществ, которое по своему эффекту меньше, чем сумма действия отдельных веществ смеси.

Сочетанное воздействие - это одновременное воздействие на организм рабочего производственного яда и другого вредного производственного фактора (микроклимат, запыленность, шум и вибрация, ультрафиолетовое излучение, тяжесть и напряженность труда). Токсичность ядов в определенном температурном диапазоне является наименьшей, усиливаясь как при повышении, так и при понижении температуры воздуха. При этом изменяется функциональное состояние организма: нарушается терморегуляция, происходит потеря воды при усиленном потоотделении, изменяется обмен веществ и ускоряются многие биохимические процессы. Увеличение дыхания и усиление кровообращения ведут к увеличению поступления ядов через органы дыхания, расширению сосудов кожи и слизистых оболочек, повышается скорость всасывания токсических веществ через кожу и дыхательные пути. Так же влияет усиленное потоотделение. Высокая температура воздуха увеличивает летучесть ядов и повышает их концентрацию в воздухе рабочей зоны.

Влажность воздуха может увеличивать опасность отравления, в особенности раздражающими газами, вследствие усиления процессов гидролиза, повышения задержки ядов на поверхности слизистых оболочек, изменения агрегатного состояния ядов. Растворение газов и образование мельчайших капелек кислых или щелочных растворов способствует возрастанию раздражающего действия.

На токсический эффект влияет изменение барометрического давления. При повышении атмосферного давления возрастает токсическое действие из-за роста парциального давления газов и паров в альвеолярном воздухе и ускоренной миграцией их в кровь. При пониженном давлении влияние яда совпадает с отрицательными последствиями гипоксии и гипоксемии.

При сочетанном действии ядов и ультрафиолетового излучения возможно усиление действия ядов вследствие происходящих процессов взаимодействия газов в смесях под влиянием УФ. Кроме того, УФ может вызывать сенсibilизацию организма. Действие ядов на организм усиливается при сочетании с воздействием шума и вибрации, вследствие изменения функционального состояния центральной нервной системы и сердечно-сосудистой системы.

Действие ядов на отдельные системы организма. Для действия некоторых промышленных ядов характерно поражение функций центральной и периферической нервной системы, проявляющиеся нейроинтоксикациями и нейротокси-

козами. К классическим ядам, оказывающим преимущественно действие на нервную систему, относятся: пары металлической ртути, марганец, соединения мышьяка, сероуглерод, тетраэтилсвинец. Нейротропным действием обладают фосфорорганические вещества и многие наркотические, в том числе углеводороды предельного, непредельного и циклического ряда, а также все нейротропные лекарственные препараты. Клиническая картина большинства острых нейротоксикаций выражается совокупностью психических, неврологических, соматовегетативных симптомов, являющихся следствием сочетания прямого токсического воздействия на различные структуры нервной системы, а также развившегося в результате интоксикации поражения ряда органов и систем.

Изменения крови при действии промышленных ядов можно условно разделить на общие гемолитические реакции и специфические изменения. Общие гемолитические реакции возникают при острой интоксикации любым токсическим веществом независимо от механизма его действия. При этом наиболее закономерными являются изменения со стороны белой крови: нейтрофильный лейкоцитоз со сдвигом влево, эозинопения, лимфопения, увеличение числа моноцитов.

Под специфическими изменениями крови следует понимать такие нарушения в ее составе, которые обусловлены действием определенного вредного химического фактора производственной среды. При этом развиваются заболевания крови, которые по нозологической форме соответствуют таковым в общей гемолитической клинике: гипопластические состояния, лейкозы, нарушение свертываемости крови.

Поражения органов дыхания возникают при ингаляционном воздействии токсических веществ раздражающего действия.

Поражение гепатобилиарной системы возникает в результате воздействия на организм химических веществ, которые можно выделить в группу так называемых гепатотропных ядов. К их числу относятся хлорированные углеводороды - метилхлорид, метиленхлорид, хлороформ.

Поражение мочевыделительной системы во многом зависит от химического состава токсических веществ, предшествующего состояния почек и организма. Химические соединения по локализации и характеру вызываемого ими патологического процесса в почках можно разделить на 2 группы. К 1-й группе относятся те химические соединения, которые преимущественно поражают паренхиму почек и вызывают так называемые токсические нефропатии. К ним относятся металлы и их соединения. Ко 2-й группе относятся, в основном, ароматические аминосоединения.

### **Профилактика вредного воздействия промышленных ядов на организм работающих**

1. Технологические мероприятия - это наиболее радикальный путь устранения яда из технологического процесса. При этом рекомендуется замена токсических веществ менее токсичными или введение новой технологии, исключающей условия для выделения токсических веществ в воздух. Например, закалка металлов токами высокой частоты вместо свинцовых ванн, запрещение использования свинцовых белил, замена бензола менее токсичными его гомологами (ксилон, толуол) в обувной, полиграфической и других отраслях промышленности, устранение

фосфора из спичечного производства, ртути - из производства фетра и т.п. Устранению яда из технологического процесса способствует также совершенствование технологии путем внедрения непрерывных технологических процессов, автоматизация производства. Например, вместо пульверизационной окраски станков, машин и других изделий, при которых воздух интенсивно загрязняется парами растворителей и красочным аэрозолем, внедряется окраска в электростатическом поле, сварка в условиях вакуума, замена сухих процессов мокрыми, герметизация оборудования, что уменьшает выделение в воздух рабочей зоны токсических веществ.

2. Санитарно-технические и гигиенические мероприятия направлены на удаление из воздуха рабочей зоны токсических веществ. К ним относятся гигиеническая стандартизация сырья, контроль за состоянием воздушной среды, соблюдение гигиенических требований в условиях повышенной опасности действия ядов, рациональная планировка и отделка зданий, эффективная местная вентиляция, применение различных кожухов, отсосов, осуществление пневматической уборки помещений.

3. Индивидуальные средства защиты. Для защиты органов дыхания от паров и газов, используют разные типы противогазов - фильтрующие, шланговые, изолирующие; для защиты от токсических пылей - респираторы. Для защиты кожи от едких жидкостей - кислот и щелочей, используют спецодежду, перчатки, защитные пасты и мази. Для защиты слизистой оболочки глаз используют защитные очки.

4. Лечебно-профилактические мероприятия предусматривают:

- проведение предварительных при поступлении на работу и периодических медицинских осмотров, в соответствии с приказом № 90 от 14 марта 1996 года "О порядке проведения предварительных и периодических медицинских осмотров работников и медицинских регламентах допуска к профессии";

лечебно-профилактическое питание. Профилактическое питание включает набор продуктов, имеющих специфическую направленность. В рацион питания входят компоненты, которые покрывают возникающий дефицит биологически активных веществ, улучшают функциональное состояние преимущественно пораженных органов и систем, нейтрализуют вредные вещества, ограничивают их накопление, способствуют их выведению из организма. Установлено 5 рационов лечебно-профилактического питания. Рацион №1 разработан для работающих в условиях возможного воздействия рентгеновских лучей и радиоактивных веществ. В нем содержатся продукты, богатые липотропными веществами, которые стимулируют жировой обмен в печени и повышают ее антиоксидантную функцию. Рацион № 2 разработан для работающих в условиях воздействия щелочных металлов, хлора, его неорганических соединений, соединений хрома, цианистых соединений, фосгена и т.д. Данный рацион обогащен полноценными белками, ВНЖК, кальцием, которые препятствуют накоплению в организме вредных химических веществ. Рацион №3 разработан для работающих в условиях воздействия неорганических соединений свинца. Содержащиеся в рационе продукты способствуют выведению свинца из организма. Рацион №4 разработан для

работающих в условиях воздействия нитро- и аминосоединений бензола, его гомологов с хлорированными углеводородами, соединениями мышьяка и теллура, соединений фосфора и других веществ. Основное назначение данного рациона - повышение функциональных возможностей печени и кровяного аппарата. Рацион №5 разработан для работающих в условиях воздействия тетраэтилсвинца, бромированных углеводородов, сероуглерода, тиофоса, неорганических соединений ртути, соединений марганца и бария. Действие этого рациона в основном направлено на защиту нервной системы и печени. Во всех рационах рекомендуется ограничение поваренной соли, соленых и жирных продуктов, тугоплавких жиров. При производстве бензола, хлорированных углеводородов, мышьяка и т.д. рекомендуется обильное питье. Кроме специальных рационов, используется дополнительное питание для рабочих ряда производств в виде 0,5 л молока и дополнительная витаминизация;

санаторно-курортное лечение, ультрафиолетовое облучение в фотариях, дыхательная гимнастика;

- санитарно-просветительная работа среди рабочих должна быть направлена на антиалкогольную пропаганду, поскольку прием алкоголя повышает опасность возникновения профессиональных отравлений, создание аварийных ситуаций, возникновение травм. Пропаганда санитарных знаний должна способствовать осведомленности рабочих о токсических свойствах соединений, с которыми они работают, ранних признаках отравления и мерах первой доврачебной помощи.

5. Гигиеническое нормирование содержания промышленных ядов в воздухе рабочей зоны. Разрабатываются предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредного вещества в воздухе рабочей зоны и ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ). ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны - это такие концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных) работе в течение 8 часов или другой продолжительности, но не более 40 часов в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Разработке ПДК может предшествовать обоснование ОБУВ - временный гигиенический норматив содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны, устанавливаемый на ограниченное время (до 3 лет), с последующей заменой на ПДК.

Основными принципами установления гигиенических нормативов являются:

1. Опережение исследований по установлению гигиенических нормативов по сравнению с введением новых технологических процессов в производство.

2. Приоритет медицинских и биологических показаний при обосновании гигиенических нормативов по сравнению с технической достижимостью сегодняшнего дня и экономическими требованиями.

3. Пороговость вредного действия химических веществ. Порог вредного действия - такая минимальная концентрация веществ в воздухе рабочей зоны, при воздействии которой в организме (при конкретных условиях поступления веществ) возникают изменения, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций, или скрытая (временно компенсированная) патология.

## Контрольные вопросы по теме занятия

1. Классификация производственных ядов.
2. Влияние производственных ядов на организм.
3. Пути поступления, распределения, выделения ядов из организма.
4. Понятие о кумулятивных свойствах ядов.
5. Понятие о комбинированном и сочетанном действии ядов на организм.
6. Понятие о потенцировании, суммации, антагонизме, синергизме ядов.
7. Понятие о ПДК и ОБУВ химических веществ в воздухе.
8. Профилактические мероприятия по снижению загрязнения производственной среды токсическими веществами и уменьшению вредного влияния на организм работников.
9. Понятие о кумулятивных свойствах ядов.
10. Понятие о комбинированном и сочетанном действии ядов на организм.
11. Понятие о потенцировании, суммации, антагонизме, синергизме ядов
12. Понятие о ПДК и ОБУВ химических веществ в воздухе.
13. Профилактические мероприятия по снижению загрязнения производственной среды токсическими веществами и уменьшению вредного влияния на организм работников.

### **Тема: ПРОМЫШЛЕННАЯ ПЫЛЬ, ЕЕ ХАРАКТЕРИСТИКА, ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ**

Цель занятия: изучить влияние промышленной пыли на организм рабочих и научиться давать рекомендации по улучшению условий труда и снижению вредного воздействия пыли на организм работающего.

Пыль является наиболее распространенным неблагоприятным фактором производственной среды. Производственной пылью называют взвешенные в воздухе, медленно оседающие твердые частицы размерами от нескольких десятков до долей микрометра. Пыль представляет собой аэрозоль, т.е. дисперсную систему, в которой дисперсной фазой являются твердые частицы, а дисперсной средой - воздух.

Производственную пыль классифицируют по происхождению, способу образования, размерам частиц (дисперсности).

По происхождению различают пыль:

1. Органическую: естественную (древесную, хлопковую, косяную, шерстяную и т.д.) и искусственную (пыль пластмасс, резины, красителей, смол и т.д.).
2. Неорганическую: минеральную (кварцевую, силикатную, асбестовую и т.д.) и металлическую (железную, цинковую, медную и т.д.).
3. Смешанную: минерально-металлическую (например, смесь пыли железа и кремния) и органическую и неорганическую (например, пыль злаков и почвы).

По способу образования различают:

1. Аэрозоли дезинтеграции, возникающие при механическом измельчении, дроблении твердых пород (бурение, дробление, размол), транспортировке и упа-

ковке сыпучих материалов, механической обработке изделий (шлифовка, полировка и т.д.).

2. Аэрозоли конденсации, возникающие при испарении и последующей конденсации в воздухе паров металлов и неметаллов (электросварка, испарение металлов при электроплавке и других технологических процессах).

По дисперсности различают пыль:

1. Видимую (более 10 мкм),
2. Микроскопическую (от 0,25 до 10 мкм),
3. Ультрамикроскопическую (менее 0,25 мкм).

### **Гигиеническое значение физико-химических свойств пыли**

Пыль характеризуется совокупностью свойств, определяющих поведение ее в воздухе, превращения ее в организме, действие на организм. Из различных свойств промышленной пыли наибольшее значение имеют химический состав, дисперсность, растворимость, взрывоопасность, форма пылинок, электростатическая активность, радиоактивность.

Химический состав пыли

В зависимости от состава пыль может оказывать на организм фиброгенное, раздражающее, токсическое, аллергенное действие. Первостепенное значение для развития пылевых заболеваний легких имеет минеральный состав пыли, особенно содержание в пыли свободного диоксида кремния. С этой точки зрения наиболее агрессивна пыль свободного кристаллического диоксида кремния - кварца - и других модификаций.

Химическая активность зависит от общей площади поверхности пылинок. Обожженные продукты - керамзит, вермикулит и другие благодаря увеличенной общей поверхности обладают более выраженным фиброгенным действием.

Растворимость пыли

Хорошая растворимость токсических пылей, вследствие быстрого всасывания и попадания в кровь, способствует развитию явлений отравления. Нерастворимая, в частности волокнистая, пыль надолго задерживается в воздухоносных путях, приводя к развитию патологического процесса в них. Агрессивность фиброгенных пылей не находится в прямой зависимости от их растворимости. Например, растворимость аморфного кремния выше, чем кварца, но фиброгенная активность последнего намного больше.

Дисперсность пыли

Дисперсность аэрозолей определяет устойчивость частиц в воздухе и глубину проникновения в органы дыхания. Частицы, размерами свыше 10 мкм, подчиняясь закону Ньютона, быстро выпадают из воздуха под влиянием силы тяжести. При вдыхании они задерживаются в верхних дыхательных путях. Частицы микроскопического размера (0,25-10 мкм) более устойчивы в воздухе и выпадают из него с равномерной скоростью. При вдыхании они проникают в альвеолы, причем в основном частицы размером до 5 мкм. Ультрамикроскопические частицы величиной менее 0,25 мкм длительно витают в воздухе, подчиняясь законам броуновского движения. В легких из вдыхаемого воздуха задерживается только

60-70% частиц ультрамикроскопического размера. Роль ульт-рамикроскопической пыли в развитии пылевых поражений легких не является решающей, так как общая их масса невелика.

#### Форма пылинок

Форма пылевых частиц может быть различной: сферической, плоской, неправильной. При образовании аэрозолей конденсации пылинки большей частью имеют округлую форму, а в составе аэрозолей дезинтеграции - неправильную многоугольную, плоскую форму. Форма влияет на поведение пылинок в воздухе, при этом частицы неправильной формы способны более длительное время сохраняться в воздухе. Частицы круглой формы быстрее оседают и легче проникают в легочную ткань и лучше фагоцитируются. От размеров и формы частиц зависит реакция организма, например, возникновение "литейной лихорадки" в производстве цинка. Игольчатая пыль стекловолокна, слюды оказывает раздражающее действие на кожу, слизистую оболочку глаз и верхних дыхательных путей.

Структура пылевых частиц оказывает влияние на фиброгенную активность. Например, аморфный диоксид кремния менее вреден, чем кристаллический, а разновидности кристаллического диоксида кремния (кварц, кристобалит, тримит), имеющие одинаковую формулу при разной структуре кристаллов, отличаются по своей фиброгенной активности. Это, по-видимому, связано с разной физико-химической активностью поверхности кристаллов.

#### Электрзаряженность пыли

Электрзаряженность пылевых частиц влияет на устойчивость аэрозоля и его биологическую активность. В момент распыления твердых материалов 98% пылевых частиц приобретают положительный или отрицательный электрический заряд. Величина его очень мала. Более крупные частицы несут и больший заряд. Устойчивость аэрозоля с преобладанием в нем положительно заряженных частиц меньше, наличие частиц с положительными и отрицательными зарядами ускоряет укрупнение и выпадение пылинок. Заряженные частицы в 2-8 раз чаще и в большем количестве задерживаются в дыхательных путях.

### **Влияние пыли на организм**

Пыль оказывает фиброгенное, токсическое, раздражающее, радиоактивное, аллергенное, канцерогенное, фотосенсибилизирующее действие. Профессиональные пылевые заболевания легких - пневмокониозы - одни из самых тяжелых распространенных во всем мире видов профессиональных заболеваний.

Основными пылевыми профзаболеваниями являются:

1. Пневмокониозы.
2. Хронический пылевой бронхит.
3. Пылевые заболевания верхних дыхательных путей.

Пневмокониоз - хроническое профессиональное пылевое заболевание легких, характеризующееся развитием фиброзных изменений в них в результате длительного ингаляционного действия фиброгенных производственных аэрозолей.

По этиологическому принципу выделены следующие виды пневмокониозов:



1. Силикоз - пневмокониоз, обусловленный вдыханием кварцевой пыли, содержащей свободную двуокись кремния.

2. Силикатозы - пневмокониозы, возникающие от вдыхания пыли минералов, содержащих двуокись кремния в связанном состоянии с различными элементами.

3. Металлокониозы - пневмокониозы от воздействия пыли металлов (сидероз, алюминоз, баритоз, станиоз, марганокониоз и т.д.)

4. Пневмокониоз от смешанной пыли (с содержанием свободного диоксида кремния более 10 и менее 70%).

5. Пневмокониоз от органической пыли: растительной (биссеноз - от пыли хлопка и льна; багассоз - от пыли сахарного тростника; фермерское легкое - от сельскохозяйственной пыли, содержащей грибы), синтетической (пыль пластмасс), от воздействия сажи - промышленного углерода.

Наиболее часто встречается тяжело протекающая форма пневмокониоза - силикоз.

Возникает у рабочих, подвергающихся воздействию производственной пыли, содержащей диоксид кремния. Силикоз развивается в различные сроки работы в условиях пылевого воздействия. Распространенность, быстрота развития заболевания и степень его выраженности находятся в зависимости от условий труда, дисперсности, концентрации кварцевой пыли. Механизм действия пыли на дыхательные пути и развитие фиброгенного процесса в легких можно объяснить с позиции вида пыли, ее физических и химических свойств.

Патогенез пылевых заболеваний легких сложен. Теории патогенеза силикоза можно разделить условно на три группы:

1. Механическая.
2. Токсико-химическая.
3. Иммуно-биологическая.

В настоящее время наибольшим признанием пользуются теории, согласно которым основными механизмами действия кварцевой пыли являются фагоцитоз, непосредственное влияние частиц кварца, имеющих на своей поверхности химически активные радикалы, на цитоплазму макрофагов, вызывающее повреждение мембран внутриклеточных органелл. Это последнее нарушает процессы энергетического обмена в легочной ткани с последующим развитием коллагенов.

Силикоз характеризуется развитием узелкового или диффузного фиброза легких. Патологические явления нарастают медленно. Клиническая симптоматика не всегда соответствует выраженности пневмофиброзного процесса, поэтому основное значение для диагностики имеют рентгенологические данные.

Силикоз - общее заболевание организма, при котором наряду с нарушением функции дыхания наблюдается развитие эмфиземы, хронического бронхита, "легочного сердца". Регистрируются изменения иммунологической реактивности, обменных процессов. Нарушения деятельности центральной и вегетативной нервной системы.

Среди осложнений силикоза встречаются астмоидный бронхит, бронхоэктатическая болезнь, бронхиальная астма. Наиболее частым и тяжелым осложнением силикоза является туберкулез, что приводит к смешанной форме заболевания - силикотуберкулезу. Характерным для силикоза является его прогрессирование даже

после прекращения работы в пылевой промышленности.

Из других форм пневмокониозов силикатозы развиваются в более поздние сроки, менее склонны к прогрессированию и осложнению. Они имеют более яркую клиническую картину и менее четкую рентгенологическую. Одна из наиболее агрессивных форм силикатозов - асбестоз - в поздних стадиях может в 15- 20% случаев осложниться развитием рака легких.

При высокой запыленности воздуха в шахтах у горнорабочих может развиваться пневмоко ниоз в результате вдыхания угольной пыли - антракоз. Течение его по сравнению с силикозом более благоприятное, фиброзный процесс в легких протекает по типу диффузного склероза. Вдыхание смешанной пыли угля и породы, содержащей свободный диоксид кремния, вызывает антракосиликоз - более тяжелую по сравнению с антракозом форму пневмокониоза.

Производственная пыль может быть причиной возникновения не только пневмокониоза, но и других заболеваний дыхательного аппарата, кожи, слизистых оболочек. К ним относятся: пылевой бронхит, бронхиальная астма (от древесной, мучной пыли, пыли некоторых органических соединений), пневмонии (томашлаковая пыль, пыль марганцевых соединений); поражения слизистой оболочки носа и носоглотки (пыль цемента, хромовых соединений); конъюнктивиты, кожные поражения - шелушение, огрубение, угри, фурункулез, а иногда экзема, дерматиты (древесная, зерновая, волосая пыль и др.).

### **Профилактика пылевых заболеваний**

1. Гигиеническое нормирование. Основой проведения мероприятий по борьбе с производственной пылью является гигиеническое нормирование. В нашей стране установлены ПДК фиброгенных пылей в воздухе рабочих помещений, требование соблюдения которых является основой при осуществлении предупредительного и текущего санитарного надзора. Контроль за состоянием уровня запыленности осуществляется лабораториями органов Госсанэпиднадзора, заводскими санитарно-химическими лабораториями. На администрацию предприятий возложена ответственность за поддержание условий, препятствующих превышению ПДК пыли в воздушной среде. Учитывая, что среди аэрозолей фиброгенного действия наибольшей агрессивностью обладает пыль, содержащая свободную двуокись кремния, ПДК таких пылей зависит от ее процентного содержания. Так при содержании свободной двуокиси кремния в пыли более 70%, ПДК составит 1 мг/м<sup>3</sup>, при содержании от 10 до 70% - 2 мг/м<sup>3</sup>, при содержании от 2 до 10 % - 4 мг/м<sup>3</sup>.

2. Технологические мероприятия. Основной путь профилактики пылевых заболеваний легких - устранение пыли на рабочих местах путем изменения технологии производства, то есть уменьшение пылеобразования. Внедрение непрерывных технологий, автоматизации и механизации производства, дистанционное управление способствует значительному облегчению условий труда.

Эффективными средствами борьбы с пылью являются применение в технологическом процессе вместо порошкообразных веществ - брикетов гранул, паст, растворов и т.д., а также замена "сухих" процессов "мокрыми".

3. Санитарно-технические мероприятия. Мероприятия санитарно-

технического характера направлены на удаление пыли непосредственно от мест пылеобразования. Они играют существенную роль в предупреждении пылевых заболеваний. К ним относятся местные укрытия пылящего оборудования с отсосом воздуха, местная вытяжная вентиляция. Перед выбросом в атмосферу запыленный воздух должен быть очищен.

4. Индивидуальные средства защиты. В случаях, когда проведение мероприятий по снижению концентрации пыли не приводит к уменьшению пыли в рабочей зоне до допустимых пределов, необходимо применять индивидуальные средства защиты. К индивидуальным средствам защиты относятся противопылевые респираторы, защитные очки, специальная противопылевая одежда. Наиболее широко применяют респиратор типа “Лепесток”. В случае контакта с порошкообразными материалами, неблагоприятно воздействующими на кожу, используют защитные мази и пасты. Для защиты глаз применяют закрытые или открытые очки. Из спецодежды применяются пылезащитные комбинезоны.

5. Лечебно-профилактические мероприятия. В системе оздоровительных мероприятий весьма важен медицинский контроль за состоянием здоровья работающих. В соответствии с приказом № 90 МЗ РФ от 14 марта 1996 года обязательным является проведение предварительных при поступлении на работу и периодических медицинских осмотров. Противопоказаниями к приему на работу, связанную с воздействием пыли, являются все формы туберкулеза, хронические заболевания органов дыхания, сердечно-сосудистой системы, глаз и кожи.

Основная задача периодических осмотров - своевременное выявление ранних стадий заболевания и предупреждение развития пневмокониоза, определение профпригодности, проведение наиболее эффективных лечебно-профилактических мероприятий. Сроки проведения осмотров зависят от вида производства, профессии и содержания двуоксида кремния в пыли.

Биологические методы профилактики направлены на повышение реактивности организма и ускорение выведения из него пыли. Наибольшей эффективностью обладает ультрафиолетовое облучение в фотариях, тормозящее склеротические процессы; щелочные ингаляции, способствующие выведению пыли из дыхательных путей, санации слизистых оболочек. Дыхательная гимнастика, занятия спортом, улучшающие функцию внешнего дыхания, также предупреждают и развитие пневмокониоза. Диета при организации питания должна быть направлена на нормализацию белкового обмена и торможение силикотического процесса. С этой целью к ней добавляют метионин и витамины, что активизирует ферментные и гормональные системы и повышает сопротивляемость организма к патогенному действию пыли.

#### Контрольные вопросы по теме занятия

1. Классификация пыли по образованию, происхождению, дисперсности.
2. Какими показателями характеризуется пыль.
3. Методы отбора проб воздуха на запыленность.
4. Как привести объем протянутого воздуха к нормальным условиям.
5. Влияние пыли на организм.

6. Какая пыль обладает фиброгенным действием.
7. Пневмокониозы, их характеристика.
8. Силикоз, его проявление, профилактика силикоза.
9. Значение дисперсности пыли в возникновении легочных заболеваний.
10. Профилактика пылевой патологии: технологические, санитарно-технические, лечебно-профилактические мероприятия.
11. Индивидуальные средства защиты от пыли.

### **Раздел 3. РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИСТОЧНИКОВ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ В МЕДИЦИНЕ**

**Тема: Расчетные методы определения доз внешнего облучения и контроля защиты при работе с источниками ионизирующих излучений**

**Цель занятия:** научиться определять расчетными методами дозу облучения при работе с источниками ионизирующих излучений и рассчитывать параметры защиты от внешнего облучения.

#### **Учебно-целевые задачи:**

- 1) изучить единицы физических величин, применяемых в радиационной гигиене (приложение 1),
- 2) познакомиться с методикой расчета доз облучения и расчета безопасных условий труда при работе с источниками ионизирующих излучений,
- 3) научиться, пользуясь НРБ 76/87 и НРБ-99, определять основные дозовые пределы и допустимые уровни внешнего облучения (ПДД, ПД, ДМД),
- 4) научиться оценивать уровни облучения различных категорий облучаемых лиц,
- 5) решить ситуационную задачу по определению дозы внешнего облучения и по расчету защиты от внешнего излучения,
- 6) ответить на вопросы контроля знаний.

При проведении санитарно-дозиметрического контроля за условиями работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений для определения доз и контроля защиты, помимо измерений с помощью приборов, может производиться теоретический расчет. Особое значение имеют теоретические методы при проведении предупредительного санитарного надзора.

В гигиенической практике чаще всего применяются методы расчета доз и контроля защиты от  $\alpha$ - и рентгеновского излучения.

В основу расчетных методов положены некоторые закономерности распространения ионизирующих излучений в пространстве, взаимодействие их с различными веществами и т.д.

Основными из этих закономерностей являются следующие:

- 1) доза внешнего облучения при прочих равных условиях пропорциональна интенсивности ионизирующих излучений и времени их действия;

2) интенсивность ионизирующих излучений от внешнего точечного источника пропорциональна количеству квантов или частиц, возникающих в нем за единицу времени, и обратно пропорциональна квадрату расстояния. Зависимость интенсивности излучения от расстояния в случае применения протяженного источника более сложная;

3) интенсивность излучения может быть уменьшена с помощью поглощения его материалами защитных экранов.

Пользуясь этими закономерностями, можно заметить основные принципы защиты от внешнего облучения.

1. Использование для работы источников с минимально возможным выходом ионизирующих излучений (защита активностью).

2. Проведение работ, связанных с облучением в течение минимального времени (защита временем).

3. Обеспечение во время этих работ максимального расстояния от источника до человека (защита расстоянием). Этот способ является чрезвычайно эффективным, так как доза уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния (при увеличении расстояния в 2 раза доза уменьшается в 4 раза и т.д.).

4. При необходимости уменьшение интенсивности излучения с помощью экранов (защита экранами).

При работе с фотонными излучениями (у- и рентгеновское) доза внешнего облучения обычно рассчитывается по следующей формуле:

$$\frac{P_0 \times t}{R^2} \quad (1)$$

где X - доза внешнего облучения, Р;

t - время облучения, ч;

P<sub>0</sub> - мощность дозы, создаваемая источником на расстоянии 1 см, Р/ч.

R - расстояние до источника, см.

Учитывая, что для большинства радиоактивных изотопов экспериментально определена мощность дозы у-излучения (Р/ч), создаваемая на расстоянии 1 см от точечного источника активностью 1 мКи [*эта величина называется у- постоянной данного изотопа (K<sub>у</sub>)*], для расчета дозы у-излучения можно воспользоваться следующей формулой:

$$X = \frac{A \times K_{\gamma} \times t}{R^2}, \quad (2)$$

где X - доза внешнего облучения, Р;

A - активность источника, мКи;

K<sub>у</sub> - гамма постоянная данного изотопа, Р/ч. Гамма постоянные различных изотопов представлены в справочных таблицах “Характеристика гамма-излучения радиоактивных изотопов”;

t - время облучения, ч;

R - расстояние до источника, см.

Если активность источника выражена в миллиграмм эквивалентах радия, формула (2) принимает следующий вид:

$$X = \frac{\Gamma \times 8,4 \times t}{R^2} \quad (3)$$

$$R^{1.2}$$

где  $\Gamma$  - активность источника, мГ-экв.радия,

8,4 - гамма-постоянная радия,

Р/час, t - время облучения, ч;

R - расстояние до источника, см.

При использовании защитных экранов, в знаменатель формул 1-3 должен быть введен коэффициент ослабления излучения данным экраном ( $\mu^x$ ). Значение этого коэффициента зависит от вида излучения, его энергии, материала экрана и толщины. В практике этот коэффициент обычно берут из соответствующих таблиц.

## РАСЧЕТ ЗАЩИТЫ ОТ ВНЕШНЕГО $\gamma$ - и РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

---

### 1 Защита временем

$$X (P) \times R (cm)$$

т(4) > ..... 9

$$A \times K_{\gamma}$$

### 2 Защита расстоянием

$$A \times K_{\gamma} \times t$$

R(CM) ^

9

$$X$$

1. Защита активностью

$$X (P) \times R^2 (см)$$

$\times (мкВ)$

$$K_u(p/ч) \times t(ч)$$

где X - допустимая доза облучения (в эквивалентной дозе в неделю).

$$X (P) \times R^2 (см)$$

■ ■ -  
-1- (мг-экв-Ra)

$$8,4 (p/ч) \times t (ч)$$

конкретных условиях (за смену или

$$X (P) \times R^2 (см)$$

$$4(ч) \dots \dots \dots$$

$$\Gamma \times 8,4$$

$$\frac{\Gamma \times 8,4 \times t}{X}$$

4. Защита экраном

Необходимая толщина экрана для защиты от у-излучения находится в зависимости от энергии излучения, удельной активности источника, расстояния от источника до рабочего места, длительности работы и материала экрана.

Для расчета толщины экрана, которая ослабит дозу излучения от источника до предельнодопустимой величины при данных условиях, необходимо определить следующее.

1. Кратность ослабления излучения экраном - K

Для расчета кратности ослабления излучения экраном необходимо знать, какую дозу можно получить, работая с данным источником (или какая мощность дозы излучения на рабочем месте) и допустимую дозу или допустимую мощность дозы излучения на рабочем месте.

Дозу излучения можно рассчитать по приведенным выше формулам 1-3, а мощность дозы можно рассчитать по формуле 4 или измерить ее с помощью приборов.

$$X = \frac{X}{t}, \quad (4)$$

где X - мощность дозы излучения на рабочем месте, P/ч,

X- доза облучения при работе с данным источником, P, t - продолжительность работы с источником, ч.

Для расчета необходимой кратности ослабления излучения экраном нужно фактические значения дозы или мощности дозы разделить на допустимую дозу или допустимую мощность дозы:



$$K = \frac{X}{\text{ПДД} \times 0,5} \quad (5)$$

$$K = \frac{X}{\text{ДМД} \times 0,5} \quad (6),$$

где ПДД - допустимая доза облучения в конкретных условиях, бэр;  
 ДМД - допустимая мощность дозы на рабочем месте, бэр/ч;  
 0,5 - коэффициент запаса.

Согласно пункту 3.7 НРБ-76/87, при проектировании защиты от внешнего ионизирующего излучения числовые значения допустимой дозы или допустимой мощности дозы необходимо использовать с коэффициентом запаса равным 2. Проектируемые допустимые дозы или допустимые мощности дозы должны быть в 2 раза меньше ПДД или ДМД.

Для расчета ПДД излучения необходимо основной дозовый предел для соответствующей категории облучаемых лиц и группы критических органов (НРБ-76/87, с. 18) разделить на количество рабочих недель в году (для недельных условий работы) или на количество рабочих смен за год (для сменных условий работы):

$$\begin{aligned} \text{ПДД за неделю для лиц категории А на 1 гр. критических органов} &= \frac{5 \text{ бэр}}{50 \text{ недель}} = \\ &= 0,1 \text{ бэра} \\ \text{ПДД за смену на 1 группу критических органов} &= \frac{\text{-----}}{\text{кол-во смен в году}} \end{aligned}$$

Например, при 5-сменной рабочей неделе за 50 рабочих недель количество смен за год будет равным 250, тогда ПДД за неделю составит 0,02 бэра.

Для расчета ДМД основной дозовый предел для соответствующей категории облучаемых лиц и группы критических органов нужно разделить на количество рабочих часов за календарный год:

$$\text{ДМДд} = \text{ПДД} / t \quad (\text{мбэр/ч}); \quad \text{ДМДб} = \text{ПД} / t \quad (\text{мбэр/ч}),$$

где ПДД и ПД - основные дозовые пределы соответственно для категории А и Б, мбэр;

t - время облучения за календарный год, ч.

При условии работы по полной рабочей неделе (36 часов в неделю) стандартное время облучения для категории А принимается равным 1700 часов в год. Для категории Б стандартное время облучения при нахождении в служебных помещениях, на территории учреждения и в пределах санитарно-защитной зоны принимается равным 2000 часов, а при нахождении в жилых помещениях и на территории в пределах зоны наблюдения - 8800 часов.

Зная необходимую кратность ослабления излучения экраном, энергию излучения и материал экрана, необходимую толщину экрана можно определить по таблицам или номограммам.

Для определения толщины экрана по таблицам необходимо знать кратность ослабления излучения, материал экрана и энергию излучения. В таблицах находят

точку пересечения кратности ослабления и энергии излучения. Найденная цифра и есть толщина экрана в сантиметрах.

Для определения толщины экрана по номограммам необходимо знать кратность ослабления, материал экрана и наименование радиоактивного изотопа. В соответствующей номограмме по вертикальной оси откладывают значение кратности ослабления, затем проводят горизонтальную линию до пересечения с кривой материала экрана и опускают перпендикуляр на горизонтальную ось, на которой дается толщина экрана в сантиметрах.

Пример расчета

Определить дозу у-излучения при работе с препаратом радиоактивного йода-131, общей активностью 25 МКи. Время работы с препаратом составляет 12 ч в неделю. Препарат находится на расстоянии 0,5 м от тела работника.

По таблице “Характеристика у-излучения радиоактивных изотопов” находим Ку йода-131 (в приложении № 4), которая составляет 2,15 Р/ч.

Пользуясь формулой 2, вычисляем экспозиционную дозу излучения, которую получит работник за неделю:

$$X = \frac{25 \text{ МКи} \times 2,15 \text{ Р/ч} \times 12 \text{ ч}}{50^3 \text{ см}} = 0,258 \text{ Р}$$

Переводим найденную экспозиционную дозу в эквивалентную:

$H = 0,258 \times 0,97 \times 1 = 0,250$  бэр (0,97 - коэффициент пересчета экспозиционной дозы в поглощенную, 1 - коэффициент качества у-излучения).

Мощность эквивалентной дозы на рабочем месте составляет  $0,25 \text{ бэр} / 12 \text{ ч} = 0,0208$  бэр/ч или 20,8 мбэр/ч.

Сопоставляем дозу, полученную работником, с предельно допустимой дозой. Так как данный работник относится к категории А облучаемых лиц, а облучению подвергается все тело, то согласно НРБ - 76/87 (приложение 5) ПДД за год на первую группу критических органов составляет 5 бэр. При численности 50 рабочих недель за год, ПДД за неделю составит  $5 \text{ бэр} / 50 \text{ недель} = 0,1$  бэр.

$$\text{ДМД} = 5000 \text{ мбэр} / 50 \text{ недель} \times 12 \text{ ч} = 8,33 \text{ мбэр/ч.}$$

Следовательно, работник в данных условиях работы переоблучается, и такие условия работы неприемлемы. Необходимо изменить условия работы, при которых бы работник не переоблучался.

1) Определим, с какой активностью может работать данный работник без переоблучения (защита активностью):

$$0,1 \times 50^2$$

---

3 Доза лучевого воздействия. Единицы измерения.

Экспозиционная доза (X) - мера ионизационного воздействия фотонного излучения, определяемая по ионизации воздуха в условиях электронного равновесия. Непосредственно измеряемой физической величиной при определении

$$A = \frac{\dots}{2,15 \times 12} = 9,69 \text{ мКи.}$$

2) Определим безопасное время работы с данным препаратом (защита временем):

$$t = \frac{0,1 \times 50^2}{25 \times 2,15} = 4,65 \text{ ч.}$$

3) Определим безопасное расстояние от препаратов (защита расстоянием):

$$R = \frac{25 \times 2,15 \times 12}{0,1^4} = 80,3 \text{ см.}$$

---

4 Определим необходимую толщину экрана из свинца, которая ослабит излучение до безопасного уровня и работая за которым работник не будет переоблучаться:

По формулам 5 и 6 рассчитаем необходимую кратность ослабления излучения экраном:

$$K = 0,25 \text{ бэр} \div 0,1 \text{ бэр} \times 0,5 = 5 \text{ раз;}$$

$$K = 20,8 \text{ мбэр/ч з- } 8,33 \text{ мбэр/ч} \times 0,5 = 4,99 \text{ раз}$$

Из таблицы “Характеристика  $\gamma$ -излучения радиоактивных изотопов” определяем, что максимальная энергия  $\gamma$ -квантов йода-131 составляет 0,722 Мэв (приложение 4). По таблице в приложении 6 находим толщину экрана из свинца,

Приложение 1

которая составляет 1,9 см.

## ПРИЛОЖЕНИЯ ЕДИНИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

### 1. Радиоактивность вещества и единицы ее измерения.

Активность (А) - мера количества радиоактивного вещества, выражаемая числом спонтанных ядерных превращений за единицу времени.

В международной системе единиц (СИ) за единицу активности принято одно ядерное превращение в секунду (расп/с). Эта единица получила название беккерель (Бк).

Внесистемной единицей активности является кюри (Ки).  $1 \text{ Ки} = 3,7 \times 10^{10}$  расп/с.

Гамма-эквивалент радиоактивного препарата (Г). Понятие используется для сравнения радиоактивных препаратов по их гамма-излучению.

Если два препарата при тождественных условиях измерения создают одинаковую мощность экспозиционной дозы гамма-излучения, то активность их как гамма-излучателей будет эквивалентна. Наиболее распространенной единицей измерения активности гамма-излучающих препаратов является миллиграмм-эквивалент радия.

Миллиграмм-эквивалент радия ( $\text{мг} \times \text{экв} \times \text{Ra}$ ) - это активность любого радиоактивного препарата, гамма-излучение которого при идентичных условиях измерения создает в воздушно-эквивалентной ионизационной камере такую же ионизацию, как и 1 мг радия государственного эталона. Точечный источник 1 мг Ra, находящийся в равновесии с продуктами распада, после начальной фильтрации (0,5 мм платины) создает на расстоянии 1 см в воздухе мощность дозы 8,4 рентгена в час (8,4 Р/ч).

Таким образом,  $1 \text{ мг} \times \text{экв} \times \text{Ra}$  соответствует активности любого радионуклида (являющегося источником гамма-излучения), точечный источник которого создает на расстоянии в один сантиметр мощность экспозиционной дозы

8,4 Р/ч.<sup>2</sup>

экспозиционной дозы фотонного излучения является общий электрический заряд ионов одного знака, образованных в воздухе за время облучения.

В единицах СИ единицей экспозиционной дозы является один кулон на килограмм воздушной среды (Кл/кг).

Внесистемной единицей экспозиционной дозы является рентген (Р).

$$1 \text{ Р} = 2,58 \times 10^4 \text{ Кл/кг}$$

Поглощенная доза излучения (**D**) - величина, численно равная энергии, поглощенной единицей массы облучаемого вещества.

В единицах СИ единицей поглощенной дозы является грэй (Гр).

Один грэй есть поглощенная доза любого ионизирующего излучения, передающая единице массы облучаемого вещества (кг) энергию в 1 джоуль (Дж).

$$1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг.}$$

Внесистемной единицей поглощенной дозы является рад, численно равный энергии излучения в 100 эрг, поглощенной 1 г вещества.

$$1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}$$

Соотношение между поглощенной дозой излучения, выраженной в радах, и экспозиционной дозой, выраженной в рентгенах, для воздуха имеет вид:

$$D = X(\text{Р}) \times 0,877 \text{ (энергетический эквивалент для воздуха).}$$

Для других материалов:  $D = X(\text{Р}) \times \text{ср}$ , где ср - коэффициент, характеризующий особенности поглощения фотонного излучения конкретной средой в зависимости от ее химического состава, плотности и энергии излучения. Значения коэффициентов ср, отражающих передачу энергии конкретной среде, приводятся в справочных таблицах. При условии облучения всего тела фотонным излучением с энергией более 0,2 Мэв, его можно принять равным и 0,97.

Эквивалентная доза излучения (**H**) - есть мера выраженности биологического эффекта лучевого воздействия. Понятие введено для оценки радиационной опасности хронического облучения ионизирующим излучением произвольного состава и определяется произведением поглощенной дозы на средний коэффициент качества (к) конкретного излучения:

$$H = D \times \text{к.}$$

Эквивалентная доза ионизирующего излучения является основной величиной, определяющей уровень радиационной безопасности при хроническом облучении человека в малых дозах (не более 25 бэр). Выраженность биологического эффекта в этой области доз зависит только от поглощенной дозы и коэффициента качества излучения. В единицах СИ единицей эквивалентной дозы является зиверт (Зв).

$$1 \text{ Зв} = 1 \text{ Дж/кг} \times \text{к.}$$

Внесистемной единицей эквивалентной дозы является бэр (биологический эквивалент рада фотонного излучения). 1 бэр соответствует количеству энергии, поглощенной в 1 г ткани стандартного состава, при которой наблюдается тот же биологический эффект, что и при поглощенной дозе в 1 рад рентгеновского излучения.

$$1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр.}$$

### 3. Поле ионизирующего излучения и единицы его характеристики Мощность

дозы излучения есть отношение дозы лучевого воздействия за определенный интервал времени к этому интервалу времени, понятие отражает скорость накопления дозы в поглощенной среде. В практической деятельности используют такие понятия, как мощность экспозиционной дозы (X), мощность поглощенной дозы (D), мощность эквивалентной дозы (H), каждое из которых имеет свои единицы измерения.

Величина и ее символ	Единицы СИ	Внесистемная единица	Соотношение между единицами
Мощность экспозиционной дозы, X	Кулон на килограмм в секунду  Кл/(кг·с)  = Ампер на килограмм (А/кг)	Рентген в секунду (Р/с)	$1 \text{ Р/с} = 2,58 \times 10^{14} \text{ А/кг}$ $1 \text{ А/кг} = 3,88 \times 10^3 \text{ Р}$
Мощность поглощенной дозы, D	Грей в секунду (Гр/с)	Рад в секунду (рад/с)	$1 \text{ рад/с} = 0,01 \text{ Гр/с}$ $1 \text{ Гр/с} = 100 \text{ рад/с}$
Мощность эквивалентной дозы, H	Зиверт в секунду (Зв/с)	Бэр в секунду (бэр/с)	$1 \text{ бэр/с} = 0,01 \text{ Зв/с}$ $1 \text{ Зв/с} = 100 \text{ бэр/с}$

Гамма постоянная радиоактивного изотопа (Ку) - величина, численно равная мощности экспозиционной дозы гамма-излучения, создаваемой нефльтрованным гамма-излучением точечного источника активностью 1 мКи на расстоянии в 1 см. Значения конкретных величин ионизационной гамма- постоянной радионуклидов приводятся в справочной литературе в разделах характеристики гамма-излучения радиоактивных изотопов.

## Приложение 2

### Контрольные вопросы по теме занятия

1. Какое облучение называется “внешним”?
2. Какое облучение называется “внутренним”?
3. Какие виды источников ионизирующих излучений Вы знаете?
4. Что означает понятие “Радионуклид”?
5. Какие виды ионизирующих излучений Вы знаете?
6. Какие категории облучаемых лиц существуют, кто к ним относится?
7. Что понимают под “критическим органом”?
8. Какие группы критических органов существуют и что к ним относится?
9. Какие классы нормативов устанавливаются для каждой категории облучаемых лиц?
10. Что такое предельно допустимая доза (ПДД) и предел дозы (ПД)? Для кого они устанавливаются? Чему равны числовые значения?
11. Какие допустимые уровни внешнего облучения устанавливают НРБ-76/87, НРБ-99?
12. Что такое активность нуклида и в каких единицах она измеряется?
13. Что называется гамма-эквивалентом радия?

14. Что такое гамма-постоянная радиоактивного изотопа?
15. Какие используются единицы измерения дозы лучевого воздействия?
16. Какие единицы характеристики поля ионизирующего излучения используются? Что такое мощность дозы излучения?
17. Какие принципы защиты от внешнего облучения Вы знаете?
18. В чем сущность защиты от внешнего облучения активностью? временем? расстоянием? экраном?

Приложение 3

### Средние значения коэффициента качества (к) излучения

Вид излучения	к
Гамма-излучение	1
Рентгеновское излучение	1
Электроны и позитроны, Р-излучение	1
Протоны с энергией меньше 10 МэВ	10
Нейтроны с энергией меньше 20 кэВ	3
Продолжение табл. 3	
Нейтроны с энергией 0,1 - 20 МэВ	10
Альфа-излучение с энергией меньше 10 МэВ	20
Тяжелые ядра отдачи	20

Приложение 4

### Характеристика гамма-излучения радиоактивных изотопов

№ п/п	Изотоп	Период полураспада T <sub>1/2</sub>	Энергия гамма-квантов E, Мэв	Дифференциальная гамма-постоянная K <sub>v</sub> , Р/ч	Полная гамма-постоянная K <sub>v</sub> , Р/ч
1	Na <sup>22</sup>	2,58 г	1,275 0,511	6,42 5,31	11,73

2	$K^{42}$	12,46 ч	2,44	0,004	1,36
			1,92	0,005	
			1,52	1,350	
			1,02	0,001	
			0,90	0,001	
			0,60	0,001	
			0,49		
			0,31	0,003	
3	$Cr^{51}$	27,8 д	0,65	-	0,165
			0,325	0,165	
			0,320	-	
4	$Mi^{54}$	291 д	0,842	4,69	4,69
5	$O \circ \circ \circ$	71,3 д	1,62	0,039	5,47
			0,815	0,073	
			0,805	4,505	
			0,511	0,856	
6	$O \circ \circ \circ + Ni^{60} (ml+m2)$	5,27 г ( $< 10^{11}$ с)	2,158	-	12,93
			1,333	6,82	
			1,172	6,11	
			0,825	-	
7	$In^{113} + Sn_{124m}$	119 д	0,650	0,007	1,56
			0,393	1,55	
			0,257	0,004	
8	$I^{131} + 31 (ml+m2)$	8,08 д ( $9 \times 10^{11}$ с)	0,722	0,122	2,15
			0,637	0,327	
			0,364	1,623	
			0,284	0,078	
			0,080	0,003	

Продолжение табл. 4

9	$Cs^{137} + Ba_{137m}$	26,6 г (2,60 м)	0,661	3,1	3,1
10	$Au^{198} + Hg^{198m}$	2,697 1д ( $2,9 \times 10^{11} Cl$ с)	1,088	0,009	2,30
			0,676	0,031	
			0,412	2,263	
11	Ra <sup>226</sup> (в равновесии с основными дочерними продуктами)	1622 г	2,446	0,171	9,36
			2,410	0,021	
			2,297	0,041	
			2,204 и т.д.	0,513 и т.д.	

Приложение 5



## Основные пределы доз (НРБ-99)

Нормируемые величины*	Пределы доз	
	персонал (группа А)**	население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год в хрусталике глаза***	150 мЗв	15 мЗв
коже****	500 мЗв	50 мЗв
кистях и стопах	500 мЗв	50 мЗв

### Примечания:

\* Допускается одновременное облучение до указанных пределов по всем нормируемым величинам.

\*\* Основные пределы доз, как и все остальные уровни облучения персонала группы Б, равны  $^1A$  значений для персонала группы А.

\*\*\* Относится к дозе на глубине 300мг/см<sup>2</sup>.

\*\*\*\* Относится к среднему по площади в 1 см<sup>2</sup> значению в базальном слое кожи толщиной 5 мг/см<sup>2</sup> под покровным слоем толщиной 5 мг/см<sup>2</sup>. На ладонях толщина покровного слоя - 40 мг/см<sup>2</sup>. Указанным пределом допускается облучение всей кожи человека при условии, что в пределах усредненного облучения любого 1 см<sup>2</sup> площади кожи этот предел не будет превышен. Предел дозы при облучении кожи лица обеспечивает не превышение предела дозы на хрусталике от бета-частиц.

### Основные дозовые пределы (НРБ-76/87)

Дозовые пределы суммарного внешне-го и внутреннего облучения, бэр за календарный год	Группа критических органов		
	I	II	III
Предельно допустимая доза для категории А, ПДД	5	15	30
Предел дозы для категории Б, ПД	0,5	1,5	3,0

Примечание. Распределение дозы излучения в течение календарного года не регламентируется (за исключением женщин в возрасте до 40 лет, отнесенных к категории А).

Приложение 6

Толщина защиты из свинца для различных кратностей ослабления у-лучей (широкий пучок), см, \_\_\_\_\_

Кратность ослабле- ния, К	Энергия у- излучения E, Мэв																		
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,2	3,0	4,0	6,0	8,0
1,5	0,05	0,10	0,15	0,20	0,20	0,30	0,40	0,60	0,70	0,80	0,95	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,0	0,9
2	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,70	0,80	1,0	1,15	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	2,0	2,1	2,0	1,6	1,5
5	0,20	0,40	0,60	0,90	1,1	1,5	1,9	2,2	2,5	2,8	3,4	3,8	4,1	4,3	4,4	4,6	4,5	3,8	3,3
8	0,25	0,50	0,80	1,1	1,5	1,9	2,3	2,8	3,2	3,5	4,2	4,8	5,2	5,5	5,7	5,9	5,8	5,0	4,3
10	0,30	0,55	0,90	1,3	1,6	2,1	2,6	3,0	3,5	3,8	4,5	5,1	5,6	5,9	6,1	6,5	6,4	5,5	4,9
20	0,30	0,60	1,1	1,5	2,0	2,6	3,2	3,8	4,4	4,9	5,8	6,6	7,2	7,6	7,8	8,3	8,2	7,1	6,3
30	0,35	0,70	1,1	1,7	2,3	3,0	3,6	4,3	4,9	5,5	6,5	7,3	8,0	8,5	8,8	9,3	9,2	8,0	7,2
40	0,40	0,80	1,3	1,8	2,4	3,1	3,8	4,5	5,2	5,8	6,8	7,8	8,6	9,1	9,4	10,0	9,9	8,7	7,8
50	0,40	0,85	1,4	1,9	2,6	3,2	3,9	4,6	5,3	6,0	7,2	8,2	9,0	9,6	10,0	10,6	10,5	9,2	8,3
60	0,45	0,90	1,4	2,0	2,7	3,4	4,2	4,9	5,6	6,3	7,5	8,6	9,5	10,1	10,4	11,0	10,9	9,7	8,7
80	0,45	1,0	1,5	2,1	2,8	3,7	4,5	5,3	6,0	6,7	8,0	9,2	10,1	10,7	11,1	11,7	11,6	10,4	9,4
100	0,50	1,0	1,6	2,3	3,0	3,8	4,7	5,5	6,3	7,0	8,4	9,6	10,6	11,3	11,7	12,2	12,1	10,9	9,9
2×10 <sup>2</sup>	0,50	1,2	1,9	2,6	3,4	4,4	5,3	6,3	7,2	8,0	9,6	11,1	12,2	12,9	13,4	14,0	13,8	12,6	11,4
5×10 <sup>2</sup>	0,65	1,4	2,2	3,1	4,0	5,1	6,1	7,2	8,2	9,2	11,3	12,9	14,2	15,0	15,4	16,3	16,1	14,9	13,3
10 <sup>3</sup>	0,70	1,5	2,4	3,3	4,4	5,7	6,9	8,1	9,2	10,2	12,3	14,1	15,5	16,5	17,0	18,0	17,8	16,5	15,1
2×10 <sup>3</sup>	0,85	1,7	2,7	3,8	5,0	6,3	7,6	8,8	10,0	11,1	13,5	15,4	16,8	17,9	18,5	19,7	19,5	18,1	16,6
5×10 <sup>3</sup>	0,90	1,9	3,0	4,2	5,5	7,0	8,5	9,9	11,2	12,4	14,9	17,0	18,6	19,8	20,5	21,9	21,7	20,3	18,5
10 <sup>4</sup>	1,0	2,1	3,3	4,5	5,9	7,5	9,1	10,6	12,0	13,3	16,5	18,3	20,1	21,3	22,1	23,5	23,4	22,0	20,1
2×10 <sup>4</sup>	1,1	2,2	3,5	4,8	6,3	8,0	9,7	11,3	12,8	14,2	17,2	19,5	21,4	22,7	23,5	25,1	25,0	23,6	21,7
5×10 <sup>4</sup>	1,1	2,3	3,7	5,2	6,9	8,7	10,5	12,3	14,0	15,6	18,8	21,4	23,3	24,7	25,5	27,3	27,2	25,8	23,7
10 <sup>5</sup>	1,1	2,4	3,8	5,4	7,2	9,2	11,1	13,0	14,8	16,5	20,1	22,7	24,7	26,2	27,0	28,9	28,9	27,5	25,3
2×10 <sup>5</sup>	1,3	2,6	4,1	5,7	7,6	9,6	11,6	13,6	15,5	17,4	21,3	24,1	26,1	27,6	28,5	30,5	30,5	29,2	29,2
5×10 <sup>5</sup>	1,4	2,8	4,4	6,1	8,2	10,2	12,3	14,4	16,5	18,5	22,3	25,4	27,8	29,5	30,4	32,7	32,7	32,4	28,9
10 <sup>6</sup>	1,4	3,0	4,7	6,5	8,7	10,9	13,1	15,3	17,5	19,5	23,5	26,8	29,2	31,0	32,0	34,3	34,4	33,0	30,4

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гигиена /Под ред. акад. РАМН Г.И.Румянцева - М.: ГЭОТАР Медицина, 2000. - 608 с.
2. Гигиена и основы экологии человека: Учебник для студ. высш. мед. учеб. Заведений / Ю.П.Пивоваров, В.В.Королик, Л.С.Зиневич - М.: Издательский центр "Академия", 2004. - 528 с.
3. Руководство к лабораторным занятиям по гигиене и основам экологии человека /Под ред. Ю.П.Пивоварова. - М.: ВУНКЦ МЗ РФ, 1999. - 423 с.
4. Общая гигиена: пропедевтика гигиены: Учебник для иностр. студ. / Е.И.Гончарук, Ю.И.Кундиев, В.Г.Бардов и др. - Киев: Вища шк., 2000. - 652 с.
5. Знаменский А.В. Госпитальная гигиена. Санитарно-эпидемиологические требования к устройству и эксплуатации лечебно-профилактических учреждений: Учебное пособие / Ред. Проф. Ю.В.Лизунов. - СПб: ООО "Издательство Фолиант", 2004. - 240 с.
6. Кучма В.Р. Дети в мегаполисе: некоторые гигиенические проблемы. - М.: Научный центр здоровья детей РАМН, 2002. - 280 с.
7. Кучма В.Р., Сердюковская Г.Н., Демин А.К. Руководство по гигиене и охране здоровья школьников. - М.: НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков, 2000. - 152 с.
8. Большаков А.М. Руководство к лабораторным занятиям по общей гигиене - М.: Медицина, 1987 - 176 с.
9. Ильин Л.А., Кириллов В.Ф., Коренков И.П. Радиационная гигиена: Учебник. - М.: Медицина, 1999. - 384 с.
10. Гурова Л.И., Горлова О.Е. Практикум по общей гигиене - М.: Изд-во УДНД991. - 177 с.

Тема: Методы оценки функционального состояния организма детей и подростков

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Тема: Гигиена детей и подростков.....	3
Тема: Методы оценки физического развития детей и подростков.....	3
.....	9
Тема: Гигиена труда и охрана здоровья работающих	17
Тема: Гигиена труда и профилактика профессиональных заболеваний.....	17
Тема: Физические факторы производственной среды. Шум и вибрация. Влияние их на организм работающих .....	20
Тема: Производственные яды. Профилактика профессиональных отравлений.....	3
2	
Тема: Промышленная пыль, ее характеристика, влияние на организм.....	40
Тема: Радиационная безопасность медицинского персонала при использовании источников ионизирующих излучений в медицине.....	4 6
Тема: Расчетные методы определения доз внешнего облучения и контроля защиты при работе с источниками ионизирующих излучений.....	4 6
Приложения.....	52
Библиографический	

сп

и  
сок

