

Министерство образования и науки Российской Федерации
Амурский государственный университет

А.Н. Мирошниченко

РУКОВОДСТВО ПО ОСНОВАМ
МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано ДВ РУМЦ в качестве
учебного пособия для студентов специальности
280101 «Безопасность жизнедеятельности
в техносфере» вузов региона.

Благовещенск
Издательство АмГУ

2011

ББК 68.9 я73
М64

*Рекомендовано
учебно-методическим советом университета*

Рецензенты:

*Лушпей В.П., проф. кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности
ДВГТУ, д-р техн. наук, академик МАНЭБ;*

*Н.В.Коршунова, зав. кафедрой гигиены с основами экологии человека
и военной гигиены АГМА, проф., д-р мед. наук.*

М64 Мирошниченко А.Н. Руководство по основам медико-биологического обеспечения безопасности жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие / А.Н. Мирошниченко. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2010. – 252 с.

Предназначено для проведения практических занятий при изучении ОПД.Ф.10. «Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности» со студентами очной и заочной сокращенной форм обучения по специальности «Безопасность жизнедеятельности в техносфере», «Безопасность технологических процессов и производств», «Пожарная безопасность», «Защита в чрезвычайных ситуациях». Учебное пособие предназначено для формирования практических навыков по применению специальных знаний о механизмах медико-биологического взаимодействия человека с факторами среды обитания, последствиях их воздействия на организм человека и основных принципах санитарно-гигиенического нормирования этих факторов.

Руководство будет полезно студентам других специальностей, изучающих безопасность жизнедеятельности.

© Амурский государственный университет, 2011

ВВЕДЕНИЕ

В руководстве по основам медико-биологического обеспечения безопасности жизнедеятельности в техносфере рассматриваются вопросы взаимодействия организма человека с техногенной средой обитания, физиологических особенностей трудовой деятельности, оценки токсического воздействия промышленных ядов, изменения внутренней среды организма под влиянием вредных производственных факторов и принципы их санитарно-гигиенического нормирования.

Окружающая человека производственная среда и его биологическая сущность едины, они не могут развиваться и существовать отдельно. Это подтверждается общностью их физико-химического состава, информационно-энергетическим взаимодействием. Однако это единство под воздействием неблагоприятных факторов производственной среды может нарушаться, что и проявляется в возникновении профессиональных заболеваний. Исследования в области физиологии труда человека показали, что заболевания возникают в случае, если он подвергается воздействию необычных по силе, качеству или продолжительности действия вредных факторов, что приводит к нарушению тонкого биологического равновесия между средой обитания и человеческим организмом. Из этого следует, что чрезмерное воздействие факторов среды обитания на организм делают жизнь человека потенциально опасной. В связи с этим познание медико-биологических особенностей развития организма человека под их влиянием и оценка их воздействия представляется крайне важным и необходимым для разработки мероприятий по созданию оптимальных условий труда и жизни.

Поэтому учебное методическое пособие по основам медико-биологического обеспечения безопасности жизнедеятельности поможет в практической работе использовать полученные ранее теоретические знания о механизмах медико-биологического взаимодействия человека с факторами производственной среды, а также провести оценку последствий их влияния на организм человека.

Тема 1. Медико-биологическая оценка травмоопасных и вредных производственных факторов

Цель занятия – сформировать представления о механизмах медико-биологического взаимодействия человека с факторами среды обитания, последствиях их воздействия на организм человека и принципах санитарно-гигиенического нормирования.

Задачи занятия – формирование знаний, умений и навыков оценки:

- действия травмоопасных и вредных факторов среды обитания на организм человека;
- медико-биологического воздействия на человека физических, химических, психофизиологических и биологических факторов среды обитания;
- принципов санитарно-гигиенической регламентации этих факторов;
- мероприятий по предупреждению профессиональных и иных заболеваний.

Требования к уровню освоения занятия:

необходимо знать:

- общие закономерности воздействия физических факторов на человека;
- основные профессиональные и региональные болезни;
- задачи и принципы гигиенического нормирования опасных и вредных факторов среды обитания.

необходимо уметь оценивать и объяснять:

- основные закономерности формирования и регуляции физиологических функций организма, подвергающегося воздействию различных неблагоприятных факторов среды обитания;
- комбинированное действие нескольких вредных веществ;
- сочетанное действие на человека вредных веществ и физических факторов (шум, вибрация, ЭМП).

приобрести навыки: использования норм вредных и травмоопасных факторов в конкретных условиях производства, быта и иных видов среды обитания для сохранения и поддержания здоровья человека.

Задания и порядок выполнения практической работы.

1. Перечислить, проанализировать опасные и вредные факторы (физические, химические, биологические, психофизиологические) действующие на человека в предлагаемой жизненной ситуации (Таблица 1).

Вариант ситуационной задачи каждому студенту определяет преподаватель (Можно использовать порядковый номер в журнале учета успеваемости).

1.1. Записать опасные факторы в таблицу 2 (образец)

1.2. Записать вредные факторы в таблицу 3 (образец)

Таблица 1

Варианты ситуационных задач

№№ п/п	Содержание ситуационной задачи
1	Врач-рентгенолог работает в районной поликлинике и дополнительно на полставки в городской больнице. На работу приходится добираться на двух видах городского транспорта: троллейбус и маршрутное такси.
2	Шеф-повар студенческой столовой университета ездит на работу на личном автомобиле, при его поломке ремонтирует самостоятельно в личном гараже.
3	Семья, состоящая из трёх взрослых человек, самостоятельно строит дачный домик (работы земляные, кирпичная кладка фундамента, плотницкие и малярные работы, прокладка электрических коммуникаций, сварочные работы).
4	Подготовка курсовой (дипломной) работы с использованием современных программных средств и систем автоматизированного проектирования (видеотерминал).
5	Посещение дискотеки, возврат домой на автомобиле..
6	Группа студентов на берегу водоема проживает в палатках; готовит пищу на костре; использует воду из речки.
7	Моторист работает на испытательном стенде авиационных двигателей, после запуска двигателя анализирует полученные результаты исследований.
8	Работа в цехе сборки видеомониторов, включая монтаж электронно-лучевых трубок, автоматическую и ручную электропайку, работу с эпоксидной смолой и защитными лаками.
9	Работа на станции техобслуживания легковых автомобилей, включая кузовные, окрасочные работы, электрическую и газовую сварку.
10	Работа на буровой установке по оценки качества сварных швов, используется пере-

	носной гамма-дефектоскоп.
11	Работа в химической лаборатории, используется электрический дистиллятор по перегонке воды.
12	Работа токаря в механосборочном цехе, включая заточку резцов на наждачном станке.
13	Работа на стартовом комплексе космодрома «Восточный»: заправка топливом, состоящим из горючего и окислителя, с использованием баллонов, находящихся под давлением выше атмосферного.
14	Работа в кузнечном цехе, кузнец ручнойковки использует электрический молот. В цехе имеется коксовая печь для разогрева заготовок.
15	Работа сантехника на предприятии (заточка инструмента, газовая и электрическая сварка, работа на тисках по нарезке резьбы).
16	Работа мотористом на авторемонтном заводе (мойка двигателя, проверка топливной аппаратуры, запуск двигателя, установка двигателя на автомобиль).
17	Работа в литейном цехе машиностроительного завода «Амурский металлист» (загрузка электрической печи, разлив расплавленного металла по формам, работа крана).
18	Работа в формовочном цехе машиностроительного завода (приготовление земляной смеси, заполнение моделей, работа с ручными виброинструментами).
19	Работа в обрубочном отделении литейного цеха в холодный период времени года используются ручные электроинструменты, работает кран по переноске отлитых изделий.
20	Работа каменщиком на строительстве здания (5 этаж, подноска кирпича, цементного раствора, узорная кладка кирпича, работа крана).
21	Работа плотником на деревообрабатывающем комбинате (используется циркулярная пила, электрический рубанок, заточный станок).
22	Работа машиниста-бульдозера на складе топлива Благовещенской ТЭС (разгрузка угля и подача угля на транспортерную ленту).
23	Работа оператором хлораторной установки на водозаборе (хлор в баллонах, дозирование, количественный контроль в воде).
24	Работа машинистом на аммиачной компрессорной установке Благовещенского молочного комбината (компрессор, баллоны с аммиаком).
25	Работа водителем рейсового внутригородского пассажирского автобуса (первая смена с 5 часов утра до 13 часов дня, бензиновый двигатель, мелкий ремонт автобуса на линии).

26	Работа врачом бригады скорой медицинской помощи г. Благовещенска (выезд к больным, на дорожно-транспортные происшествия, ночные дежурства).
27	Работа топливозаправщиком в Благовещенском аэропорту (ночная смена, срочный ремонт автомобиля с использованием электросварки).
28	Работа таксистом на городских маршрутах (ночные смены, самостоятельный ремонт автомобиля).
29	Работа на башенном кране при строительстве высотного дома (кабина на высоте 30 метров от земли, холодный период времени года).
30	Работа оператором на АЗС (замкнутое пространство, работа на компьютере, выход из строя электрооборудования).

Таблица 2

Характеристика опасных факторов ситуационной задачи (пример)

№№ п/п	Наименование фактора	Вид фактора	Механизм действия фактора на организм человека	Исход действия
1	Электрический ток	Физический	1. Термическое и т.д.	Ожог, смерть

Таблица 3

Характеристика вредных факторов ситуационной задачи (пример)

№№ п/п	Наименование фактора	Вид фактора	Механизм действия фактора на организм человека	Исход действия
1	Шум	Физический	1. Слуховой нерв и т.д.	1. Неврит 2. Тугоухость

2. Из перечня нормативно-правовых документов по обеспечению безопасности жизнедеятельности (Таблица 4) выбрать 5 – 8 наименований документов, которые можно использовать при оценке ситуации, рассмотренной в

задании № 1 и дать пояснения по части использования этих документов при решении ситуационной задачи.

3. В рабочей тетради записать тезисы ответов на контрольные вопросы.

Труд человека представляет собой процесс взаимодействия человека, производственной среды (среды обитания) и совокупности технических средств, используемых человеком в процессе производственной деятельности. При этом происходит мобилизация психологических и физиологических функций человека, затрачивается нервная и мышечная энергия. Большая скорость протекания технологических процессов, потребность в быстрой реакции человека к внешним раздражителям в зависимости от получаемой информации, требуют от человека исключительного внимания к получаемым сигналам.

Человек должен быстро ориентироваться в сложной производственной обстановке, обеспечивать постоянный контроль и самоконтроль за действиями системы и поступающими сигналами. Все это требует повышенного внимания к безопасности человека в производственных условиях. Человек проявляет свою активность в течение всей своей жизни и в различных видах деятельности, условиях обитания.

Безопасность имеет прямое отношение ко всем людям. Безопасность – это цель, а безопасность жизнедеятельности это средства, пути и методы ее достижения. Безопасность жизнедеятельности – это научная дисциплина, изучающая опасность и защиту от нее, физиологические и психологические возможности человека, формирование безопасных условий труда.

Цель безопасности жизнедеятельности – это достижение безопасности человека в среде обитания. Безопасность человека определяется отсутствием производственных и непроизводственных аварий, стихийных и других природных бедствий, опасных факторов, вызывающих травмы или резкое ухудшение здоровья, вредных факторов, вызывающих заболевания человека и снижающих его работоспособность.

При этом устанавливается следующий алгоритм:

1. Идентификация опасностей, их анализ (распознавание, качественная характеристика, оценка влияния на организм); 2. Принципы нормирования, количественная оценка воздействия опасностей; 3. Оценка предлагаемых средств защиты от опасностей; 4. Мероприятия по ликвидации опасностей.

1. Идентификация опасностей, их анализ (распознавание, качественная характеристика, оценка влияния на организм) – процесс распознавания образа опасностей, установление возможных причин, пространства, временных координат, вероятности проявления величины и последствий опасности. Для того, чтобы познать природу возможной опасности, необходимо знать ее внешнее выражение, форму ее проявления: либо это землетрясение, либо извержение вулкана, либо шквальный ветер, либо дорожно-транспортное происшествие. Кроме этого, необходимо установить причину опасности, то есть, чем именно она вызвана: человеческая халатность, явление природы, умышленное действие человека, а, возможно – низкая, устаревшая надежность агрегатов на прочность. Выделяют следующие группы опасностей: природные, антропогенные, экологические, биологические, социальные.

В основе опасности могут лежать не одиночные факторы, а их совокупность. Например, сочетание умышленных действий нескольких людей и явления природы (разведение в сухое жаркое время года костров в лесу), что может проявиться в возникновении очага пожара, или несоблюдение правил безопасности при проведении высотных работ, когда человека срывает с рабочего места порыв ветра.

Определение пространственного возникновения опасности наиболее тесно связано с причинами возникновения чрезвычайной ситуации. Совершенно ясно, что пожар будет распространяться с высокой скоростью в помещении с сухим воздухом, имеющем доступ воздуха и ветровые потоки, чем в помещении с высокой влажностью и поверхностями из огнестойкого материала.

Наиболее важны для идентификации опасности временные координаты, вероятность ее проявления и протекания. Временные координаты необходимо

разделить на два периода. Первый – это период от проявления причин, способствующих возникновению опасности, до появления первых признаков чрезвычайной ситуации; второй – период времени, на протяжении которого объекту причиняется вред. Эти временные промежутки необязательно должны быть одинаковы, они зависят от причин и условий, способствовавших возникновению опасности. Например, при катастрофе, вызванной природными явлениями, первый промежуток времени почти всегда меньше второго, при взрыве, вызванном естественными причинами – наоборот.

Для полной идентификации необходимо владеть информацией о последствиях опасности, то есть о степени того вреда, который может быть причинен тем или иным бедствием.

Как правило, на производстве разрабатывается классификация чрезвычайных ситуаций с определением приоритетных направлений в области охраны труда. При этом наибольшей вероятной опасности уделяется повышенное внимание, для ее предотвращения приобретается современное оборудование, иногда весьма дорогостоящее, но, в конечном итоге, материальные затраты оправданы, поскольку они значительно меньше, чем потребовалось бы на ликвидацию возможных последствий вероятной опасности. Другая составляющая этой ситуации – стрессовое состояние работников, побывавших в эпицентре чрезвычайной ситуации. Предотвращение возможных социальных последствий опасности также является одной из основных задач соответствующих служб.

Идентификация опасностей, их анализ (распознавание, качественная характеристика) – это:

- выявление и идентификация травмоопасных факторов в условиях производства, быта и окружающей среды;
- оценка действия факторов на окружающую среду и человека;
- анализ причин травм, заболеваний, аварий, катастроф;
- экспертиза проектов по условиям безопасности и экологичности;
- технико-экономическое обоснование проектов по условиям безопасности и экологичности и выбор места размещения объекта;

- декларация безопасности производственных объектов;
- оценка воздействия на окружающую среду;
- экологический мониторинг окружающей среды;
- сертификация оборудования, продукции и работ на соответствие требованиям безопасности и экологичности;
- аттестация рабочих мест, гигиеническая классификация условий труда;
- прогнозирование, определение масштаба опасности и перспективы развития возникшей чрезвычайной ситуации;
- расследование причин несчастных случаев, аварий чрезвычайной ситуации.

Опасный фактор – негативное воздействие на человека, которое приводит к травме или летальному исходу.

Вредный фактор – негативное воздействие на человека, которое приводит к ухудшению самочувствия или заболеванию.

Классификация травмоопасных и вредных факторов

Многообразие существующих на практике травмоопасных и вредных факторов по природе возникновения и особенностям воздействия в соответствии с нормативными документами подразделяются на физические, химические, биологические, психофизиологические.

1. Физические опасные и вредные факторы подразделяются на следующие подгруппы:

- электрический ток, замыкание в электрической цепи;
- движущиеся в пространстве машины и механизмы, заготовки, материалы;
- незащищенные подвижные элементы оборудования;
- разрушающиеся конструкции, обрушивающиеся горные породы;
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях предметов;
- расположение рабочего места на значительной высоте относительно поверхности земли (пола);

– повышенные: запыленность и загазованность воздуха; уровни шума, вибрации; инфразвуковых колебаний, ультразвука; ионизирующих и электромагнитных излучений; напряженность электрического и магнитного полей; яркость света, лазерное излучение, прямая и отраженная блескость, пульсация светового потока, уровень инфракрасной радиации, ультрафиолетового излучения; температура воздуха, поверхностей сооружений, оборудования, материалов; барометрическое давление, влажность воздуха, ионизация воздуха;

– отсутствие или недостаток естественного освещения; пониженный контраст; пониженные температура воздуха, поверхностей сооружений, оборудования, материалов, барометрическое давление, влажность воздуха, ионизация воздуха.

2. Химические опасные и вредные факторы подразделяются:

2.1. По характеру воздействия на организм человека:

– токсические, раздражающие, сенсibiliзирующие, канцерогенные, мутагенные, влияющие на репродуктивную функцию.

2.2. По пути проникновения в организм человека через:

– органы дыхания;

– желудочно-кишечный тракт;

– кожные покровы и слизистые оболочки.

3. Биологические опасные и вредные факторы включают следующие биологические объекты:

– патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, грибы и т.п.);

– макроорганизмы (растения, животные).

4. Психофизиологические опасные и вредные факторы по характеру действия подразделяются на:

– физические: статические (удержание груза, приложение усилий, неудобная поза, необходимость наклона корпуса человека на угол более 30°, перемещение в пространстве за смену более 8 км по горизонтали и более 4 км по вертикали); динамические (подъем и перемещение грузов, большое количество стереотипных рабочих движений).

– нервно-психические: умственное перенапряжение (интеллектуальные нагрузки), решение сложных задач, восприятие сигналов (информации) и их оценка; распределение функций других лиц с учетом сложности задания, работа в условиях дефицита времени; перенапряжение анализаторов (сенсорные нагрузки): большая длительность сосредоточенного внимания, большое число объемов одновременного наблюдения; малый размер объектов различения при значительной длительности сосредоточенного наблюдения; работа с оптическими приборами; наблюдение за экранами видеотерминалов; нагрузка на слуховой аппарат (работа в условиях малой разборчивости речи, когда необходима речевая связь); эмоциональные нагрузки: степень ответственности за результат собственной деятельности, наличие степени риска для своей жизни и ответственность за безопасность других лиц; неблагоприятный режим работы: монотонность труда, продолжительность труда более 10 часов, сменность работы, включая ночную смену, продолжительная речевая нагрузка.

2. Принципы количественной оценки воздействия опасностей и нормирования.

Количественная оценка действия травмоопасных и вредных факторов:

1. ознакомление с принципами и критериями гигиенического нормирования и воздействием нормируемых параметров на организм человека;
2. изучение методов и приборов для измерения нормируемых величин;
3. оценка измеренных параметров воздействия.

Норма – биологический оптимум, комфорт жизнедеятельности.

Нормирование – ограничение негативного воздействия внешней среды на человека.

В понятие «**Нормирование, количественная оценка воздействия опасностей**» можно включить:

1. повышение безопасности труда и быта, исключения травм; гигиена труда, предупреждения профессиональных заболеваний; эргономика, оптимизация условий труда, сохранение работоспособности; экологическая гигиена, снижение негативного воздействия природной среды: атмосферы, воды, почвы,

продуктов; техническое нормирование, повышение надежности, безопасности, безаварийности приборов, машин, сооружений.

2. Выбор физического критерия нормирования: нормируемый параметр, который наиболее полно отражает негативное воздействие фактора, легко измеряется и рассчитывается, его размерность, диапазон изменения.

3. Выбор принципа установления предельно допустимой концентрации (ПДК) и предельно допустимого уровня воздействия (ПДУ):

– принцип безвредности – приоритет медико-биологических показателей перед технологическими, экономическими и другими соображениями;

– принцип опережения – обоснование нормативов и осуществление профилактических мероприятий до внедрения тех или иных процессов и веществ недостаточно изученных;

– принцип порогового действия – пороговой величиной вредного фактора принято считать дозу энергии или концентрацию вещества, не вызывающую неблагоприятных изменений в организме за счет приспособительных реакций;

– принцип моделирования – моделью при исследовании отдаленных последствий вредных факторов являются лабораторные животные;

– принцип лимитирующего показателя, когда вредный фактор может вызывать разнообразные реакции организма, и величина норматива выбирается на уровне наименьшего из значений;

– принцип комплексного (интегрального) нормирования, когда учитываются особенности комбинированного действия нескольких вредных факторов.

3. Оценка предлагаемых средств защиты от опасностей:

– ознакомление с видами устройств защиты от негативных факторов;

– оценка эффективности применения устройств защиты.

Разработаны средства защиты, срабатывающие в нештатных ситуациях или в том случае, когда общеинженерные меры защиты в источнике не обеспечивают нормируемых параметров.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) подразделяют на: защитная одежда и обувь; средства защиты головы; средства защиты глаз; средства за-

щиты слуха; средства защиты органов дыхания; средства защиты кожи (специальные мази); предохранительные пояса; средства защиты рук.

К средствам коллективной защиты относятся: ограждающие; предохранительные (регуляторы, слабое звено в системе); блокировочные; сигнализирующие; дистанционное управление, роботы.

Средства защиты должны снижать до допустимых уровней воздействие вредных производственных факторов. В практике обеспечения безопасности большая доля принадлежит защите от негативного воздействия механической электромагнитной, ядерной и тепловой форм энергии. В общем случае защитное устройство обладает способностями отражать, поглощать и быть прозрачным по отношению к потоку энергии и вещества.

На практике часто используют защитные устройства двух видов: изолирующего (звуко- и виброизоляция, экранирование электромагнитных излучений, радиации и т.п.); поглощающего (звукопоглощающие и радиопоглощающие покрытия, вибродемпферы, теплопоглощающие конструкции, абсорбционные глушители).

4. Мероприятия по ликвидации опасностей.

Мероприятия по ликвидации опасностей начинаются после их выявления. Качественная оценка потенциальных последствий (состояние, связанное с ошибками персонала, недостатками конструкции или ее несоответствием проекту, а также неправильной работой) для каждого опасного состояния проводится в соответствии со следующими критериями:

класс 1 – безопасный, не приводит к существенным нарушениям и не вызывает повреждений оборудования и несчастных случаев с людьми;

класс 2 – граничный, приводит к нарушениям в работе, но может быть компенсированным и контролируемым без повреждений оборудования или несчастных случаев с персоналом;

класс 3 – критический, приводит к существенным нарушениям в работе, повреждению оборудования и создает опасную ситуацию, требующую незамедлительных мер по спасению персонала и оборудования;

класс 4 – катастрофический приводит к последующей потере оборудования, гибели или массовому травмированию обслуживающего персонала.

Таблица 4

Перечень нормативно-правовых документов по обеспечению безопасности жизнедеятельности

1. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы".	2. Санитарные правила СП 2.6.1.1292-2003 "Гигиенические требования по ограничению облучения населения за счет природных источников ионизирующего излучения".
3. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий».	4. Приказ Минздравмедпрома РФ от 14 марта 1996 г. N 90 "О порядке проведения предварительных и периодических медицинских осмотров работников и медицинских регламентах допуска к профессии".
5. Приказ Минздрава РФ от 9 июня 2003 г. N 234 "О государственной системе учета и контроля радиоактивных веществ и радиоактивных отходов"	6. Санитарные правила СП 2.6.1.758-99 "Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99)"
7. Методические рекомендации N 2001/83 "Методика проведения социально-гигиенического мониторинга".	8. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы"
9. Постановление Главного Государственного санитарного врача РФ и Главного Государственного инспектора по охране природы от 10 ноября 1997 г. NN 25, 03-19/24-3483 "Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации"	10. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».
11. Приказ Минздрава РФ от 10 декабря 1996 г. N 405 "О проведении предварительных и периодических медицинских осмотров работников"	12. Методические указания «Оценка травмобезопасности рабочих мест для

дических медицинских осмотров работников".	целей их аттестации по условиям труда», 1999 г.
13. ГОСТ Р 51724-2001 "Экранированные объекты, помещения, технические средства. Поле гипогеомагнитное. Методы измерений и оценки соответствия уровней полей техническим требованиям и гигиеническим нормативам".	14. ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ "Система безопасности труда. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля".
15. ОСТ 107.420082.028-94 Стандарт отрасли. "Совместимость технических средств электромагнитная. Безопасность электростатическая рабочего места для испытаний изделий микроэлектроники. Требования и методы контроля".	16. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
17. Приказ от 16 мая 2005 г. N 338 МЗ и социального развития РФ «О внесении изменений в приложение N 2» К Приказу МЗ и социального развития РФ от 16 августа 2004 Г. N 83 "Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядка проведения этих осмотров (обследований)".	18. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».
19. Строительные нормы и правила СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"	20. Федеральный закон от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды".
21. ГОСТ 12.0.003-74<*> ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.	22. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
23. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.	24. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.
25. ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.	26. ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные.

27. ГОСТ 12.4.034-85 ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация и маркировка.	28. ГОСТ 12.4.044-87 ССБТ. Одежда специальная для защиты от повышенных температур. Костюмы женские. Технические условия.
29. ГОСТ 12.4.045-87 ССБТ. Одежда специальная для защиты от повышенных температур. Костюмы мужские. Технические условия.	30. ГОСТ 12.4.051-87 ССБТ. Средства индивидуальной защиты органов слуха. Общие технические условия.
31. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».	32. Руководство Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».
33. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления»	34. Санитарные правила СП 2.1.7.1386-03 «Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления».
35. «Основы Законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан» от 22 июля 1993 г. (ст. 11, 13).	36. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г. № 52–ФЗ с изменениями от 30.12.01; 10.01., 30.06., 22.08.04 (ст. 24 – 27).
37. Федеральный закон «Об основах охраны труда в Российской Федерации» от 17июля 1999 г. № 181–ФЗ (ст. 3, 4, 8, 9, 14, 21).	38. Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» от 9 января 1996 г. № 3–ФЗ.
39. Федеральный закон «Об использовании атомной энергии» от 21 ноября 1995г. №170–ФЗ.	40. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. №184–ФЗ.
41. Федеральный закон «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» от 24 июля 2000 г. № 125–ФЗ.	42. Постановление Правительства Российской Федерации от 30.06.04 № 322 «Об утверждении Положения о Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека».
43. Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении Положения о со-	44. Приказ Минздравсоцразвития РФ от 31 августа 2007 г. «Об утверждении По-

Контрольные вопросы

1. Назовите алгоритм безопасности жизнедеятельности.
2. В чем разница между опасными и вредными факторами?
3. Какова классификация опасных и вредных факторов?
4. Примеры психофизиологических факторов?
5. Что такое нормирование и норма?
6. Какие задачи включает понятие «нормирование»?
7. Виды средств индивидуальной защиты.
8. Виды средств коллективной защиты.
9. Порядок ликвидации опасностей.

Тема 2. Медико-биологическая оценка воздействия вредных веществ на организм человека.

Цель занятия – сформировать представления о механизмах медико-биологического взаимодействия организма человека с несколькими химическими веществами, воздействующих одновременно при одинаковом пути их поступления, в частности через органы дыхания.

Задачи занятия – формирование знаний, умений и навыков оценки:

- комбинированного воздействия химических веществ на организм человека;
- эффекта суммации химических веществ однонаправленного действия;
- принципов санитарно-гигиенической регламентации этих веществ;
- мероприятий по предупреждению профессиональных и иных заболеваний.

Требования к уровню освоения занятия:

необходимо знать:

- общие закономерности воздействия химических веществ на организм человека;
- основные профессиональные и региональные болезни;
- принципы гигиенического нормирования химических веществ в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны.

необходимо уметь оценивать и объяснять:

- комбинированное действие нескольких химических веществ однонаправленного действия.

приобрести навыки: – по использованию ПДК химических веществ в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны для сохранения и поддержания здоровья человека;

- по умению оценить результат расчета суммированного действия химических веществ.

На организм человека действует одновременно несколько вредных природных и производственных факторов, а также химических веществ. Комбини-

рованное действие нескольких веществ – это одновременное или последовательное действие на организм человека нескольких веществ при одинаковом пути поступления, например, через органы дыхания. Одним из видов комбинированного воздействия вредных веществ является суммационное (аддитивное) воздействие, проявляющееся в однонаправленном действии различных вредных веществ на одни и те же органы или системы организма человека.

Для обеспечения безопасных условий жизнедеятельности необходима воздушная среда определенного количественного и качественного состава. На рабочем месте человек вдыхает воздух производственных помещений, вне рабочей зоны дышит атмосферным воздухом населенных мест. Основной физической характеристикой примесей в воздухе является концентрация, которая представлена массой вещества (мг) в единице объема (м^3) воздуха при нормальных метеорологических условиях.

Нормирование содержания вредных веществ в воздухе (пыли, газов, паров) проводят по предельно-допустимым концентрациям (ПДК). ПДК – это максимальная концентрация вредных веществ в воздухе, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает ни на человека, ни на окружающую среду в целом вредного воздействия (включая отдаленные последствия).

Нормирование содержания вредных веществ для атмосферного воздуха населенных мест производят по ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» и ГН 2.1.6.1339-03 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

Если вещество оказывает воздействие на окружающую среду в меньших концентрациях, чем на организм человека, то при нормировании исходят из ПДК этого вещества при воздействии на окружающую природную среду.

Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов нормируются по максимально разовой и среднесуточной концентрации примесей.

Максимально разовая ПДК max – основная характеристика опасности вредного вещества, которая установлена для предупреждения возникновения рефлекторных реакций у человека (ощущение запаха, световой чувствительности и других) при кратковременном воздействии (не более 20 минут).

Средняя суточная ПДК ссут – установлена для предупреждения общетоксического, канцерогенного, мутагенного и др. влияния вредного вещества при воздействии более 20 минут.

Гигиенические критерии условий труда при воздействии химического фактора

Нормирование содержания вредных веществ для воздуха рабочей зоны производственных помещений производят в соответствии с ГОСТ 12.1.005 – 88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», дополнениями к нему и ГН 2.2.5.1314–03 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», дополнениями к ним.

Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны – это такая концентрация, которая при ежедневном воздействии (но не более 40 часа в неделю) в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболевания или отклонений в состоянии здоровья человека, обнаруживаемые современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни, настоящего и последующих поколений.

Контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны проводится при сравнении измеренных среднесменных и максимальных концентраций с их предельно допустимыми значениями - максимально разовыми (ПДК_М) и среднесменными (ПДК_{сс}) нормативами.

Среднесменная концентрация – это концентрация, усредненная за 8-

часовую рабочую смену.

Максимальная (максимально разовая) концентрация - концентрация вредного вещества при выполнении операций (или на этапах технологического процесса), сопровождающихся максимальным выделением вещества в воздух рабочей зоны, усредненная по результатам непрерывного или дискретного отбора проб воздуха за 15 мин для химических веществ и 30 мин для аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПФД). Для веществ, опасных для развития острого отравления (с остронаправленным механизмом действия, раздражающие вещества), максимальную концентрацию определяют из результатов проб, отобранных за возможно более короткий промежуток времени, как это позволяет метод определения вещества.

Вещества с остронаправленным механизмом действия – это вещества, опасные для развития острого отравления при кратковременном воздействии вследствие выраженных особенностей механизма действия: гемолитические, антиферментные (антихолинэстеразные, ингибиторы ключевых ферментов, регулирующих дыхательную функцию и вызывающих отек легких, остановку дыхания, ингибиторы тканевого дыхания), угнетающие дыхательный и сосудодвигательные центры и др.

Планирование стратегии отбора проб начинается с определения задач, решение которых предусматривается при проведении исследования.

Среднесменные концентрации определяют для характеристики уровней воздействия вещества в течение смены, расчета индивидуальной экспозиции (в т. ч. пылевой нагрузки при воздействии АПФД), выявления связи изменений состояния здоровья работника с условиями труда (при этом учитывается верхний предел колебаний концентраций – максимальные концентрации). Для веществ раздражающих и с остронаправленным механизмом действия при оценке связи выявленных нарушений состояния здоровья с условиями труда используют максимальные концентрации.

Информация о максимальных концентрациях необходима, прежде всего, для проведения инспекционного и производственного контроля за условиями

труда, выявления неблагоприятных гигиенических ситуаций, решения вопроса о необходимости использования средств индивидуальной защиты, оценки технологического процесса, оборудования, санитарно-технических устройств.

При выделении в воздушную среду сложной смеси химических веществ известного и относительно постоянного состава контроль загрязнений воздуха проводится по ведущему (определяющему клинические проявления интоксикации) и/или наиболее характерному (определяющему состав) компоненту этой смеси.

В случае, когда в воздушную среду выделяется сложный комплекс веществ не полностью известного состава (что обусловлено, как правило, процессами температурно-окислительной деструкции, гидролиза, пиролиза), следует получить информацию об идентификации выделяющихся компонентов по результатам современных методов исследований. На основании анализа расшифровки состава газовых выделений определяются гигиенически значимые (ведущие и наиболее характерные) компоненты, по которым будет проводиться контроль воздуха.

Для контроля воздуха рабочей зоны отбор проб воздуха проводят в зоне дыхания работника, либо с максимальным приближением к ней воздухозаборного устройства (на высоте 1,5 м от пола рабочей площадки при работе стоя и 1 м – при работе сидя). Если рабочее место не постоянное, отбор проб проводят в точках рабочей зоны, в которых работник находится в течение смены.

Устройства для отбора проб могут размещаться в фиксированных точках рабочей зоны (стационарный метод) либо закрепляться непосредственно на одежде работника (персональный мониторинг).

Стационарный метод отбора проб в качестве основного применяют для решения следующих задач:

– гигиенической оценки источников загрязнения воздуха рабочих зон (технологических процессов и производственного оборудования) и пространственного распространения вредных веществ по помещению с целью выделения наиболее опасных участков рабочей зоны;

- гигиенической оценки эффективности средств управления параметрами воздушной среды в помещениях (вентиляция, кондиционирование);
- определения соответствия фактических уровней содержания вредных веществ их предельно допустимым максимальным концентрациям, а также среднесменным ПДК – в случаях, когда выполнение трудовых операций работником проводится (не менее 75 % времени смены) на постоянном рабочем месте.

Персональный мониторинг концентраций вредных веществ в зоне дыхания работающих рекомендуется применять в качестве основного для определения соответствия фактических уровней их среднесменным ПДК в случаях, когда выполнение трудовых операций работником проводится на непостоянных рабочих местах.

Объем отобранного воздуха следует привести к стандартным условиям, для чего необходимо измерение температуры, атмосферного давления и относительной влажности воздуха.

При одновременном присутствии в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия с эффектом суммации исходят из расчета суммы отношений фактических концентраций каждого из них к их ПДК. Полученная величина не должна превышать единицу (допустимый предел для комбинации), что соответствует допустимым условиям труда, если полученный результат больше единицы, то это недопустимый предел (вредный).

Эффект потенцирования, отмеченный для ряда соединений, как правило, обнаруживается при высоких уровнях воздействия. В концентрациях, близких к ПДК, чаще всего наблюдается эффект суммации; именно этот принцип заложен для оценки таких комбинаций.

Эффектом неполной суммации обладают при совместном присутствии: вольфрамат натрия, парамолибдат аммония, ацетат свинца (коэффициент комбинированного действия $K= 1,6$);

вольфрамат натрия, оксид мышьяка (III), парамолибдат аммония, ацетат свинца ($K= 2,0$);

вольфрамат натрия, диоксид германия, оксид мышьяка (III), парамолибдат аммония, ацетат свинца (K=2,5).

При изолированном воздействии сохраняются ПДК каждого вещества при совместном присутствии:

гексильный и октиловый спирты;

диоксид серы, оксид цинка (II).

Эффектом потенцирования обладают:

бутилакрилат и метилакрилат с коэффициентом 0,8;

фтороводород и соли фтора с коэффициентом 0,8.

Задание и порядок выполнения практической работы

1. Переписать форму «Образец заполнения, исходные данные и нормируемые значения» (Таблица 5) в рабочую тетрадь (см. образец).
2. Выбрать вариант задания по таблице 6.
3. Заполнить графы таблицы 5 (образец).
4. Определить соответствие нормативам заданной по варианту совокупности веществ при их одновременном воздействии (ответ – соответствует или не соответствует). Для этого сопоставить данные по варианту концентрации веществ с предельно-допустимыми и сделать вывод о соответствии нормам каждого из веществ в отдельности в графах 9...11, т.е. <ПДК, >ПДК, = ПДК, обозначив соответствие нормам знаком (+), а несоответствие знаком (-).
5. Выявить вещества, обладающие суммацией действия, обозначив их символом “ Σ ” перед названием вещества (см. таблица 8).
При этом считать, что эффект суммации имеет место, если хотя бы два из веществ, заданных по варианту, имеются в п. 1 – 39 (см. таблица 5). Если выявится несколько эффектов суммации, то следует использовать цифровую индексацию $\Sigma 1, \Sigma 2, \Sigma 3$.
6. Выполнять необходимые расчеты по определению фактического эффекта по формуле (1).
7. Провести анализ, выявить вещества, обладающие эффектом суммации действия, выполнить необходимые расчеты и сделать вывод о соответствии нор-

мам каждого из указанных веществ в отдельности и при их одновременном воздействии. Сделать вывод о соответствии нормативам фактических значений концентраций веществ, обладающих эффектом суммации, записью «Соответствует», «Не соответствует».

8. В рабочей тетради записать тезисы ответов на контрольные вопросы.

Таблица 5

Образец заполнения. Исходные данные и нормируемые значения

№ Варианта	Вещество	Концентрация вредного вещества фактическая в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	ПДК вредного вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест, мг/м ³		Класс опасности	Особенности воздействия	Соответствие нормам каждого из веществ в отдельности в воздухе рабочей зоны	Соответствие нормам каждого из веществ в отдельности в воздухе населенных мест при времени воздействия	
				Максимально разовая	средне суточная				<= 20 мин.	>= 20 мин.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Оксид углерода	5	20	5	3	4	0	<ПДК (+)	= ПДК (+)	>ПДК (-)

Таблица 6

Варианты практических заданий по теме “Вредные вещества, воздействие и нормирование”. Вариант определяется по номеру списочного состава группы

№ Варианта	Вещество	Фактическая концентрация, мг/м ³	№ Варианта	Вещество	Фактическая концентрация, мг/м ³	№ Варианта	Вещество	Фактическая концентрация, мг/м ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Фенол	0,001	3	Акролеин	0,01	5	Акролеин	0,01
	Окислы	10		Дихлорэтан	4		Дихлорэтан	5
	Азот	0,1		Хлор	0,02		Озон	0,01
	Вольфрам	5		Углерода окись	10		Углерода окись	15
	Полипропилен	5		Сернистый ангидрид	0,03		Формальдегид	0,02
	Ацетон	0,5		Хрома окись	0,1		Вольфрам	4
2	Аммиак	0,01	4	Озон	0,01	6	Азота двуокись	0,04
	Ацетон	150		Метиловый	0,2		Аммиак	0,5

				спирт				
	Бензол	0,05		Ксилол	0,5		Хрома окись	0,2
	Озон	0,001		Азот двуокись	0,5		Сернистый ангидрид	0,5
	Дихлорэтан	5		Формальдегид	0,01		Ртуть	0,001
	Фенол	0,5		Толуол	0,5		Акролеин	0,01
7	Этиловый спирт	150	10	Ацетон	0,2	13	Азота дву-окись	0,5
	Углерода окись	15		Углерода окись	15		Ацетон	0,2
	Озон	0,01		Кремния дву-окись	0,2		Бензол	0,05
	Серная кислота	0,05		Фенол	0,003		Фенол	0,01
	Соляная кислота	5		Формальдегид	0,02		Углерода окись	10
	Сернистый ангидрид	0,05		Толуол	0,05		Винилацетат	0,1
8	Аммиак	0,5	11	Азот окислы	0,1	14	Акролеин	0,01
	Азота дву-окись	1		Алюминий окись	5		Дихлорэтан	5
	Вольфрамовый ангидрид	5		Фенол	0,01		Хлор	0,01
	Хрома окись	0,2		Бензол	0,05		Хром	0,1
	Озон	0,001		Формальдегид	0,01		Ксилол	0,3
	Дихлорэтан	5		Винилацетат	0,1		Ацетон	0,1
9	Азота дву-окись	5	12	Азотная кислота	0,5	15	Углерода окись	10
	Озон	0,001		Толуол	0,6		Этилен диа-мин	0,1
	Углерода окись	10		Винилацетат	0,15		Аммиак	0,1
	Дихлорэтан	5		Углерода окись	10		Азота дву-окись	5
	Сода кальци-нированная	1		Алюминия окись	10		Ацетон	100
	Ртуть	0,001		Гексан	0,01		Бензол	0,05
16	Серная кислота	0,5	19	Метиловый спирт	0,3	22	Сернистый ангидрид	0,3
	Азотная кислота	0,5		Этиловый спирт	100		Серная кислота	0,05
	Кремневая двуокись	0,2		Цементная пыль	220		Вольфрамо-вый ангидрид	5
	Фенол	0,01		Углерода окись	15		Хрома окись	0,5
	Ацетон	0,2		Ртуть	0,001		Азота дву-окись	0,05
	Озон	0,001		Ксилол	0,5		Аммиак	0,5
17	Аммиак	0,001	20	Углерода окись	10	23	Азот окислы	0,1
	Азот окислы	0,1		Азота двуокись	1		Алюминия окись	5
	Вольфрам	4		Формальдегид	0,02		Формальдегид	0,02
	Алюминия окись	5		Акролеин	0,01		Винилацетат	0,1
	Углерода окись	5		Дихлорэтан	0,5		Бензол	0,05
	Фенол	0,01		Озон			Фенол	0,005

18	Ацетон	0,3	21	Аэрозоль пяти- окиси ванадия	0,05	24	Аммиак	0,05
	Фенол	0,005		Хром трехокись	0,1		Азот окислы	0,1
	Формальдегид	0,02		Хлор	0,02		Углерода окись	15
	Полипропилен	8		Углерода окись	10		Фенол	0,005
	Толуол	0,2		Азота двуокись	1		Вольфрам	4
	Винилацетат	0,15		Озон	0,1		Алюминия окись	5
25	Азотная ки- слота	0,5	27	Акролеин	0,01	29	Озон	0,05
	Серная кисло- та	0,5		Дихлорэтан	5		Азота дву- окись	1
	Ацетон	100		Озон	0,01		Углерода окись	15
	Кремния дву- окись	0,2		Углерода окись	20		Хлор	0,02
	Фенол	0,001		Вольфрам	5		Хром трех- окись	0,09
	Озон	0,001		Формальдегид	0,02		Аэрозоль пя- тиокиси вана- дия	0,05
26	Ацетон	0,15	28	Аммиак	0,02	30	Аммиак	0,4
	Озон	0,05		Азота двуокись	5		Азота дву- окись	0,5
	Фенол	0,02		Хром окись	0,2		Хром окись	0,18
	Кремния дву- окись	0,14		Ксилол	0,5		Соляная ки- слота	4
	Этилендиамин	0,9		Ртуть	0,0005		Серная кисло- та	0,04
	Аммиак	0,05		Гексан	0,01		Ртуть	0,005

Таблица 7.

**ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны и ПДК загрязняющих
веществ в атмосферном воздухе
населенных мест, мг/м³**

Вещество	Величина ПДК вред- ных ве- ществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Величина ПДК загряз- няющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест, мг/м ³		Преимуще- ственное агрегатное состояние в воздухе в условиях производ- ства	Класс Опасности Раб.зона\ насел.место	Особенно- сти дейст- вия на ор- ганизм
		Макси- мальная разовая	Средне суточная			
1	2	3	4		5	6
Азотная ки- слота	2	0,4	0,15	а	3\2	
Азот (II)оксид	2	0,4	0,06	п	-\3	О
Азота диоксид	2	-	-	п	3\-	О
Алюмосили- каты	-6	-	0,03	а	4\2	Ф
Аммиак	20	0,2	0,04	п	4\4	
Ацетальдегид +	5	0,01	-	п	3\3	

Диванадий пентоксид, дым	0,1	-	0,002	a	1\1	-
Бензол +	15\5	0,3	0,1	п	2\2	К
Винилацетат	10	0,15	0,15	п	3	-
Вольфрам	-\6	-	0,1	a	4\3	Ф
вольфрамовый ангидрид	-\6	-	0,15		3\3	Ф
Дихлорэтан	30\10	3	1	п	2\2	-
Кремний дву-окись	3\1	0,15	0,06		3	Ф
Ксилол	50	0,2	0,2		3	-
Метилловый спирт	15\5	1	0,5	п	3\3	
Озон	0,1	0,16	0,03		1\1	О
Полипропилен	10	3	3	a	3	
Ртуть	0,01\0,005	-	0,0003	п	1\1	
Серная кислота	1	0,3	0,1	a	2\2	
Сернистый ангидрид	10	0,5	0,05	п	3	
Сода кальцинированная	5	-	-		3	-
Соляная кислота	5	-	-		2	-
Толуол	50	0,6	0,6		3	-
Углерода окись	20	5	3		4	Ф
Фенол	0,1	0,007	-		2\2	-
Формальдегид	0,5	0,035	0,003		2	О,А
Гексан	900\300	60	-	п	4	
Хлор	1	0,1	0,03	п		О
Хрома окись	1	-	-		3	А
Хрома трех-окись	0,01	0,0015	0,0015		1	К,А
Этилендиамин	2	0,001	0,001		3	-
Этиловый спирт	1000	5	5		4	-
Цементная пыль	6	-	-		4	Ф

Примечание:

Если в графе "Величина ПДК" приведено два Норматива, то это означает, что в числителе максимальная разовая, а в знаменателе - среднесменная ПДК, прочерк в числителе означает, что Норматив установлен в виде средней сменной ПДК. Если приведен один Норматив, то это означает, что он установлен как максимальная разовая ПДК.

В графе "Особенности действия на организм" специальными символами выделены вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе, канцерогены, аллергены и аэрозоли, преимущественно фиброгенного действия.

Использованы следующие обозначения:

О - вещества с остронаправленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе;

А - вещества, способные вызывать аллергические заболевания в производственных условиях;

К - канцерогены;

Ф - аэрозоли преимущественно фиброгенного действия;

п - пары и/или газы;

а - аэрозоль;

п + а - смесь паров и аэрозоля;

+ - соединения, при работе с которыми требуется специальная защита кожи и глаз; символ проставлен вслед за наименованием вещества;

++ - вещества, при работе с которыми должен быть исключен контакт с органами дыхания и кожей при обязательном контроле воздуха рабочей зоны утвержденным методом на уровне чувствительности не менее 0,001 мг/м³. Для таких веществ значения ПДК не приводятся, а указывается только класс опасности и агрегатное состояние в воздухе.

Таблица 8

Перечень веществ, обладающих эффектом суммации при их одновременном содержании в атмосферном воздухе [35]

1. акриловая и метакриловая кислоты	2. акриловая и метакриловая кислоты, бутилакрилат, бутилметакрилат, метилакрилат, метилметакрилат
3. аммиак, сероводород	4. аммиак, сероводород, формальдегид
5. аммиак, формальдегид	6. азота оксиды (II) и (IV) (NO и NO ₂), мазутная зола, диоксид серы
7. азота оксид (IV), гексан, монооксид углерода, формальдегид	8. азота оксид (IV), гексан, диоксид серы, монооксид углерода
9. азота оксид (IV), диоксид серы	10. азота оксид (IV), диоксид серы, монооксид углерода, фенол
11. ацетон, акролеин, фталевый ангидрид	12. ацетон, трикрезол, фенол
13. ацетон, фенол	14. ацетон, ацетофенол
15. ацетон, фурфурол, формальдегид, фенол	16. ацетальдегид, винилацетат
17. аэрозоли оксида ванадия (V), оксидов марганца	18. аэрозоли оксида ванадия (V), диоксид серы
19. аэрозоли оксида ванадия (V), оксид хрома (III)	20. бензол, ацетофенол
21. валериановая, капроновая, масляная кислоты	22. вольфрамовый ангидрид, диоксид серы
23. гексахлоран, фозалон	24. 2,3-дихлор, 1,4-нафтахинон, 1,4-нафтахинон
25. 1,2-дихлорпропан, 1,2,3-трихлорпропан, тетрахлорэтилен	26. изопропилбензол, гидропероксид изопропилбензола
27. изобутилкарбинол, диметилвинилкарбинол	28. метилгидроперан, метилентетрагидропиран
29. моно-, ди- и трипропиламин	30. оксид мышьяка (III), германий

31. оксид мышьяка (III), ацетат свинца	32. озон, оксид азота (II), формальдегид
33. пропионовая кислота, пропионовый альдегид	34. оксид свинца (II), диоксид серы
35. сероводород, формальдегид	36. сульфаты меди, кобальта и никеля, диоксид серы
37. диоксид серы, монооксид углерода, фенол, пыль конверторного производства	38. диоксид серы, фенол
39. диоксид серы, фтороводород	40. диоксид и триоксид серы, аммиак, оксиды азота
41. сероводород, динил	42. сильные неорганические кислоты (серная, соляная, азотная)
43. монооксид углерода, пыль цементного производства	44. уксусная кислота, уксусный ангидрид
45. фенол, ацетофенон	46. фурфурол, метанол, этанол
47. циклогексан, бензол	48. этилен, пропилен, бутилен, амилен

Таблица 9

Вещества однонаправленного действия с эффектом суммации

1.	Однонаправленным действием на организм работников, как правило, обладают:
	<p>1.1. комбинации веществ с одинаковой спецификой клинических проявлений:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вещества раздражающего типа действия (кислоты и щелочи и др.); - аллергены (эпихлоргидрин и формальдегид и др.); - вещества наркотического типа действия (комбинации спиртов и др.); - фиброгенные пыли; - вещества канцерогенные для человека;
	<p>1.2. комбинации веществ, близкие по химическому строению:</p> <ul style="list-style-type: none"> - хлорированные углеводороды (предельные и непредельные); - бронированные углеводороды (предельные и непредельные); - различные спирты; - различные щелочи; - ароматические углеводороды (толуол и бензол; толуол и ксилол); - аминоксоединения; - нитросоединения.
	<p>1.3. комбинации, изученные в эксперименте:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оксиды азота и оксид углерода; - аминоксоединения и оксид углерода; - нитросоединения и оксид углерода.
2.	При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия, сумма отношений фактических концентраций каждого из них (K_1, K_2, \dots, K_n) в воздухе рабочей зоны к их

ПДК (ПДК₁, ПДК₂, ... ПДК_n) не должна превышать единицы:

$$\frac{K_1}{ПДК_1} + \frac{K_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{K_n}{ПДК_n} \leq 1$$

Формула 1

Контрольные вопросы

1. Какие вредные вещества могут воздействовать на организм работников.
2. Перечислите виды воздействия вредных веществ на организм работников.
3. В чем суть комбинированного действия вредных веществ на организм человека.
4. Методика нормирования содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
5. Дать определение понятия ПДК.
6. Виды ПДК, по которым нормируются загрязнения атмосферного воздуха и воздуха рабочих помещений.
7. Охарактеризуйте понятие эффект суммации химических веществ.
8. На какие виды подразделяются химические вещества по биологическому действию.
9. Охарактеризуйте методику оценки воздействия вредных веществ на организм работника.

Тема 3. Определение коэффициента возможного ингаляционного отравления (КВИО), класса опасности и степени токсичности промышленных ядовитых веществ

Цель занятия:

– ознакомить студентов с основными параметрами, характеризующими степень токсичности и опасности химических веществ.

Задачи занятия – формирование знаний, умений и навыков оценки:

– воздействия химических соединений в производственных условиях на организм работников;

– токсичности и опасности промышленных ядов;

– мероприятий по предупреждению острых и хронических отравлений промышленными ядовитыми веществами.

Требования к уровню освоения занятия:

необходимо знать:

– характеристики острого и хронического отравлений промышленными ядовитыми веществами на организм человека;

– единицы измерений загрязняющих веществ в среде обитания и трудовой деятельности человека;

– классификацию опасности веществ по степени их воздействия на организм.

необходимо уметь оценивать и объяснять:

– основные закономерности формирования и регуляции физиологических функций организма при воздействии ядовитых химических веществ;

– показатели опасности ядовитых промышленных веществ;

– механизм действия ядовитых веществ при остром и хроническом их воздействии.

приобрести навыки: по определению класса опасности ядовитых химических соединений при разных путях их поступления в организм человека для сохранения и поддержания его здоровья и трудоспособности;

по умению определять и оценить результаты расчета:

– коэффициента возможного ингаляционного отравления (КВИО) на рабочих местах обслуживающего персонала;

– зоны острого действия промышленных ядов;

– зоны хронического действия промышленных ядов.

Таблица 10

Единицы измерения концентраций загрязняющих веществ

№№ п/п	Среда измерения	Единицы измерения
1.	Атмосферный воздух	1. Масса вещества в 1 м^3 ($\text{мг}/\text{м}^3$ или $\text{мкг}/\text{м}^3$) 2. В виде объемного соотношения газов: одна (1) часть (объемная): 10^6 частей (объемных) соответствует млн^{-1} (или ppm – part per million в англоязычной литературе). 3. Одна (1) часть (объемная): 10^9 частей (объемных) соответствует млрл^{-1} (или ppb — part per billion в англоязычной литературе).
2.	Водная среда	1. г/л ($\text{г}/\text{дм}^3$) с соответствующими приставками милли- (10^{-3}) или микро- (10^{-6}); 2. моль/л ($\text{моль}/\text{дм}^3$) с соответствующими приставками милли- (10^{-3}) или микро- (10^{-6}). 3. проценты массовые (%) – граммы вещества в 100 г (%). 4. промилле (‰) — граммы вещества в 100 г (%) или в 1 кг (‰) раствора. 5. ppm — миллиграммы вещества в килограмме исследуемого раствора; для пресной воды можно считать, что 1 ppm соответствует 1 мг/л; 6. ppb — микрограммы вещества в 1 кг исследуемого раствора; для пресной воды 1 ppb соответствует 1 мкг/л.

3.	Почва	<p>1. мг/кг или мкг/кг.</p> <p>2. проценты массовые (%) — соответственно граммы вещества в 100 г (%).</p> <p>3. промилле (‰) — соответственно граммы вещества в 1 кг (‰) почвы.</p> <p>4. ppm — миллиграммы вещества в 1 кг почвы (ppm соответствует 1 мг/кг).</p> <p>5. ppb — микрограммы вещества в 1 кг почвы (1 ppb соответствует 1 мкг/кг).</p> <p>6. 1 г/л = (моль/л)M, где M – молярная масса вещества, г/моль.</p>
----	-------	--

Таблица 11

Классификация опасности веществ по степени воздействия на организм

Наименование показателя	Класс опасности			
	I класс вещества чрезвычайно опасные	II класс вещества высокоопасные	III класс вещества умеренно опасные	IV вещества малоопасные
Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Менее 0,1	0,1—1,0	1,1-10,0	Более 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг (DL ₅₀ Ж)	Менее 15	15-150	151-5000	Более 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг (DL ₅₀ К)	Менее 100	100—500	501—2500	Более 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м ³ (CL ₅₀)	Менее 500	500—5000	5001—50 000	Более 50 000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	Более 300	300-30	29—3	Менее 3
Зона острого действия Zac	Менее 6,0	6,0—18,0	18,1—54,0	Более 54,0

Зона хронического действия <i>Zch</i>	Более 10,0	10,0—5,0	4,9-2,5	Менее 2,5
---------------------------------------	------------	----------	---------	-----------

Под понятием «Опасность вещества» предполагается понятие вероятность возникновения вредных для организма человека отрицательных эффектов при воздействии в реальных производственных условиях использования химических веществ в технологических процессах.

Количественные показатели опасности подразделяются на две группы. Первая группа представляет критерии потенциальной опасности в виде потенциальной возможности поступления вредных веществ в организм человека (КВИО). Вторая группа – это критерии реальной опасности, которые представляют компенсаторные свойства организма относительно к воздействию ядовитого вещества (зона острого действия, процессы кумуляции, величина зоны хронического действия, величина зоны биологического действия).

К потенциальному показателю опасности можно отнести коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО) — отношение максимально достижимой концентрации вещества в воздухе при 20°C (C^{20}) к средней смертельной концентрации вещества для лабораторных животных мышей при двухчасовом воздействии (экспозиции).

По величине КВИО можно определить опасность различных химических веществ – промышленных ядов. Однако при определении опасности химических веществ по КВИО могут возникать парадокс, которые выражаются в том, анализ величины КВИО показывает, что малотоксичное, но высоколетучее вещество в условиях производства становится опасным, приводящим к развитию острого отравления. Однако, и высокотоксичное малолетучее вещество не вызывает острого отравления организма.

Например, химическое вещество при CL_{50} равном 21000 мг/м³ обладает умеренной токсичностью (Табл.13) и высокой летучестью – максимально достижимая концентрация вредного вещества в воздухе при 20°C (C^{20}) составляет 1820000 мг/м³. Получаем для этого вещества величину КВИО равную 87, что по табл.13 относит данное вещество к высокоопасным. Другое вещество явля-

ется чрезвычайно токсичным (CL_{50} равно 300 мг/м^3) при низкой летучести 1100 мг/м^3 и при величине КВНО 3,6 в соответствии с табл.13 оказывается умеренно опасным веществом.

Зона острого действия (Z_{ac}) — отношение средней смертельной концентрации вещества к пороговой концентрации при однократном воздействии. Зона острого действия относится к критериям реальной опасности и представляет интегральный показатель компенсаторных свойств организма по его способности обезвреживать и выводить ядовитые вещества из организма и еще при этом свидетельствовать о компенсации или восстановления поврежденных функций организма под действием токсических химических веществ. Таким образом, величина зоны острого действия обратно пропорциональна опасности ядов при однократном воздействии. Так, чем больше величина зоны острого действия, тем меньше возможность развития острого профессионального отравления и наоборот.

Известно, что при хроническом воздействии химических веществ наблюдается отличие проявлений признаков отравлений, чем при остром их воздействии. Отмечено, что химические ядовитые вещества, обладающие малой токсичностью в остром опыте на подопытных животных, при их хроническом воздействии даже в малых концентрациях оказываются чрезвычайно опасными или высокоопасными веществами. К таким веществам можно отнести группу тяжелых металлов (свинец, ртуть, марганец, медь и др.), органические яды (толуол, тринитротолуол, бензол и его производные). Развитию хронического отравления способствуют процессы кумуляции, накопление токсических веществ в организме (материальная) или накопление эффекта воздействия при повторных поступлениях веществ в организм (функциональная).

Количественно процессы кумуляции вредных веществ в организме определяются по величине коэффициента кумуляции. Для определения коэффициента кумуляции необходимо вводить подопытному животному дробно и многократно ядовитое вещество и добиться эффекта гибели 50% животных. Этим мы добились того же эффекта, как и при однократном воздействии данного

вещества, т.е. гибели 50% подопытных животных. При этом суммарная доза ядовитого вещества может превышать дозу вещества введенную однократно для достижения эффекта гибели 50% животных. Коэффициент кумуляции – это отношение величины суммарной дозы яда, вызвавшей эффект гибели 50% подопытных животных при многократном дробном введении, к величине дозы, вызывающей тот же самый эффект при однократном введении. Оценка коэффициента кумуляции – чем меньше этот коэффициент, тем процессы кумуляции больше и наоборот.

Степень кумулятивных свойств химического вещества характеризует реальную опасность развития хронического отравления, интоксикации, и поэтому коэффициент кумуляции должен учитываться при гигиенической регламентации вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Другим показателем реальной опасности развития хронической интоксикации является величина зоны хронического действия.

Зона хронического действия — отношение порога однократного действия к порогу хронического действия (минимальной концентрации, вызывающей вредное действие в хроническом эксперименте по 4 ч пять раз в неделю на протяжении не менее четырех месяцев).

Таблица 12

Показатели опасности химических веществ

№№	Показатели опасности химических веществ
1.	DL ₅₀ (DL ₁₀₀) — доза, вызывающая гибель 50% (100%) подопытных животных при введении веществ в желудок, в брюшную полость, нанесении на кожу и т. д. (кроме ингаляции) при определенных условиях введения и определенном сроке последующего наблюдения (обычно 2 нед) ; выражена в миллиграммах вещества на 1 кг массы животного (мг/кг).
2.	DL — доза, вызывающая смерть; выражена в миллиграммах вещества на 1 кг массы животного (мг/кг).
3.	CL ₅₀ (CL ₁₀₀) — концентрация, вызывающая гибель 50% (100%) подопытных животных при ингаляционном воздействии веществ при определенной экспозиции и определенном сроке последующего наблюдения; выражена в миллиграммах вещества на 1 м ³ воздуха (мг/м ³). Время экспозиции указано дополнительно.
4.	CL — концентрация, вызывающая смерть; выражена в миллиграммах вещества на 1 м ³ воздуха (мг/м ³).
5.	DN ₅₀ — доза, вызывающая наркоз у 50% подопытных животных; выражена в миллиграммах вещества на 1 кг массы животного (мг/кг).

6.	DN — доза, вызывающая наркоз ¹ ; выражена в миллиграммах вещества на 1 кг массы животного (мг/кг).
7.	TL ₅₀ — время экспозиции при нанесении вещества на кожу, в течение которого погибает 50% подопытных животных; в минутах.
8.	CN ₅₀ — концентрация, вызывающая наркоз у 50% подопытных животных; выражена в миллиграммах вещества на 1 м ³ воздуха (мг/м ³).
9.	CN — концентрация, вызывающая наркоз ¹ ; выражена в миллиграммах вещества на 1 м ³ (мг/м ³).
10.	Lim _{ac} — порог однократного (острого) действия — минимальная концентрация (доза), вызывающая изменение биологических показателей на уровне целостного организма, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций.
11.	Lim _{ir} — порог раздражающего действия на слизистые оболочки верхних дыхательных путей и глаз: выражен в миллиграммах вещества на 1 м ³ воздуха (мг/м ³). Цифровые обозначения показателя воздействия указаны в применении к Lim _{ac} . Величины порога раздражающего действия для человека приведены по субъективным ощущениям в течение 1 мин, в случае изменения экспозиции — время воздействия вещества указано дополнительно.
12.	Lim _{olf} — порог запаха, выражен в миллиграммах на 1 м ³ воздуха (мг/м ³).

Таблица 13

Классификация токсичности веществ при введении под кожу
и в брюшную полость животного (К.К.Сидоров, 1973)

Класс токсичности	Степень токсичности	Средняя смертельная доза (мг/кг) при введении	
		под кожу	в брюшную полость
I	Чрезвычайно токсично	<0,3	<0,2
II	Высокотоксично	0,4—15	0,3—10
III	Умеренно токсично	16—150	11—100
IV	Малотоксично	151—1500	101—1000
V	Практически нетоксично	1501—4500	1001—3000
VI	Относительно безвредно	>4500	>3000

Задания и порядок выполнения практической работы.

1. Определить коэффициент возможного ингаляционного отравления (КВИО) дать его оценку, определить класс опасности и степень токсичности химического соединения.
2. Рассчитать зону острого действия промышленного яда, определить класс опасности и степень токсичности химического соединения..
3. Рассчитать зону хронического действия промышленного яда, определить класс опасности и степень токсичности химического соединения.
4. После выполнения каждой работы написать заключение по оценке токсичности веществ и предложить мероприятия по уменьшению их влияния на организм работников.

5. Вариант задания для выполнения практической работы приведен в таблице 14 и соответствует номеру по списку в журнале учета успеваемости.

6. В рабочей тетради записать тезисы ответов на контрольные вопросы.

Работа 1. Определение коэффициента возможного ингаляционного отравления (КВИО) на рабочих местах обслуживающего персонала.

Расчет производить по следующей формуле:

$$\text{КВИО} = C^{20}/\text{CL}_{50}, \text{ где}$$

C^{20} – абсолютная летучесть химического вещества при 20°C , в $\text{мг}/\text{м}^3$;

CL_{50} – среднесмертельная концентрация вещества в воздухе, $\text{мг}/\text{м}^3$.

Работа 2. Определение зоны острого действия промышленного яда на организм работника.

Расчет производить по следующей формуле:

$$Z_{\text{ac}} = \text{CL}_{50}/\text{Lim}_{\text{ac}}, \text{ где}$$

CL_{50} – среднесмертельная концентрация вещества в воздухе, $\text{мг}/\text{м}^3$;

Lim_{ac} – пороговая концентрация при однократном воздействии, $\text{мг}/\text{м}^3$.

Работа 3. Определение зоны хронического действия промышленного яда на организм работника.

Расчет производить по следующей формуле:

$$Z_{\text{ch}} = \text{Lim}_{\text{ac}}/\text{Lim}_{\text{ch}}, \text{ где}$$

Lim_{ac} – пороговая концентрация при однократном воздействии, $\text{мг}/\text{м}^3$;

Lim_{ch} – пороговая концентрация при хроническом воздействии, $\text{мг}/\text{м}^3$.

Работа 4. Определить класс опасности химического вещества по результатам работ 1 – 3.

**Варианты заданий по теме
«Оценка токсичности промышленных ядов»**

№ варианта	C^{20}	CL_{50}	Lim_{ac}	Lim_{ch}	C_n	$ПДК_{раб.зоны}$
1	6500	700	90	0,015	5	5
2	500	12,5	150	0,08	1	0,1
3	415	6,5	25	0,005	9	10
4	259	15	10	0,003	21	20
5	420	25	25	0,006	17	18
6	580	35	15	0,008	9	0,15
7	695	110	400	0,15	2	0,3
8	10600	500	120	0,005	3	2
9	1010	800	250	0,05	10	10
10	1600	2100	400	1,0	6	6
11	5500	630	90	0,02	5	5
12	500	15	200	0,1	1	4
13	415	10	25	0,005	8	0,005
14	260	25	45	1,6	3	0,05
15	420	45	60	0,005	7	1
16	580	150	90	0,015	5	5
17	700	110	150	0,08	1	0,1
18	9600	350	25	0,005	9	10
19	7600	650	10	0,003	21	20
20	1650	1000	25	0,006	17	18
21	7500	700	15	0,008	9	0,15
22	1600	20	400	0,15	2	0,3
23	500	15	120	0,005	3	2
24	430	35	250	0,05	10	10
25	260	65	400	1,0	6	6
26	600	120	90	0,02	5	5
27	690	550	200	0,1	1	4
28	7600	450	25	0,005	8	0,005
29	1100	800	45	1,6	3	0,05
30	1600	2300	60	0,005	7	1

Контрольные вопросы

1. Острое ингаляционное отравление.
2. Понятие о среднесмертельной концентрации химических веществ в воздухе рабочей зоны.
3. Понятие о пороговой концентрации химических веществ в воздухе рабочей зоны.
4. Зона острого действия ядовитых веществ.
5. Зона хронического действия ядовитых веществ.
6. Понятие о классах опасности веществ воздуха рабочей зоны.

Тема 4. Расчетные методы определения ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ) и предельно допустимых концентраций (ПДК) промышленных ядовитых веществ в воздухе рабочей зоны

Цель занятия – определить безопасные величины и параметры химических веществ по медико-биологическому обеспечению безопасности жизнедеятельности;

– ознакомить студентов с расчетными методами определения опасности и токсичности химических веществ.

Задачи занятия – С помощью расчетных методов определения опасности химических веществ определить безопасные величины и параметры химических веществ.

– возможность получения величин или показателей опасности без применения инструментальных исследований окружающей среды

– предложить мероприятия по предупреждению профессиональных острых и хронических отравлений ядовитыми веществами.

Требования к уровню освоения занятия:

необходимо знать:

– понятие об ориентировочно безопасном уровне воздействия (ОБУВ)
– общие закономерности воздействия промышленных ядовитых веществ на организм человека;

– понятие о предельно допустимых концентраций (ПДК) промышленных ядов в воздухе рабочей зоны

– единицы измерений загрязняющих веществ в среде обитания и трудовой деятельности человека;

необходимо уметь оценивать и объяснять:

– для чего используется показатель ориентировочно безопасном уровне воздействия (ОБУВ);

– основные закономерности формирования и регуляции физиологических функций организма при воздействии ядовитых веществ;

– показатели опасности ядовитых промышленных веществ;

приобрести навыки: – по применению расчетных методов определения ОБУВ и ПДК в воздухе рабочей зоны;

– по определению класса опасности ядовитых химических соединений при разных путях их поступления в организм человека для сохранения и поддержания его здоровья и трудоспособности;

– уметь определять и оценить результаты расчета:

– ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) и предельно допустимых концентраций (ПДК) промышленных ядов в воздухе рабочей зоны;

– зоны острого действия промышленных ядов;

– зоны хронического действия промышленных ядов.

В медико-биологических исследованиях по обеспечению безопасности жизнедеятельности значительное место занимают расчетные методы определения опасности химических веществ. С помощью этих методов можно относительно легко и быстро определить безопасные величины и параметры химических веществ. Достоинством этих методов является возможность получения величин или показателей опасности без применения инструментальных исследований окружающей среды. Поэтому выполнение данной практической работы позволит студентам изучить особенности применения расчетных методов в медико-биологических исследованиях по обеспечению безопасности жизнедеятельности.

Для уменьшения токсического действия вредных веществ используется их нормирование по обоснованию ОБУВ и ПДК, с последующим корректированием в соответствии с условиями труда и здоровьем.

ОБУВ устанавливается путем расчета по параметрам токсиметрии и физико-химических свойств на основании корреляционной и регрессивной зависимости, путем интерполяции и экстраполяции в рядах близких по строению химических соединений.

Задания и порядок выполнения практической работы.

1. Определить ориентировочно безопасный уровень воздействий (ОБУВ) летучих химических веществ в воздухе рабочей зоны.
2. Определить максимально разовую предельно допустимую концентрацию (ПДК) промышленных ядов в воздухе рабочей зоны.
3. Определить средне суточную предельно допустимую концентрацию (ПДК) промышленных ядов в воздухе рабочей зоны.
4. После каждой работы написать заключение по оценке токсичности веществ и определить их класс опасности, предложить мероприятия по уменьшению их влияния на организм работников.
5. Данные для выполнения практической работы необходимо брать в таблице № 15 с учетом варианта (в соответствии со списком группы в журнале преподавателя).

Работа 1. Рассчитать ориентировочно безопасный уровень воздействий (ОБУВ) летучих химических веществ в воздухе рабочей зоны.

Расчет производить по следующей формуле:

$$\text{ОБУВ} = - 0,09 - 0,01 M + \text{Lg}M; \quad \text{ОБУВ} = - 0,359 - 1,48 M + \text{Lg}M;$$

$$\text{ОБУВ} = - 1,39 - 0,008 t_{\text{пл}} + \text{Lg}M; \quad \text{ОБУВ} = - 0,49 - 0,006 t_{\text{кип}} + \text{Lg}M,$$

где ОБУВ – ориентировочный безопасный уровень воздействия, мг/м³;

M – молекулярная масса;

d – плотность вещества;

t_{пл} – температура плавления, °С;

t_{кип} – температура кипения вещества, °С.

Все результаты расчетов, полученные от применения четырех формул, необходимо суммировать и вычислить среднее значение Lg ОБУВ.

Работа 2. Рассчитать максимально разовую предельно допустимую концентрацию (ПДК_{м.р.}) промышленных ядов в воздухе рабочей зоны.

Расчет производить по следующей формуле:

$$\text{ПДК}_{\text{м.р.}} = - 8,01 \text{Lg}M + 14,75, \text{ где}$$

$ПДК_{м.р}$ – максимально разовая предельно допустимая концентрация вещества в воздухе рабочей зоны, $мг/м^3$;

M – молекулярный вес вещества.

Работа 3. Рассчитать средне суточную предельно допустимую концентрацию ($ПДК_{м.р.}$) промышленных ядов в воздухе рабочей зоны.

Расчет производить по следующей формуле:

$$ПДК_{с.с} = 0,62 \text{ Lg } ПДК_{м.р} - 1,77, \text{ где}$$

$ПДК_{с.с}$ – средне суточная предельно допустимая концентрация вещества в воздухе рабочей зоны, $мг/м^3$;

$ПДК_{м.р}$ – максимально разовая предельно допустимая концентрация вещества в воздухе рабочей зоны, $мг/м^3$.

Таблица 15

Варианты заданий

№ варианта	M	$t_{пл}^{\circ C}$	$t_{кип}^{\circ C}$	d
1	70	101	34	1,486
2	154	24	77	1,596
3	64	51	10	2,264
4	44	103	89	1,530
5	17	78	33	0,596
6	34	83	8	1,539
7	36	115	190	1,267
8	128	60	67	0,667
9	100	126	21	1,435
10	28	207	112	0,968
11	81	88	197	1,486
12	92	10	69	1,492
13	48	250	91	1,658
14	170	57	36	0,965
15	160	89	135	1,258
16	175	101	34	1,486
17	290	24	77	1,596
18	70	51	10	2,264
19	154	103	89	1,530
20	64	78	33	0,596
21	44	83	8	1,539
22	17	115	190	1,267

23	34	60	67	0,667
24	36	126	21	1,435
25	128	207	112	0,968
26	100	88	197	1,486
27	28	10	69	1,492
28	81	250	91	1,658
29	92	57	36	0,965
30	48	89	135	1,258

Контрольные вопросы

1. Понятие о предельно допустимой концентрации (ПДК).
2. Понятие об ориентировочно безопасном уровне воздействия (ОБУВ) летучих химических веществ в воздухе рабочей зоны.
3. Понятие о рабочей зоне.
4. Максимально разовая и среднесуточная ПДК.
5. Методы медико-биологических исследований.

Тема 5. Медико-биологическая оценка влияния мышечной деятельности на организм человека

Цель занятия:

- провести оценку мышечной деятельности организма человека в процессе выполнения физической нагрузки;
- ознакомить студентов с расчетными методами определения энергетических затрат при выполнении определенных видов работы.

Задачи занятия:

- изучить параметры обмена веществ в организме человека;
- ознакомиться с методикой расчета энергетических затрат организма;
- провести расчеты энергетических затрат организма с использованием данных варианта задания.

Требования к уровню освоения занятия:

необходимо знать:

- виды организации трудовой деятельности;
- расчетные методы определения энергетических затрат при выполнении определенных видов работы;
- виды обмена веществ в организме человека.

необходимо уметь оценивать и объяснять:

- как поддержать общий энергетический баланс в организме человека;
- результаты расчета энергетических затрат мышечной деятельности человека.

приобрести навыки:

- по оценке общего баланса энергетических затрат работника при выполнении им мышечной нагрузки;
- по определению источников энергии, потребляемых для поддержания баланса в организме человека.

Оценка энергетических затрат физической деятельности человека непосредственно связана с вопросами организации сбалансированного питания, которая используется при анализе производственной деятельности человека.

Поддержание общего баланса энергии у взрослого человека, исключаящее резкие колебания веса тела, связано с регуляцией обмена веществ, осуществляемой в организме нервной системой. В организме человека постоянно происходит обмен веществ, для поддержания которого используется энергия, получаемая из продуктов питания.

Различают следующие виды обмена веществ:

1. Основной обмен, к которому относят энергию, расходуемую организмом во время сна, в покое или сидячем положении, во время беременности, а также в процессе роста. В среднем можно принять:

а) что организм взрослого человека в состоянии сна или «покоя» расходует примерно 300 кДж/ч,

б) расход энергии при беременности или кормлении грудью составляет 400 кДж/ч,

в) ребенок, в зависимости от возраста, расходует в состоянии покоя 150 – 250 кДж/ч.

2. Обмен веществ в результате мышечной деятельности, при которой эквивалент работы в Дж зависит от характера выполняемой работы. Затраты энергии при этом изменяются в достаточно широких пределах:

а) от 455 кДж/ч, затрачиваемых при производственной деятельности, не требующей больших физических усилий,

б) до 1600 – 2000 кДж/ч расходуется при тяжелой работе. Работа, сопровождаемая такой большой затратой энергии, может выполняться лишь в течение нескольких часов в день.

Кроме вышеизложенного, энергия необходима человеку для поддержания гомеостаза, в частности для сохранения постоянной температуры тела: в холодный период времени года человек расходует энергии примерно на 30 % выше, чем в теплый.

Общее количество потребляемой человеком энергии при сохранении баланса зависит от ряда факторов, в частности от возраста, пола, размеров тела и др. Для сохранения баланса энергии в организм человека с пищевыми веществ-

вами должно поступать столько же энергии, сколько её было израсходовано. (Для сохранения баланса энергии в организме человека количество поступающей и расходуемой энергии должно быть равным.)

2. Методика расчета энергетических затрат мышечной деятельности человека при выполнении определенных видов работы.

В данной практической работе оценка энергетических затрат мышечной деятельности человека осуществляется на примере передвижения в производственном помещении со скоростью 3 км/ч. Энергетические затраты независимо от пола и возраста за час можно определить по формуле:

$$Q = 60 \cdot (0,197 \cdot W + 4,284) \quad (1)$$

где Q — энергетические затраты на мышечную деятельность, кДж/ч;

W - вес тела человека, кг.

Для определения общего количества затраченной энергии необходимо знать время, в течение которого совершалась работа. Для пешей прогулки это время можно определить по формуле:

$$t = S/V, \quad (2)$$

где t - время, затраченное на мышечную деятельность, ч; S - пройденный путь, км; V - скорость км/ч.

$$Q_{\text{общ}} = Q \cdot t \quad (3)$$

где Q общ – общие энергетические затраты, кДж;

Q - энергетические затраты на мышечную деятельность, кДж/ч;

t - время, затраченное на мышечную деятельность, ч.

Основными пищевыми веществами являются жиры, белки и углеводы. Жиры, белки и углеводы помимо той роли, которую они играют в качестве источников энергии, выполняют также особые функции в процессе обмена веществ.

Входящие в состав белков аминокислоты необходимы для роста тканей и их восстановления, а также для синтеза многих белков.

Жиры необходимы не только как форма хранения энергии в организме, но и для теплоизоляции тела.

Углеводы участвуют во всех процессах превращения энергии. Всем этим требованиям удовлетворяют самые различные сочетания углеводов, жиров и белков. Различные вещества, участвующие в процессах обмена взаимозаменяемы; источниками углеводов могут служить и белки, и жиры. Если пища богата углеводами и бедна жирами, организм способен пополнять запасы жиров за счет углеводов, и тем самым компенсировать недостаток жиров в пище. Правда, некоторый минимум жиров все же необходим при любых условиях, Биологическая ценность продуктов, содержащих белки животного происхождения, выше, чем продуктов, в состав которых входят только растительные белки.

Долю энергии, поступающей в организм с белками, для компенсации энергетических затрат на мышечную деятельность можно определить по формуле:

$$Q_{э1} = Q_{\text{общ}} * \Delta Э_1 * 0,01 \quad (4)$$

где $Q_{э1}$ — доля энергии, поступающей в организм человека с белками,

$\Delta Э_1$ - доля энергии белков в общих энергозатратах, %.

Долю энергии, поступающую в организм человека с жирами, можно делить по формуле:

$$Q_{э2} = Q_{\text{общ}} * \Delta Э_2 * 0,01 \quad (5)$$

$Q_{э2}$ — доля энергии жиров в общих энергозатратах, %. Долю энергии, поступающую в организм человека с углеводами, можно определить по формуле:

$$Q_{э3} = Q_{\text{общ}} * (100 - \Delta Э_1 - \Delta Э_2) * 0,01 \quad (6)$$

Известно, что энергетическая ценность пищевых веществ в пересчете на один грамм составляет:

- белки..... 17 кДж/г;
- жиры..... 38 кДж/г;
- углеводы17 кДж/г.

Таким образом, сочетание источников энергии в виде пищевых веществ, потребляемых для поддержания баланса в организме человека, можно определить по следующим формулам:

1.Количество белков, г: (7)

$$Kб = Q_{э1}/17;$$

2.Количество жиров, г: (8)

$$Kж = Q_{э2}/38;$$

3.Количество углеводов, г: (9)

$$Kу = Q_{э3}/17.$$

Следует иметь в виду, что количество пищевых веществ, необходимых для восстановления баланса, будет меньше необходимого количества пищи, количество и состав которой можно определить, только зная содержание пищевых веществ в соответствующем продукте с учетом усвояемости пищевого вещества.

Эффективность использования источников энергии и способность организма человека сохранить энергетический баланс, определяется производительной долей расходуемой энергии.

Задания и порядок выполнения практической работы.

1. Выбрать вариант в таблице 16 по списку в журнале преподавателя.
2. Ознакомиться с методикой расчета энергетических затрат мышечной деятельности человека.
3. Определить энергетические затраты человека и общие энергетические затраты на мышечную деятельность.
4. Сравнить полученные результаты с энергетическими затратами в состоянии покоя.
5. Определить долю энергии, поступающую с белками, жирами и углеводами.
6. Определить сочетание источников энергии, потребляемых для поддержания энергетического баланса в организме человека.

Варианты заданий

Номер варианта	Вес тела человека W, кг	Пройденное расстояние S, км	Доля энергии, поступающая в виде	
			белков, %	жиров, %
1	60	3	9,0	21,0
2	65	6	9,5	21,5
3	70	9	10,0	22,0
4	75	12	10,5	22,5
5	80	10	11,0	23,0
6	60	8	11,5	23,5
7	65	5	12,0	24,0
8	70	2	12,0	24,5
9	75	9	11,5	25,0
10	80	6	12,0	25,5
11	60	4	10,5	26,0
12	65	6	10,0	26,5
13	70	8	9,5	27,0
14	75	5	9,0	27,5
15	80	2	9,0	28,0
16	60	9	9,5	28,5
17	65	6	10,5	29,0
18	70	3	11,0	29,5
19	75	3	11,5	30,0
20	80	6	12,0	30,5
21	60	3	12,0	31,0
22	65	6	11,5	21,0
23	70	9	11,0	22,0
24	75	2	10,5	23,0
25	80	5	10,0	24,0
26	60	8	9,5	25,0
27	65	5	9,0	26,0
28	70	7	9,0	27,0
29	75	6	10,0	28,0
30	80	8	11,0	30,0

Контрольные вопросы

1. Перечислите факторы, обуславливающие виды мышечной деятельности при физическом труде.
2. Перечислите заболевания, возникающие при воздействии физической нагрузки на организм человека.
3. Перечислите основные виды трудовой деятельности.
4. Понятие о видах физических нагрузок.
5. Характеристика обмена веществ в организме человека.
6. Характеристика механизмов обмена белков в организме человека.
7. Характеристика механизмов обмена жиров в организме человека.
8. Характеристика механизмов обмена углеводов в организме человека.
9. Характеристика энергетического баланса.

Тема 6. Физиолого-гигиеническая характеристика воздействия физических нагрузок на организм человека

Цель занятия – сформировать представления о функциональных изменениях в организме человека при физической нагрузке.

Задачи занятия:

- ознакомиться с показателями тяжести трудового процесса;
- ознакомиться с мероприятиями по профилактике утомления организма.

Требования к уровню освоения занятия:

необходимо знать:

- характеристику видов физического труда;
- возможные нарушения со стороны физиологических систем организма.

необходимо уметь оценивать и объяснять:

- воздействие физических нагрузок на организм человека;
- функциональные изменения в функциональных системах организма человека при действии физических нагрузок.

приобрести навыки:

- по оценке состояния здоровья при воздействии физической нагрузки.

Внедрение достижений науки и техники в производственный процесс качественно видоизменило характер и условия труда работников большинства профессиональных групп. Несмотря на технические и технологические преобразования, происходящие в разных отраслях экономики, доля физического труда, разного по своей интенсивности и тяжести, все еще остается достаточно высокой.

Реакция организма человека на физическую нагрузку рассматривается как разновидность рабочего напряжения, проявляющаяся в функциональном напряжении нейромышечного и опорно-двигательного аппаратов, регулирующих (нервная, гормональная) и обеспечивающих кровообращение, дыхание, газообмен и терморегуляцию систем организма.

На организм работников различных профессий воздействует комплекс вредных производственных факторов, часто ведущим из них является тяжесть труда, приводящая к перенапряжению различных структур нейромышечного и опорно-двигательного аппарата (мышцы, сухожилия, связки, околосуставные мягкие ткани, межпозвонковые диски, суставные поверхности, тела позвонков), формированию профессионально обусловленной и профессиональной патологии нервно-мышечного аппарата спины.

Среди комплекса факторов трудового процесса, обуславливающих тяжесть физического (мышечного) труда ведущее место занимают:

- неравномерное распределение физической нагрузки на опорно-двигательный аппарат работников;
- динамические и статические мышечные нагрузки, связанные с подъемом, перемещением и удержанием различного по массе груза;
- значительные усилия, прикладываемые к органам управления и ручным инструментам;
- необходимость выполнения частых и глубоких наклонов корпуса;
- длительное поддержание физиологически нерациональных (неудобных, фиксированных, вынужденных) рабочих поз;
- многократно повторяющиеся движения рук различной амплитуды.

Систематическое и длительное (в течение многих лет) воздействие факторов трудового процесса, превышающих допустимые величины рабочей нагрузки может явиться причиной возникновения перенапряжения различных систем организма и, в частности, нервно-мышечной, следствием которой может быть развитие профессиональных заболеваний опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы, а также увеличение частоты дистрофических поражений локомоторного аппарата (деформирующий спондилез, остеохондрозы, артрозы).

Сочетание физического (мышечного) перенапряжения с воздействием ряда неблагоприятных факторов производственной среды, таких как вибрация, охлаждающий микроклимат способствует более раннему развитию профессио-

нальных заболеваний опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы у работников различных профессий.

Структура данной профессиональной патологии полиморфна и определяется условиями и характером труда, что связано с локализацией, степенью выраженности патологического процесса при поражении вертебральных структур и с интенсивностью, длительностью воздействия физических перегрузок, превышающих допустимые значения. Данный вид профессиональных нарушений функций мышц позвоночника формируется одновременно с развитием профессиональных заболеваний верхних и нижних конечностей, которые составляют единую кинематическую связующую с позвоночником.

Тяжесть труда (в широком смысле)- это степень совокупного воздействия всех факторов рабочей среды на здоровье человека и его работоспособность. Тяжесть труда характеризует физиологическую составляющую работы, то есть степень функционального напряжения организма при выполнении физической работы.

Неравномерное распределение физических нагрузок на опорно-двигательный аппарат, значительные статико-динамические нагрузки, длительное поддержание физиологически нерациональных рабочих поз, вынужденные и глубокие наклоны корпуса, работа в неблагоприятных санитарно-гигиенических условиях (охлаждающий и нагревающий микроклимат, перепад температур по всей поверхности тела, нейротоксические вещества, стресс на рабочем месте) являются причинами нарушений физиологических процессов и могут быть факторами риска в развитии скелетно-мышечных нарушений, способствуя развитию профессиональных заболеваний.

Развитию профессиональных заболеваний могут способствовать физические нагрузки, превышающие допустимые параметры:

- региональные мышечные нагрузки (длительная физическая нагрузка на мышцы верхних конечностей и плечевого пояса);
- общие физические нагрузки (физическая нагрузка, связанная с участием мышц корпуса и конечностей, выполняемая, преимущественно, в позе стоя).

Тяжесть физического труда, способствующая перенапряжению опорно-двигательного аппарата, обусловлена массой и габаритами поднимаемых изделий, деталей. При этом масса однократно поднимаемых и перемещаемых вручную грузов более двух раз в час не должна превышать допустимых для мужчин и женщин величин. Подъем грузов выше указанных величин должен осуществляться только с помощью вспомогательных средств механизации (механизированные тележки, лебедки.).

Тяжесть труда — это степень совокупного воздействия всех элементов трудовой деятельности на функциональное состояние человека. Классификация труда по тяжести представлена: – физиологической, основанная на физиологических характеристиках напряжения функций организма и утомления; – профессиографической, основанной на описательных характеристиках труда.

Для классификации труда по степени тяжести используют качественные и количественные показатели. Качественные показатели – это субъективные, в виде жалоб на слабость, недомогание, излишнюю раздражительность, головную боль – все признаки утомления; социальные, связанные с неудовлетворенностью трудом, что проявляется в частой смене места труда (текучесть кадров); технико-экономические, низкая производительность труда из-за недостаточной квалификации, низкой оплатой труда; медико-биологические, связанные с качеством здоровья, появлением производственно обусловленной и профессиональной заболеваемости.

Количественные показатели – это физиологические реакции организма на физическую нагрузку, после которой следует восстановительный период, в котором приходят в норму поврежденные физиологические системы – это эргометрические показатели, характеризующие количество выполняемой работы.

Особого внимания требуют работы, выполняемые в неблагоприятных, экстремальных условиях труда и вызывающих патологические изменения в организме работающих. При этом возникают реакции, присущие предпатологическому функциональному состоянию организма, повышается уровень заболе-

ваемости, вместе с тем ухудшаются и производственные показатели, а высокая работоспособность достигается за счет перенапряжения сил, внутренних резервов организма. В экстремальных условиях труда у работника формируются реакции, характерные для патологического функционального состояния организма, приводя к тяжелым нарушениям здоровья, которые могут иметь необратимый характер.

Физические нагрузки требуют как статической, так и динамической работы мышц. Динамическая работа связана с движением, перемещением; статическая работа – с удержанием мышечного напряжения без совершения каких-либо движений. Физическая нагрузка может быть общей (задействовано большинство мышц организма) и региональной (задействованы преимущественно мышцы верхних или нижних конечностей).

Чрезмерные физические усилия могут стать причиной развития переутомления, снижения работоспособности, появлению различных заболеваний. Уровни факторов тяжести труда выражены в эргометрических величинах, характеризующих трудовой процесс, независимо от индивидуальных особенностей человека, участвующего в этом процессе.

Основными показателями тяжести трудового процесса являются (Табл.17):

- физическая динамическая нагрузка;
- масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную;
- стереотипные рабочие движения;
- статическая нагрузка;
- рабочая поза;
- наклоны корпуса;
- перемещение в пространстве.

Основы методики оценки тяжести трудового процесса

Тяжесть трудового процесса оценивают по ряду показателей, выраженных в эргометрических величинах, характеризующих трудовой процесс, неза-

висимо от индивидуальных особенностей человека, участвующего в этом процессе. Основными показателями тяжести трудового процесса являются: физическая динамическая нагрузка; масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную; стереотипные рабочие движения; статическая нагрузка; рабочая поза; наклоны корпуса; перемещение тела в пространстве.

Каждый из перечисленных показателей может быть количественно измерен и оценен. Оценка тяжести физического труда проводится на основе учета всех приведенных в табл. 17 гигиенических нормативных показателей, установленных отдельно для мужчин и женщин, из которых устанавливается наиболее чувствительный показатель, действие которого вызывает субъективные и объективные изменения в состоянии здоровья. Условно тяжесть труда подразделяется на оптимальный, допустимый, вредный и опасный вид деятельности.

При оптимально физической нагрузке сохраняется здоровье, создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности организма. При действии допустимых физических нагрузок возможны изменения функционального состояния организма, которые восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не оказывают неблагоприятного воздействия в ближайшем или отдаленном периоде жизни на состояние здоровья работников и их потомство.

При физической нагрузке, превышающей гигиенические нормативы отмечается ее неблагоприятное действие на физиологические системы организма и/или его потомство, это вредный вид деятельности. Для него характерны функциональные изменения в организме, которые восстанавливаются при более длительном промежутке времени, приводя к увеличению профессионально обусловленной заболеваемости, что может проявляться повышением уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности или профессиональных болезней легкой, средней и тяжелой формы профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности).

Опасные (экстремальные) факторы создают угрозу для жизни, появлению острых профессиональных поражений.

Нормативные показатели тяжести труда

Показатели тяжести трудового процесса	Классы условий труда			
	Оптимальный (легкая физическая нагрузка)	Допустимый (средняя физическая нагрузка)	Вредный (тяжелый труд)	
			1 степени	2 степени
1. Физическая динамическая нагрузка (единицы внешней механической работы за смену, кг • м)				
1.1. При региональной нагрузке (с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса) при перемещении груза на расстояние до 1 м: для мужчин для женщин	до 2 500 до 1 500	до 5 000 до 3 000	до 7 000 до 4 000	более 7000 более 4000
1.2. При общей нагрузке (с участием мышц рук, корпуса, ног):				
1.2.1. При перемещении груза на расстояние от 1 до 5 м для мужчин для женщин	до 12 500 до 7 500	до 25 000 до 15 000	до 35 000 до 25 000	более 35000 более 25000
1.2.2. При перемещении груза на расстояние более 5 м для мужчин для женщин	до 24 000 до 14 000	до 46 000 до 28 000	до 70 000 до 40 000	более 70000 более 40000
2. Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную (кг)				
2.1. Подъем и перемещение (разовое) тяжести при чередовании с другой работой (до 2 раз в час): для мужчин для женщин	до 15 до 5	до 30 до 10	до 35 до 12	более 35 более 12
2.2. Подъем и перемещение (разовое) тяжести постоянно в течение рабочей смены: для мужчин для женщин	до 5 до 3	до 15 до 7	до 20 до 10	более 20 более 10
2.3. Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены:				
2.3.1. С рабочей по-				

верхности для мужчин для женщин	до 250 до 100	до 870 до 350	до 1500 до 700	более 1500 более 700
2.3.2. С пола для мужчин для женщин	до 100 до 50	до 435 до 175	до 600 до 350	более 600 более 350
3. Стереотипные рабочие движения (количество за смену)				
3.1. При локальной нагрузке (с участием мышц кистей и пальцев рук)	до 20 000	до 40 000	до 60 000	более 60 000
3.2. При региональной нагрузке (при работе с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса)	до 10 000	до 20 000	до 30 000	более 30 000
4. Статическая нагрузка - величина статической нагрузки за смену при удержании груза, приложении усилий (кгс - с)				
4.1. Одной рукой: для мужчин для женщин	до 18 000 до 11 000	до 36 000 до 22 000	до 70 000 до 42 000	более 70 000 более 42 000
4.2. Двумя руками: для мужчин для женщин	до 36 000 до 22 000	до 70 000 до 42 000	до 140000 до 84 000	более 140000 более 84 000
4.3. С участием мышц корпуса и ног: для мужчин для женщин	до 43 000 до 26 000	до 100 000 до 60 000	до 200000 до 120 000	более 200000 более 120000
5. Рабочая поза				
Рабочая поза	Свободная, удобная поза, возможность смены рабочего положения тела (сидя, стоя). Нахождение в позе стоя до 40% времени смены.	Периодическое, до 25 % времени смены, нахождение в неудобной (работа с поворотом туловища, неудобным размещением конечностей и др.) и/или фиксированной позе (невозможность изменения взаимного положения различных частей тела относительно друг друга). Нахождение в позе стоя до 60 % времени смены.	Периодическое, до 50 % времени смены, нахождение в неудобной и/или фиксированной позе; пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках и т. п.) до 25 % времени смены. Нахождение в позе стоя до 80 % времени смены	Периодическое, более 50% времени смены нахождение в неудобной и/или фиксированной позе; пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках и т. п.) более 25 % времени смены. Нахождение в позе стоя более 80 % времени смены.
6. Наклоны корпуса				
Наклоны корпуса (вынужденные более 30°), количество за смену	до 50	51 – 100	101 – 300	свыше 300

7. Перемещения в пространстве, обусловленные технологическим процессом				
7.1. По горизонтали	до 4	до 8	до 12	более 12
7.2. По вертикали	до 1	до 2,5	до 5	более 5

В таблице 18 приведен пример медико-биологической оценки условий труда укладчицы деталей.

Таблица 18

**Медико-биологическая оценка условий труда по показателям
тяжести трудового процесса**

Ф., И., О. _____ Иванова А.И. _____ пол _____ ж _____
 Профессия: _____ укладчица деталей _____
 Предприятие: _____ машиностроительный завод, цех комплектации _____
 Краткое описание выполняемой работы: Укладчица деталей вручную укладывает детали со стола в ящики.

№	Показатели	Факт. Значения	Допустимые значения	Класс
1	2	3	4	5
1	Физическая динамическая нагрузка (кгхм): региональная - перемещение груза до 1 м общая нагрузка: перемещение груза	3 520	до 3 000	3.1
1.1	от 1 до 5 м	-		
1.2	более 5 м	-		
2	Масса поднимаемого и перемещаемого вручную груза (кг):			
2.1	при чередовании с другой работой	-		
2.2	постоянно в течение смены	0,8	до 7	1
2.3	суммарная масса за каждый час смены:			
	с рабочей поверхности	550	до 350	3.1
	с пола			
3	Стереотипные рабочие движения (кол-во):			
3.1	локальная нагрузка	-		
3.2	региональная нагрузка	21 000	до 20 000	3.1
4	Статическая нагрузка (кгс · с)			
4.1	одной рукой	-		
4.2	двумя руками	13 200	до 42 000	
4.3	с участием корпуса и ног	-		
5	Рабочая поза	стоя 75 %	стоя до 60 %	3.1
6	Наклоны корпуса (количество за смену)	200	51 – 100	3.1
7	Перемещение в пространстве (км):			
7.1	по горизонтали	1,5	до 8	
7.2	по вертикали	-		
Окончательная оценка тяжести труда				3.2

Итак, из 9 показателей, характеризующих тяжесть труда, 5 относятся к классу 3.1. Учитывая пояснения раздела 8 (при наличии 2-х и более показате-

лей класса 3.1, общая оценка повышается на одну степень), окончательная оценка тяжести трудового процесса укладчицы хлеба - класс 3.2.

Утомление – временное снижение работоспособности под влиянием длительного воздействия физической нагрузки. Утомление возникает от истощения внутренних ресурсов и рассогласования в работе обеспечивающих деятельность физиологических систем организма. Утомление имеет разнообразные проявления на следующих уровнях:

- 1) поведенческом — снижение производительности труда, уменьшение скорости и точности работы;
- 2) физиологическом — затруднение выработки условных связей, повышение инерционности в динамике процессов нервных;
- 3) психологическом — снижение чувствительности, нарушение внимания, памяти, процессов интеллектуальных, сдвиги в сфере эмоционально-мотивационной.

При утомлении происходит вегетативная декомпенсация, увеличивается инертность процессов нервных, снижается чувствительность восприятия, понижается внимание, память, отмечаются сбои в процессах мыслительной деятельности (мышления), возникают отрицательные эмоции (переживание усталости), снижается производительность труда по качеству и скорости.

Утомление сопровождается формированием комплекса субъективных переживаний усталости. Специфика проявлений утомления зависит от вида нагрузки, локализации ее воздействия, времени, восстановления до оптимального уровня работоспособности. Утомления может быть физическое, умственное, острое, хроническое. При отсутствии профилактических мероприятий, уменьшающих степень напряжения, снимающих остаточные явления утомления, то возможно развитие пограничных и патологических состояний среди функциональных систем организма.

Основная причина наступления утомления — недостаточная предварительная подготовка к соответствующим нагрузкам. При этом утомление может переходить в следующую стадию – стадию переутомления.

Переутомление приводит к трагическим несчастным случаям вследствие притупления внимания, спешки, нарушения координации движений. Ведь выполнение любой работы требует значительной или меньшей физической нагрузки. Если выполнение работы превышает резервы организма, то наступает перегрузка и переутомление. Возникновение переутомления притупляет внимание, снижает готовность к экстренным действиям, замедляет реакцию, что нередко является причиной несчастных случаев.

Действие физических перегрузок на организм также усугубляют переохлаждение, повышенная влажность, несбалансированное питание, недостаток витаминов, отсутствие систематического отдыха или его кратковременность.

Переутомление — это патологическое состояние, развивающееся у человека вследствие хронического физического или психологического перенапряжения, клиническую картину которого определяют функциональные нарушения в центральной нервной системе.

В основе заболевания преобладает перенапряжение возбуждательного или тормозного процессов, нарушение их соотношения в коре больших полушарий головного мозга. Это позволяет считать патогенез переутомления аналогичным патогенезу неврозов. Существенное значение при этом имеет эндокринная система и в первую очередь гипофиз и кора надпочечников. Так, по данным Г. Селье, при действии сильного раздражителя (стрессора) в организме развивается адаптационный синдром, или стресс, в процессе которого усиливается деятельность передней доли гипофиза и коры надпочечников. Эти изменения в эндокринной системе во многом определяют развитие адаптационных реакций в организме к интенсивной физической или психологической деятельности. Однако хроническое перенапряжение может привести к истощению коры надпочечников и тем самым к нарушению в организме выработанных ранее адаптационных реакций. Следует подчеркнуть, что в процессе развития переутомления центральная нервная система включает и регулирует стрессовые реакции. В основе же патогенеза переутомления прослеживается нарушение процессов корковой проводимости. При неврозе также изменяется функциональ-

ное состояние нижележащих отделов центральной нервной системы. Этот принцип наблюдается и при переутомлении, в виде висцеральных расстройств, которые можно рассматривать как следствие изменений функционального состояния мозга, которые регулируют нейрогуморальные процессы в организме и контролируют другие его функции.

В клинической картине переутомления условно выделяют три стадии.

Для первой стадии характерно отсутствие жалоб или человек жалуется только на нарушение сна, выражающееся в плохом засыпании и частых пробуждениях. При этом в организме человека отмечается отсутствие чувства отдыха после сна, снижение аппетита, концентрации внимания и реже – снижение работоспособности. К объективным признакам заболевания следует отнести ухудшение приспособляемости организма к психологическим нагрузкам и нарушение тончайших двигательных координаций.

Вторая стадия это уже многочисленные жалобы, функциональные нарушения, отмечаемые во многих органах и системах организма и снижение физической активности. Больные предъявляют жалобы на апатию, вялость, сонливость, повышенную раздражительность, снижение аппетита. У них появляется легкая утомляемость, неприятные ощущения и боли в области сердца, нежелание работать. Нарушается сон, удлиняется время засыпания, сон становится поверхностным, беспокойным с частыми сновидениями нередко кошмарного характера, что не дает необходимого отдыха и восстановления сил.

Нарушения деятельности нервной системы проявляются в изменениях суточной периодики функций и суточного динамического стереотипа. Изменяется также характер биоэлектрической активности головного мозга: понижается амплитуда фонового альфа-ритма, а после длительной мыслительной работы выявляется нерегулярность и нестабильность электрических потенциалов.

Нарушения ритма сердечной деятельности наиболее часто проявляются в виде синусовой аритмии, экстрасистолии и атриовентрикулярной блокады I степени.

В покое у человека может быть тахикардия и повышенное артериальное давление либо резкая брадикардия и гипотония. В ряде случаев развивается вегетативная дисфункция. Для нее характерны неадекватные реакции сосудов на температурный раздражитель, неустойчивое артериальное давление. Наблюдается нарушение регуляции венозного сосудистого тонуса, проявляющееся в виде усиленного рисунка венозной сети на бледной коже (мраморная кожа).

В состоянии переутомления у человека повышается основной обмен и часто нарушается углеводный обмен. Количество сахара в крови в покое уменьшается, что может приводить к нарушению окислительных процессов в организме. Масса тела у человека в состоянии переутомления снижается, что связано с усиленным распадом белков организма, а в крови человека определяется уменьшение гормонов коры надпочечников. В организме отмечается повышенная потливость, нарушения менструального цикла и половой потенции. Для третьей стадии характерно развитие неврастении по гиперстеническому или гипостеническому типу. Первая форма является следствием ослабления тормозного процесса, а вторая—перенапряжения возбудительного процесса в коре головного мозга. Гиперстенический тип – характеризуется повышенной нервной возбудимостью, чувством усталости, утомления, общей слабостью и бессонницей. Гипостенический тип – характеризуется общей слабостью, истощаемостью, быстрой утомляемостью, апатией и сонливостью днем.

Лечение переутомления будет успешным только в тех случаях, когда устраняются все причины, вызвавшие ее, и нагрузка приводится в соответствии с общим режимом жизни.

Профилактика переутомления строится на устранении вызывающих ее причин. Поэтому интенсивные нагрузки должны применяться только при достаточной предварительной подготовке.

Оздоровительные и лечебно-профилактические мероприятия должны строиться дифференцированно с учетом тяжести труда, нозологических форм и степени выраженности патологии при обязательном индивидуальном подходе в каждом конкретном случае. Обязательным является соблюдение принципов

преимущества между учреждениями здравоохранения (здравпункт, поликлиника, медсанчасть, больница) и физкультурно-оздоровительными центрами (ФОЦ).

ФОЦ созданы в целях профилактики развития утомления, ускорения протекания восстановительных процессов, повышения профессиональной и общефизической подготовки, ускорения процесса реабилитации. Проводимые в ФОЦ оздоровительные мероприятия должны носить комплексный характер и учитывать специфику трудовой деятельности лиц различных профессий.

В целях профилактики развития утомления, перенапряжения и развития заболеваний существенное значение имеет соответствие конструкции используемого производственного оборудования, ручного инструмента и т.д. современным требованиям эргономики, а именно антропометрическим данным, физиологическим и психологическим возможностям работающего человека.

При работах, выполняемых в позе стоя, следует осуществлять производственные операции в оптимальной рабочей зоне и зоне легкой досягаемости моторного поля, основные параметры которых должны составлять:

- оптимальная зона: 900-1 150 мм по высоте, 700 мм по фронту и 300 мм по глубине;

- зона легкой досягаемости моторного поля: 750-1 300 мм по высоте, 1 000 мм по фронту и 400 мм по глубине.

Длительное (25 и более процентов времени смены) пребывание работников различных профессий в физиологически нерациональных рабочих позах является утомительным для организма из-за постоянной статической нагрузки на отдельные мышечные группы, в основном на группы мышц шеи, плечевого пояса, поясничной области, что может явиться причиной возникновения заболеваний.

Микроклиматические условия производственных помещений по параметрам оптимальной и допустимой температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха должны соответствовать СанПиН 2.2.4.548-96.

Локальная или общая вибрация, действующая на работающих при работе с пневмоинструментами, механизмами и оборудованием, не должна превышать предельно допустимых величин, установленных СН 2.2.4/2.1.8.566-96 "Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий".

Рекомендуемые режимы труда и отдыха могут быть откорректированы с учетом конкретных производственных условий и тяжести труда. Снижение утомительности тяжелых работ можно достичь уменьшением объема вспомогательных операций, которые часто связаны со значительными физическими нагрузками, своевременной заменой изношенного оборудования.

Медицинские профилактические мероприятия направлены на предупреждение развития клинических проявлений профессиональных.

В случае выявления общих и/или специальных медицинских противопоказаний врачами ЛПУ дается заключение о непригодности к работе с учетом конкретных профессиональных факторов риска.

Задания и порядок выполнения практической работы

1. Определить физическую работоспособность при помощи теста PWC170 методом степ-теста по варианту задания (Табл.19)

Методика выполнения работы.

Наименование теста PWC происходит от первых букв английского термина "физическая работоспособность" (Physical Working Capacity). Он был предложен Шестрандом для определения физической работоспособности тренированных людей (спортсменов). Физическая работоспособность в этом тесте выражается в величинах мощности физической нагрузки, при которой ЧСС достигает 170 ударов в мин. Такая ЧСС выбрана потому, что: между мощностью выполняемой нагрузки и ЧСС существует линейная зависимость вплоть до ЧСС 170 уд./мин., а при более высокой частоте эта зависимость утрачивается. Следовательно, чем больше мощность нагрузки, при которой ЧСС равно 170 уд/мин., тем больше резервы кардио-респираторной системы, которые определяют уровень физической работоспособности.

У здоровых нетренированных мужчин PWC170 находится в диапазоне 700-1100 кгм/мин., у женщин - 450-750 кгм/мин., а в пересчете на кг массы тела, соответственно - 15,5 и 10,5 кгм/мин. У тренированных людей PWC170 достигает 1500-1700 кгм/мин.

Зона оптимального функционирования кардио-респираторной системы у тренированных ограничивается диапазоном пульса от 170 до 200 ударов в минуту. С помощью этого теста можно установить интенсивность физической нагрузки, которая характеризует деятельность сердечно сосудистой системы при усиленной физической работе.

Общая работоспособность рассчитывается по формуле:

$PWC170 \text{ (кгм/мин)} = A \times M$, где:

A - величина относительного PWC170/кг

M - масса тела испытуемого.

Относительный PWC170/кг можно найти по формуле:

$A = 7,2 \times [1 + 0,5 \times (28 - P1)/(P2 - P1)]$, где:

P1 - пульс после первой нагрузки;

P2 - пульс после второй нагрузки.

1. Определить физическую работоспособность по измеренным данным трех лиц и сравнить результаты в зависимости от ЧСС, массы тела, относительной PWC170/кг.

Таблица № 19

Варианты заданий для работы № 1

№№ вариантов	P1 пульс после первой нагрузки	P2 пульс после второй нагрузки	M, масса тела, кг	Пол	№№ вариантов	P1 пульс после первой нагрузки	P2 пульс после второй нагрузки	M, масса тела, кг	Пол
1	15	18	65	м	2	16	19	60	м
	16	19	70	м		17	20	65	ж
	17	20	75	м		18	21	68	ж
3	18	22	48	ж	4	21	25	65	м
	19	23	59	ж		22	26	70	м
	20	24	68	м		23	27	75	ж

5	24	28	60	М	6	27	31	48	М
	25	29	59	М		28	32	59	М
	26	30	65	Ж		26	33	68	М
7	15	19	70	Ж	8	16	18	60	Ж
	16	20	58	М		17	19	59	М
	17	21	65	Ж		18	20	65	М
9	18	25	69	М	10	21	22	70	Ж
	19	26	58	М		22	23	58	М
	20	27	62	Ж		23	24	65	М
11	24	31	70	М	12	27	28	69	Ж
	25	32	65	М		28	29	58	М
	26	33	85	М		26	30	62	М
13	15	19	56	Ж	14	15	22	56	Ж
	16	20	76	М		16	23	76	Ж
	17	21	70	М		17	24	70	Ж
15	18	25	58	Ж	16	16	28	58	М
	19	26	63	М		17	29	63	Ж
	20	27	69	М		18	30	69	М
17	24	31	67	Ж	18	21	19	67	М
	25	32	57	М		22	20	57	М
	26	33	90	М		23	21	90	М
19	15	18	45	Ж	20	27	25	45	М
	16	19	80	Ж		28	26	80	Ж
	17	20	62	Ж		26	27	62	Ж
21	18	22	56	М	22	16	31	56	М
	19	23	59	Ж		17	32	59	М
	20	24	73	М		18	33	73	Ж
23	24	30	75	М	24	18	19	75	М
	25	40	78	М		19	20	78	М
	26	39	56	М		20	21	56	М
25	15	20	68	М	26	24	22	62	Ж
	16	25	56	Ж		25	23	56	М
	17	28	59	Ж		26	24	59	М

2. Определение показателя максимального потребления кислорода (МПК) по результатам теста PWC 170. для выполнения данной работы необходимо использовать результаты предыдущей работы по определению физической работоспособности.

Показатель МПК характеризует наибольшее количество кислорода, потребляемое человеком в течение одной минуты, и является критерием аэробной мощности.

В настоящее время определение МПК широко используется для решения вопроса о профессиональной пригодности людей, оценки их физической подготовленности, а также для диагностики функционального состояния кардиореспираторной системы. Прямые методы определения МПК связаны с предельными физическими нагрузками и наличием относительно дорогой и сложной аппаратуры.

Однако величину МПК можно рассчитать по формуле, с ошибкой не более 10%:

$$\text{МПК} = (1,7 \times \text{PWC 170} + 1240) \div P,$$

где МПК - потребление кислорода на единицу массы тела (в мл/мин X кг);

PWC 170 - абсолютное значение физической работоспособности в кгм/мин;

P - вес тела в кг.

Оценка физического состояния в зависимости от МПК у людей различного возраста и пола (обобщенные данные) провести в соответствии с ниже приведенными таблицами для мужчин и женщин.

Мужчины

Баллы	Величина МПК в зависимости от возраста				
	20-29	30-39	40-49	50-59	60 и более
5	> 55	> 51	> 47	> 43	> 39
4	52 - 55	48 - 51	44 - 47	40 - 43	36 - 39
3	44 - 51	40 - 47	36 - 43	32 - 39	27 - 35

2	39 - 43	35 - 39	31 - 35	26 - 31	22 - 26
1	< 39	< 35	< 31	< 26	< 22

Женщины

Баллы	Величина МПК в зависимости от возраста				
	20-29	30-39	40-49	50-59	60 и более
5	> 48	> 44	> 41	> 38	> 35
4	44 - 48	40 - 44	37 - 41	34 - 38	31 - 35
3	35 - 43	32 - 39	30 - 36	28 - 33	26 - 30
2	29 - 34	26 - 31	23 - 29	21 - 27	19 - 25
1	< 29	< 26	< 23	< 21	< 19

3. Перечислить какие функциональные изменения могут отмечаться в организме работников.

4. Перечислить возможные профессиональные заболевания.

5. Перечислить мероприятия по сохранению здоровья работников при воздействии на них физических нагрузок разной степени интенсивности.

Контрольные вопросы

1. Характеристика понятия «Тяжесть труда».
2. Перечислите качественные показатели степени тяжести труда.
3. Характеристика динамической и статической физической нагрузок, воздействующих на организм человека.
4. Перечислите показатели тяжести трудового процесса.
5. Понятие о работоспособности.
6. Перечислите фазы работоспособности.
7. Характеристика утомления при физических нагрузках.
8. Причины развития утомления при воздействии физических нагрузок.
9. Профилактика и лечение утомления.
10. Характеристика переутомления от физических нагрузок.
11. Стадии переутомления.
12. Профилактика и лечение переутомления.

Тема 7. Физиолого-гигиеническая характеристика напряженности трудового процесса и его влияние на организм

Цель занятия – сформировать представления о функциональных изменениях в организме человека при производственной психо-эмоциональной нагрузке.

Задачи занятия:

- изучить показатели напряженности труда;
- изучить воздействие психо-эмоциональных нагрузок на организм человека.

Требования к уровню освоения занятия:

необходимо знать:

- характеристики напряженности труда;
- возможные нарушения протекания физиологических процессов в нервной системе организма;
- изменения в сенсорных системах организма, направленные на обеспечение безопасности жизнедеятельности.

необходимо уметь оценивать и объяснять:

- воздействие психо-эмоциональной нагрузки на организм работника;
- функциональные изменения в организме работников при определенной напряженности трудового процесса.

приобрести навыки:

- по оценке уровня функционирования ЦНС, анализаторов сенсорных систем организма.

Напряженность труда — характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу труда. При этом напряженность можно оценивать по изменению уровня функционирования ЦНС, анализаторов. Напряженность труда характеризуется объемом воспринимаемой информации и определяется степенью напряжения внимания, плотностью поступающих сигналов, состоянием анализаторных систем, эмоциональным напряжением.

Факторы, характеризующие напряженность труда: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, монотонность нагрузок, режим работы.

Интенсивный труд сопровождается развитием утомления, и даже переутомления, что вызывает снижение работоспособности и увеличивает вероятность совершения ошибок, в том числе приводящих к авариям при управлении сложными системами или транспортными средствами. Состояние хронического переутомления приводит к перенапряжению адаптационных систем организма человека и способствует преждевременному появлению многих профессиональных и производственно обусловленных заболеваний.

Физиологическая система – это постоянная совокупность различных органов, объединенных общей функцией, зависящей от: 1) обмена веществ; 2) обмена энергии; 3) обмена информации.

Функциональная система – временная совокупность органов, которые принадлежат разным анатомическим и физиологическим структурам, но обеспечивают выполнение особых форм физиологической деятельности и обладают рядом свойств: 1) саморегуляцией; 2) динамичностью (распадается только после достижения желаемого результата); 3) наличием обратной связи. Благодаря присутствию в организме таких систем он может работать как единое целое, используя весь потенциал физиологических свойств нервных волокон: 1) возбудимость – способность приходить в состояние возбуждения в ответ на раздражение; 2) проводимость – способность передавать нервные возбуждения в виде потенциала действия от места раздражения по всей длине; 3) рефрактерность (устойчивость) – свойство временно резко снижать возбудимость в процессе возбуждения. Нервная ткань имеет самый короткий рефрактерный период. Значение рефрактерности – предохранять ткань от перевозбуждения, осуществляет ответную реакцию на биологически значимый раздражитель; 4) лабильность – способность реагировать на раздражение с определенной скоростью. Лабильность характеризуется максимальным числом импульсов возбуждения за определенный период времени (1 с) в точном соответствии с ритмом

наносимых раздражений.

Функциональная система состоит из: 1. Центрального звена – нервные центры, которые возбуждаются для достижения полезного приспособительного результата; 2. Исполнительного звена – внутренние органы; 3. Обратная связь; 4. Полезная приспособительная реакция.

Выделяют следующие стадии формирования и деятельности функциональных систем: 1. - афферентного синтеза; 2. - принятия решения; 3. – формирования акцептора результата действия; 4. – действие; 5. – результат действия; 6. – обратной афферентации; 7. – сопоставление полученного результата с эталоном.

Основные свойства функциональных систем состоят в следующем: 1. Динамичность – функциональная система временное образование, формируется в процессе жизнедеятельности в соответствии с преобладающими потребностями организма. 2. Саморегуляция – функциональная система обеспечивает поддержание на постоянном уровне констант организма.

Согласно учению И. П. Павлова, индивидуальные особенности поведения, динамика протекания психической деятельности зависят от индивидуальных различий в деятельности нервной системы. Основой же индивидуальных различий в нервной деятельности является проявление и соотношение свойств двух основных нервных процессов - возбуждения и торможения. Были установлены три свойства процессов возбуждения и торможения:

- 1) сила процессов возбуждения и торможения,
- 2) уравновешенность процессов возбуждения и торможения,
- 3) подвижность (сменяемость) процессов возбуждения и торможения.

Исходя из этих основных признаков, И.П. Павлов в результате своих исследований методом условных рефлексов пришел к определению четырех основных типов нервной системы.

Комбинации указанных свойств нервных процессов возбуждения и торможения были положены в основу определения типа высшей нервной деятельности. В зависимости от сочетания силы, подвижности и уравновешенности

процессов возбуждения и торможения различают четыре основных типа высшей нервной деятельности.

Слабый тип. Представители слабого типа нервной системы не могут выдерживать сильные, длительные и концентрированные раздражители. Слабыми являются процессы торможения и возбуждения. При действии сильных раздражителей задерживается выработка условных рефлексов. Наряду с этим отмечается высокая чувствительность (т.е. низкий порог) на действия раздражителей.

Сильный неуравновешенный тип. Отличаясь сильной нервной системой, он характеризуется неуравновешенностью основных нервных процессов - преобладанием процессов возбуждения над процессами торможения.

Сильный уравновешенный подвижный тип. Процессы торможения и возбуждения сильны и уравновешены, но быстрота, подвижность их, быстрая сменяемость нервных процессов ведут к относительной неустойчивости нервных связей.

Сильный уравновешенный инертный тип. Сильные и уравновешенные нервные процессы отличаются малой подвижностью. Представители этого типа внешне всегда спокойны, ровны, трудно возбудимы.

Тип высшей нервной деятельности относится к природным высшим данным, это врожденное свойство нервной системы. На данной физиологической основе могут образоваться различные системы условных связей, т. е. в процессе жизни эти условные связи будут различно формироваться у разных людей: в этом и будет проявляться тип высшей нервной деятельности. Темперамент и есть проявление типа высшей нервной деятельности в деятельности, поведении человека.

Особенности психической деятельности человека, определяющие его поступки, поведение, привычки, интересы, знания, формируются в процессе индивидуальной жизни человека, в процессе воспитания. Тип высшей нервной деятельности придает своеобразие поведению человека, накладывает характерный отпечаток на весь облик человека - определяет подвижность его психи-

ческих процессов, их устойчивость, но не определяет ни поведения, ни поступков человека, ни его убеждений, ни моральных устоев.

Эмоциональный стресс в настоящее время считается одним из ведущих факторов, вызывающих нарушение здоровья человека. По оценкам некоторых экспертов, с этим явлением так или иначе связаны 70% всех встречающихся заболеваний. Под эмоциональным стрессом понимают «общую системную реакцию организма, развивающуюся на действия стресс-факторов», причем у человека все эмоционально значимые ситуации опосредуются через его личностные особенности и тип высшей нервной деятельности.

Важным показателем состояния организма является работоспособность, которая зависит от возраста, состояния здоровья, моральных и материальных стимулов. В течение рабочего дня она меняется, имея три периода: 1 – период вработывания, или вхождения в работу, (0,5 - 1,5 часа), имеет низкие показатели работоспособности. 2 – период устойчивого сохранения работоспособности (2 - 2,5 часа). 3 – период снижения работоспособности в результате утомления.

Физиологическое напряжение организма в процессе трудовой деятельности через некоторое время после начала работы вызывает появление признаков утомления – состояние, сопровождающееся чувством усталости, снижением работоспособности, ухудшением количественных и качественных показателей работы.

Утомление по своей биологической сущности – нормальный физиологический процесс, который выполняет определённую защитную функцию в организме, предохраняя его от перенапряжения и возможного в связи с этим повреждения. Если человек возобновляет работу на фоне медленно развивающегося утомления, то это приводит к переутомлению, к хроническому утомлению, явления которого не проходят за обычный период отдыха.

Для снижения утомления и повышения работоспособности используют следующие эффективные методы: рациональная организация рабочего места и времени; рациональный режим труда и отдыха; производственная гимнастика; комнаты психофизиологической разгрузки.

Для поддержания высокого уровня работоспособности при умственном труде необходимо соблюдать ряд условий. Постепенное вхождение в работу после сна или летнего отдыха обеспечивает последовательное включение физиологических механизмов, определяющих высокий уровень работоспособности. Необходимо соблюдать определенный ритм работы, что способствует выработке навыков и замедляет развитие утомления. Соблюдение привычной последовательности и систематичности в работе обеспечивает более длительное сохранение рабочего динамического стереотипа. Правильное чередование умственного труда и отдыха, чередование умственного труда с физическим предупреждает развитие утомления, повышает работоспособность. Высокая работоспособность сохраняется и при систематических физических упражнениях при умственном труде. Хорошим отдыхом не только для глаз, но и для головного мозга, является закрытие глаз на несколько минут, глубокое ритмичное дыхание, умеренная мышечная нагрузка в паузах, длительный, спокойный сон.

Таблица 20

Показатели напряженности трудового процесса

Показатели напряженности трудового процесса	Виды напряженности труда			
	Напряженность труда легкой степени	Напряженность труда средней степени	Напряженный труд	
			1 степени	2 степени
1. Интеллектуальные нагрузки:				
1.1. Содержание работы	Отсутствует необходимость принятия решения	Решение простых задач по инструкции	Решение сложных задач с выбором по известным алгоритмам (работа по серии инструкций)	Эвристическая (творческая) деятельность, требующая решения алгоритма, единоличное руководство в сложных ситуациях
1.2. Восприятие сигналов (информации) и их оценка	Восприятие сигналов, но не требуется коррекция действий	Восприятие сигналов с последующей коррекцией действий и операций	Восприятие сигналов с последующим сопоставлением фактических значений параметров с их номинальными значе-	Восприятие сигналов с последующей комплексной оценкой связанных параметров. Комплексная

			ниями. Заключительная оценка фактических значений параметров	оценка всей производственной деятельности
1.3. Распределение функций по степени сложности задания	Обработка и выполнение задания	Обработка, выполнение задания и его проверка	Обработка, проверка и контроль за выполнением задания	Контроль и предварительная работа по распределению заданий другим лицам.
1.4. Характер выполняемой работы	Работа по индивидуальному плану	Работа по установленному графику с возможной его коррекцией по ходу деятельности	Работа в условиях дефицита времени	Работа в условиях дефицита времени и информации с повышенной ответственностью за конечный результат
2. Сенсорные нагрузки				
2.1. Длительность сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	до 25	26 – 50	51 – 75	более 75
2.2. Плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в среднем за 1 час работы	до 75	76 – 175	176 – 300	более 300
2.3. Число производственных объектов одновременного наблюдения	до 5	6 – 10	11 – 25	более 25
2.4. Размер объекта различия (при расстоянии от глаз работающего до объекта различия не более 0,5 м) в мм при длительности сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	более 5 мм - 100%	5 - 1,1 мм - более 50 %; 1 - 0,3 мм - до 50 %; менее 0,3 мм - до 25 %	1 - 0,3 мм - более 50 %; менее 0,3 мм - 26 - 50 %	менее 0,3 мм - более 50 %
2.5. Работа с оптическими приборами (микроскопы, лупы и т.п.) при длительности сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	до 25	26 – 50	51 – 75	более 75

2.6. Наблюдение за экранами видеотерминалов (часов в смену): при буквенно-цифровом типе отображения информации: при графическом типе отображения информации:	до 2	до 3	до 4	более 4
	до 3	до 5	до 6	более 6
2.7. Нагрузка на слуховой анализатор (при производственной необходимости восприятия речи или дифференцированных сигналов)	Разборчивость слов и сигналов от 100 до 90 %. Помехи отсутствуют	Разборчивость слов и сигналов от 90 до 70 %. Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 3,5 м	Разборчивость слов и сигналов от 70 до 50 %. Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 2 м	Разборчивость слов и сигналов менее 50 % Имеются помехи, на фоне которых речь слышна на расстоянии до 1,5 м
2.8. Нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю)	до 16	до 20	до 25	более 25
3. Эмоциональные нагрузки				
3.1. Степень ответственности за результат собственной деятельности. Значимость ошибки	Несет ответственность за выполнение отдельных элементов заданий. Влечет за собой дополнительные усилия в работе со стороны работника	Несет ответственность за функциональное качество вспомогательных работ (заданий). Влечет за собой дополнительные усилия со стороны вышестоящего руководства (бригадира, мастера и т.п.)	Несет ответственность за функциональное качество основной работы (задания). Влечет за собой исправления за счет дополнительных усилий всего коллектива (группы, бригады и т.п.)	Несет ответственность за функциональное качество конечной продукции, работы, задания. Влечет за собой повреждение оборудования, остановку технологического процесса и может возникнуть опасность для жизни
3.2. Степень риска для собственной жизни	Исключена			Вероятна
3.3. Степень ответственности за безопасность других лиц	Исключена			Возможна
3.4. Количество конфликтных ситуаций, обусловленных профессиональной дея-	Отсутствуют	1 – 3	4 – 8	Более 8

тельность, за смену				
4. Монотонность нагрузок				
4.1. Число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или в многократно повторяющихся операциях	более 10	9 – 6	5 – 3	менее 3
4.2. Продолжительность (в сек) выполнения простых заданий или повторяющихся операций	более 100	100 – 25	24 – 10	менее 10
4.3. Время активных действий (в % к продолжительности смены). В остальное время – наблюдение за ходом производственного процесса	20 и более	19 – 10	9 – 5	менее 5
4.4. Монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения за ходом техпроцесса в % от времени смены)	менее 75	76–80	81–90	более 90
5. Режим работы				
5.1. Фактическая продолжительность рабочего дня	6 – 7 ч	8 – 9 ч	10 – 12 ч	более 12 ч
5.2. Сменность работы	Односменная работа (без ночной смены)	Двухсменная работа (без ночной смены)	Трёхсменная работа (работа в ночную смену)	Нерегулярная сменность с работой в ночное время
5.3. Наличие регламентированных перерывов и их продолжительность	Перерывы регламентированы, достаточной продолжительности: 7 % и более рабочего времени	Перерывы регламентированы, недостаточной продолжительности: от 3 до 7% рабочего времени	Перерывы не регламентированы и недостаточной продолжительности: до 3 % рабочего времени	Перерывы отсутствуют

Методика оценки напряженности трудового процесса [35]

Оценка напряженности труда профессиональной группы работников основана на анализе трудовой деятельности и ее структуры, которые изучаются путем хронометражных наблюдений в динамике всего рабочего дня, в течение не менее одной недели. Анализ основан на учете всего комплекса производственных факторов (стимулов, раздражителей), создающих предпосылки для

возникновения неблагоприятных нервно-эмоциональных состояний (перенапряжения). Все факторы (показатели) трудового процесса имеют качественную или количественную выраженность и сгруппированы по видам нагрузок: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные, монотонные, режимные нагрузки (Табл.20). В случае применения оценочного критерия «простота - сложность решаемых задач» можно воспользоваться таблицей 21, где приведены некоторые характерные признаки простых и сложных задач.

Таблица 21

Некоторые признаки сложности решаемых задач

Простые задачи	Сложные задачи
1. Не требуют рассуждений	1. Требуют рассуждений
2. Имеют ясно сформулированную цель	2. Цель сформулирована только в общем (например, руководство работой бригады)
3. Отсутствует необходимость построения внутренних представлений о внешних событиях	3. Необходимо построение внутренних представлений о внешних событиях
4. План решения всей задачи содержится в инструкции (инструкциях)	4. Решение всей задачи необходимо планировать
5. Задача может включать несколько подзадач, не связанных между собой или связанных только последовательностью действий. Информация, полученная при решении подзадачи, не анализируется и не используется при решении другой подзадачи	5. Задача всегда включает решение связанных логически подзадач, а информация, полученная при решении каждой подзадачи, анализируется и учитывается при решении следующей подзадачи

Определение сенсорных нагрузок

Деятельность любой сенсорной системы начинается с восприятия рецепторами внешней для мозга физической и химической энергии, трансформации ее в нервные импульсы и передачи их в мозг через цепи нейронов, образующих

ряд уровней.

Рецепторам принадлежит важнейшая роль в получении организмом информации о внешней и внутренней средах. Процесс передачи сенсорного сообщения сопровождается многократным преобразованием и завершается опознаванием образа, т.е. анализом и синтезом. После этого происходит выбор ответной реакции организма. Без информации, поступающей в головной мозг, невозможно осуществление простых и сложных рефлекторных реакций, включая, психическую деятельность человека.

Для изучения сенсорных систем используют электрофизиологические, нейрхимические, поведенческие и морфологические исследования на животных, психофизиологический анализ восприятия у здорового и больного человека, методы картирования его мозга. Сенсорные функции также моделируют и протезируют.

Моделирование сенсорных функций позволяет изучать на биофизических или компьютерных моделях такие функции и свойства сенсорных систем, которые пока недоступны для экспериментальных методов. Протезирование сенсорных функций практически проверяет истинность наших знаний о них. Примером могут быть электро-фосфеновые зрительные протезы, которые восстанавливают зрительное восприятие у слепых людей разными сочетаниями точечных электрических раздражений зрительной области коры большого мозга.

Основными принципами построения сенсорных систем человека являются следующие: 1) наличие нескольких слоев нервных клеток от рецепторов до нейронов в моторных областях коры головного мозга. Это свойство позволяет организму быстро реагировать на простые сигналы, анализируемые уже на первых уровнях сенсорной системы. 2) наличие в каждом слое множества нервных клеток, связанных с клетками следующего слоя, что обеспечивает сенсорной системе точность анализа сигналов. 3) разное число элементов в соседних слоях, что формирует так называемые «сенсорные воронки», которые подразделяются на «суживающиеся и «расширяющиеся воронки». Физиологи-

ческий смысл «суживающейся воронки» заключается в уменьшении избыточности информации, а «расширяющейся» — в обеспечениидробного и сложного анализа разных признаков сигнала.

Сенсорная система выполняет следующие основные функции: 1) обнаружение; 2) различение; 3) передачу и преобразование; 4) кодирование; 5) детектирование признаков; 6) опознание образов. Обнаружение и первичное различение сигналов обеспечивается рецепторами, а детектирование и опознание сигналов — нейронами коры больших полушарий. Передачу, преобразование и кодирование сигналов осуществляют нейроны всех слоев сенсорных систем, а переработку осуществляют процессы возбуждательного и тормозного межнейронного взаимодействия. Совокупность рецепторов, сигналы которых поступают на данный нейрон, называют его рецептивным полем.

Взаимодействие сенсорных систем осуществляется на спинальном, ретикулярном, таламическом и корковом уровнях. Особенно широка интеграция сигналов в ретикулярной формации. В коре большого мозга происходит интеграция сигналов высшего порядка.

Зрительная система дает мозгу более 90% сенсорной информации.

Слуховая система — как средство межличностного общения, а слуховые рецепторы, находящиеся в улитке внутреннего уха активируют первые слуховые нейроны, после чего сенсорная информация передается в слуховую область коры мозга через ряд последовательных отделов, которых особенно много в слуховой системе.

Вестибулярная система играет наряду со зрительной и соматосенсорной системами ведущую роль в пространственной ориентировке человека.

Соматосенсорная система включает систему кожной чувствительности и чувствительную систему скелетно-мышечного аппарата.

Обонятельная рецепторная клетка способна ответить физиологическим возбуждением на характерный для нее, хотя и широкий, спектр пахучих веществ.

Вкус, так же как и обоняние, основан на хеморецепции. Вкусовые рецепторы несут информацию о характере и концентрации веществ, поступающих в рот. Их возбуждение запускает сложную цепь реакций разных отделов мозга, приводящих к различной работе органов пищеварения или к удалению вредных для организма веществ, попавших в рот с пищей.

Большая роль в жизнедеятельности организма принадлежит висцеральной, или интерорецептивной, сенсорной системе. Она воспринимает изменения внутренней среды организма и поставляет центральной и автономной нервной системе информацию, необходимую для рефлекторной регуляции работы всех внутренних органов.

Одним из основных элементарных актов высшей нервной деятельности является условный рефлекс.

Несмотря на определенные индивидуальные различия, условные рефлексы характеризуются следующими общими свойствами (признаками):

1. Все условные рефлексы представляют собой одну из форм приспособительных реакций организма к меняющимся условиям среды.

2. Условные рефлексы относятся к категории приобретаемых в ходе индивидуальной жизни рефлекторных реакций и отличаются индивидуальной специфичностью.

3. Все виды условно-рефлекторной деятельности носят сигнальный предупредительный характер.

4. Условно-рефлекторные реакции образуются на базе безусловных рефлексов; без подкрепления условные рефлексы со временем ослабевают, подавляются.

Таблица 22

Оценка конкретной выполненной работы, по показателям напряженности
трудового процесса за один день.

Профессия: _____

Краткое описание выполняемой работы: _____

Показатели	Оценка конкретной выполненной работы по видам труда
------------	---

		(см. Табл. 20)
1. Интеллектуальные нагрузки		
1.1	Содержание работы	
1.2	Восприятие сигналов и их оценка	
1.3	Распределение функции по степени сложности задания	
1.4	Характер выполняемой работы	
Общая оценка интеллектуальных нагрузок		
2. Сенсорные нагрузки		
2.1	Длительность сосредоточенного наблюдения	
2.2	Плотность сигналов за 1 час работы	
2.3	Число объектов одновременного наблюдения	
2.4	Размер объекта различения при длительности сосредоточенного внимания	
2.5	Работа с оптическими приборами при длительности сосредоточенного наблюдения	
2.6	Наблюдение за экраном видеотерминала	
2.7	Нагрузка на слуховой анализатор	
2.8	Нагрузка на голосовой аппарат	
Общая оценка сенсорных нагрузок		
3. Эмоциональные нагрузки		
3.1	Степень ответственности за результат собственной деятельности. Значимость ошибки.	
3.2	Степень риска для собственной жизни	
3.3	Ответственность за безопасность других лиц	
3.4	Количество конфликтных производственных ситуаций за смену	
Общая оценка эмоциональных нагрузок		
4. Монотонность нагрузок		
4.1	Число элементов, необходимых для реализации простого задания или многократно повторяющихся операций	
4.2	Продолжительность выполнения простых заданий или повторяющихся операций	
4.3	Время активных действий	
4.4	Монотонность производственной об-	

	становки	
Общая оценка монотонных нагрузок		
5. Режим работы		
5.1	Фактическая продолжительность рабочего дня	
5.2	Сменность работы	
5.3	Наличие регламентированных перерывов и их продолжительность	
Общая оценка режима работы		
Общая оценка напряженности труда (по Табл. 20)		

Задания и порядок выполнения практической работы

1. Ознакомиться с показателями напряженности трудового процесса.
Составить таблицу по образцу (Табл.22).
2. Записать в составленную таблицу конкретно - выполненную работу за любой день рабочей недели (начиная с Пн. по Пт. включительно).
3. Провести оценку выполненной работы за день по напряженности труда по всем показателям напряженности трудового процесса (Табл.20).
4. Определить показатель напряженности трудового процесса, который оказывает наибольшее влияние на состояние здоровья, на развитие утомления.
5. Предложить комплекс оздоровительных мероприятий по сохранению здоровья (в первую очередь медико-профилактические мероприятия).

Контрольные вопросы

1. Характеристика анализаторов высшей нервной деятельности.
2. Сенсорное и сенсомоторное поле.
3. Характеристика показателей напряженности труда.
4. Характеристика физиологических и функциональных систем организма.
5. Заболевания, связанные с нарушением работы высшей нервной деятельности.
6. Характеристика методов оценки напряженности труда.
7. Механизмы действия напряженности труда на организм человека.

Тема 8. Оценка влияния производственного шума на организм человека

Цель занятия – сформировать представления о медико-биологических особенностях воздействия акустических колебаний (шума) на организм человека.

Задачи занятия:

- изучить механизм действия шума на организм человека;
- ознакомиться с методами оценки состояния органа слуха у человека.

Требования к уровню освоения занятия:

необходимо знать:

- основные симптомы профессионального заболевания от воздействия шума – шумовой болезни;
- механизм развития шумовой болезни.

необходимо уметь оценивать и объяснять:

- функциональные изменения в организме работников при воздействии шума.

приобрести навыки:

- по оценке состояния здоровья при шумовом воздействии;
- по применению метода шепотной акуметрии по оценке органа слуха для предотвращения развития шумовой болезни.

Задания и порядок выполнения практической работы

1. Записать в рабочей тетради методы оценки состояния органа слуха, дать пояснения.
2. Провести оценку состояния органа слуха методом шепотной акуметрии:
 - 2.1. на высокой и средней частотных характеристиках шумового воздействия;
 - 2.2. на низкой частоте шумового воздействия;
 - 2.3. Полученные данные занести в рабочую тетрадь и написать заключение о состоянии органа слуха по результатам оценки.

3. Провести тест по выявлению аггравации нарушения слуха у работников.

4. По результатам всех выполненных заданий составить ситуационную задачу, в которой акцентировать внимание на моментах, когда может развиваться профессиональное заболевание – шумовая болезнь.

Действие шума на организм. По физической сущности шум представляет собой волнообразно распространяющиеся механические колебательные движения частиц упругой (газовой, жидкой или твердой) среды. Шум может быть механический (удары, колебания отдельных деталей и оборудования в целом); аэродинамический (шум газов или воздуха); гидродинамический (шум, возникающий при движении воды или других жидкостей); электромагнитный (возникает при работе силовых трансформаторов).

Источниками шума могут быть: двигатели, насосы, компрессоры, турбины, пневматические инструменты, молоты, дробилки, станки и прочие установки, имеющие движущиеся детали. Кроме того, возросла интенсивность шума в быту за счет интенсивного движения общественного транспорта, строительства многоэтажных домов с лифтами и мусоропроводами, насыщения квартир электробытовыми приборами (кухонные фильтры, овощерезки, стиральные машины, пылесосы, фены).

Так под влиянием производственного шума у рабочих ряда профессий (котельщики, клепальщики, кузнецы) появляются стойкие морфологические изменения в органе слуха.

Физические характеристики шума это интенсивность звука - J , [Вт/м²], звуковое давление - P , [Па], частота - f , [Гц]. Интенсивность - количество энергии, переносимое звуковой волной за 1 секунду через площадь в 1 м², перпендикулярно распространению звуковой волны. Звуковое давление - дополнительное давление воздуха, которое возникает при прохождении через него звуковой волны.

Шум — один из наиболее распространенных неблагоприятных физических факторов окружающей среды, приобретающих важное социально-

гигиеническое значение, в связи с урбанизацией, а также механизацией и автоматизацией технологических процессов, дальнейшим развитием авиации, транспорта. Например, при запуске реактивных двигателей самолетов уровень шума колеблется от 120 до 140 дБ, при клепке и рубке листовой стали – от 118 до 130 дБ, работе деревообрабатывающих станков — от 100 до 120 дБ, ткацких станков — до 105 дБ; бытовой шум, связанный с жизнедеятельностью людей, составляет 45 – 60 дБ.

Шум – это звуки, мешающие восприятию полезных звуков или нарушающие тишину, а также звуки, оказывающие вредное или раздражающее действие на организм человека. Продолжительный интенсивный шум неблагоприятно действует на организм человека и является причиной профессиональных заболеваний. При работе в условиях повышенного уровня шума снижается производительность труда. При этом снижается внимание, замедляется реакция работника на внешние раздражители, что замедляет восприятие полезных сигналов, в том числе информацию об опасных для жизни человека факторах окружающей производственной среды.

Слух представляет собой функцию организма, которая неразрывно связана по своему происхождению со звуком. При этом звуком называют регулярные периодические колебания, а шумом – не периодические, случайные колебательные процессы.

Интенсивность, или сила, звука представляет собой энергию, переносимую звуковой волной через единицу площади в единицу времени. Однако прямое измерение интенсивности связано с определенными трудностями, и при решении практических задач в качестве измеряемого параметра звукового поля обычно выбирают звуковое давление. Звуковое давление характеризует силу, действующую на площадь, расположенную перпендикулярно движению частиц.

Минимальное давление звука, которое способно воспринимать человеческое ухо, составляет $2 \cdot 10^{-5}$ Н/м². Уровень звука при разговоре составляет при-

мерно $0,1 \text{ Н/м}^2$, а звук, вызывающий болевое ощущение, соответствует давлению 30 Н/м^2 .

Вместо абсолютных значений звукового давления часто используют понятие уровня звукового давления (L). Его выражают в децибелах (дБ) следующим образом: $L = 20 \lg(P/P_0)$, где P — среднее квадратичное значение звукового давления; P_0 — порог слышимости человека равный $2 \cdot 10^{-5} \text{ Н/м}^2$ (относительный нуль).

С физиологических позиций, звук – это ощущение, возникающие в ухе человека под действием изменения давления частиц упругой среды. Ухо человека может воспринимать и анализировать звуки в широком диапазоне частот. Частотные диапазоны слышимых человеком звуков охватывают область от 16 Гц до 20 кГц (менее 16 Гц – инфразвук, который вызывает утомление, чувство страха, головные боли и головокружения, снижает остроту зрения, более 20 кГц ультразвук, воздействие которого на организм человека выражается в нарушении деятельности центральной нервной системы, снижении болевой чувствительности, изменении давления, состава и свойств крови). Любой шум характеризуется спектром, т. е. совокупностью входящих в него частот. По этому показателю различают шумы широкополосные, включающие почти все частоты звукового диапазона, и узкополосные (тональные), большая часть энергии которых сосредоточена на одной частоте.

Интенсивность звука субъективно ощущается как громкость. Минимальная величина звуковой энергии, воспринимаемая ухом как звук, называется порогом слышимости и составляет $10 - 12 \text{ Вт/м}^2$, максимальная энергия при которой звук уже болевые ощущения, называется болевым порогом и составляет 102 Вт/м^2 (Рис. 1). Увеличение силы звука вызывает повышение его громкости, но возрастание громкости происходит медленнее (ступенчато), чем увеличение звукового давления. Так увеличение интенсивности звука в 10 раз субъективно воспринимается как звук, в 2 раза более громкий, что позволило весь диапазон звуковой энергии (от $10 - 12 \text{ Вт/м}^2$ до 102 Вт/м^2) разделить на 14 сту-

пеней, каждая из которых больше предыдущей в 10 раз, т. е. между силой звука и громкостью существует логарифмическая зависимость.

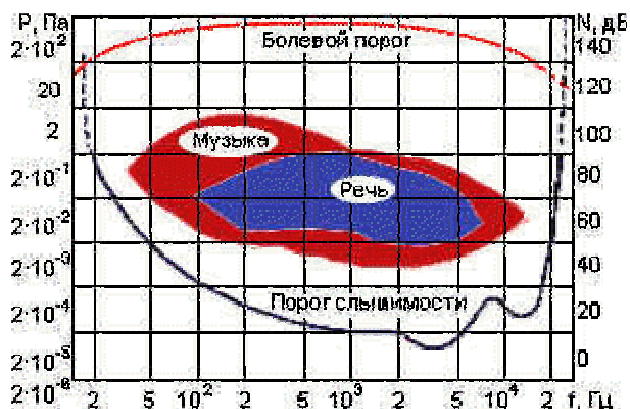


Рис. 1. Кривые, ограничивающие область слышимости

Например, если интенсивность звука больше другого в 10, в 100, в 1000 раз, то по логарифмической шкале она соответствует увеличению на 1,2,3 единицы, и такая единица в акустике называется белом (Б), а ее десятая часть – децибелом (дБ). Преимуществом логарифмической шкалы измерений является также и удобство ее использования.

По временным характеристикам шумы подразделяются на постоянные, уровень звука которых за рабочий день изменяется не более чем на 5 дБ (А) и непостоянные, уровень которых за смену изменяется более чем на 5 дБ (А). Непостоянные, в свою очередь, разделяются на: – колеблющиеся, уровень звука которых непрерывно меняется во времени; – прерывистые, уровень звука которых ступенчато изменяется более чем на 5 дБ (А), причем длительность интервалов, в течение которого уровень остается постоянным, не менее 1 сек.; – импульсные, состоящие из одного или нескольких сигналов, каждый из которых длительностью менее 1 сек., при этом уровень звука отличается один от другого более чем на 7 дБ (А).

По частотной характеристике различают шумы: низкочастотные (16-350 Гц); среднечастотные (350-800 Гц); высокочастотные (более 800 Гц).

Под воздействием шума в организме работающих появляются многообразные патологические изменения, степень выраженности которых зависит от соотношения указанных выше факторов.

Различают пять ступеней действия шума на организм человека в зависимости от уровня звукового давления.

Первая ступень действия шума, если уровень звукового давления ниже порога слышимости, что соответствует полной тишине, при этом человек ощущает психологический дискомфорт. Он невольно прислушивается к шуму своего дыхания, процесса пищеварения.

Вторая ступень действия шума, обычно человека окружает нормальный, привычный для него шумовой фон (15 – 35 дБ) с уровнями звукового давления на средних частотах. Такой шум необходим для протекания нормальных процессов жизнедеятельности.

Третья, психологическая, область действия шума, наступает при увеличении уровня звукового давления до 40—70 дБ. Этот шум, если он не контролируется и несет при этом определенную информацию, оказывает раздражающее действие, не изменяя функций органа слуха, и не мешает восприятию полезных сигналов. Он может снизить производительность умственного труда, ухудшить самочувствие. Примером такого шума являются мешающая музыка, звук радио, разговор, шум санитарно-технического, инженерного оборудования зданий.

Четвертая ступень действия шума, уровни звуковых давлений 75—120 дБ, характерные для производственных и транспортных шумов, производят неблагоприятное физиологическое действие. В этом случае значительно раньше, чем орган слуха, поражается центральная нервная и сердечно-сосудистая системы. Работники, подвергающиеся воздействию такого шума, часто жалуются на раздражительность, головные боли, снижение внимания и памяти, сонливость, повышенную утомляемость, нарушения сна, головокружение. Эти работники чаще болеют гипертонической болезнью, язвенной болезнью, колитами и гастритами, неврозами. У них быстрее развивается профессиональное заболевание шумовая болезнь, которая проявляется в виде развития симптома – тугоухости.

Пятая ступень действия шума, постоянный шум с уровнями звукового давления более 120 дБ, а также импульсный шум с уровнями, превышающими 150 дБ при длительности воздействия 100 мс и 160 дБ при длительности воздействия 5 мс, могут привести к акустической травме в виде значительного понижения слуха. При постоянном шуме с уровнями 170 дБ и выше и импульсном шуме с уровнями 180 дБ и выше может наступить контузия, и даже смерть.

Понижение слуха у рабочих, имеющих контакт с производственным шумом может наступить на любом этапе работы, в зависимости от уровней интенсивности действия шума, стажа работы, тяжести и напряженности труда и эти показатели будут превышать ПДУ их воздействия на организм (Табл. 23).

Таблица 23

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

Категория напряженности	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	-	-	-

Примечания:

для тонального и импульсного шума ПДУ на 5 дБА меньше значений, указанных в табл. 1;

для шума, создаваемого в помещениях установками кондиционирования воздуха, вентиляции и воздушного отопления - на 5 дБА меньше фактических уровней шума в помещениях (измеренных или рассчитанных), если последние не превышают значений табл.

1 (поправка для тонального и импульсного шума при этом не учитывается), в противном случае - на 5 дБА меньше значений, указанных в табл. 1;

дополнительно для колеблющегося во времени и прерывистого шума максимальный уровень звука не должен превышать 110 дБА, а для импульсного шума - 125 дБА.

Обычно различают острую, подострую, и хроническую формы профессионального поражения слуха вследствие воздействия производственного шума.

Острая форма встречается довольно редко и, главным образом, при взрывах, выстрелах или неожиданном воздействии сверхмощных звуков или шумов. При этом происходят повреждение и гибель кортиева органа, разрыв барабанных перепонки, повреждением кровеносных сосудов, что приводит к появлению крови в ушах (кровоотечение).

Такая форма повреждения расценивается как острая акустическая травма. К подострой форме можно отнести тугоухость, которая развивается сравнительно быстро после повторных акустических раздражений или наступает после сравнительно недолгого воздействия производственного шума (Рис. 2). В развитии такой формы тугоухости имеет значение повышенная индивидуальная чувствительность к шуму.

Хроническая форма является обычной для профессионального понижения слуха. Формы и признаки хронической формы многообразны.

Неприятные субъективные ощущения в виде шума в ушах не всегда сопровождают профессиональную тугоухость, особенно на ранних ее стадиях. Далее, с продолжением работы в шумном производстве слуховая чувствительность понижается постепенно на всем диапазоне частот, в первую очередь, на 4000 Гц, затем 6000 Гц. Это так называемый положительный феномен «ускоренного нарастания громкости», который указывает на локализацию процесса в волосковых клетках кортиева органа. Эта начальная форма поражения слуховой функции может остаться незамеченной для рабочего, поскольку данные поражения не отражаются на восприятии речи, что следует учитывать при профилактических осмотрах рабочих шумных производств.

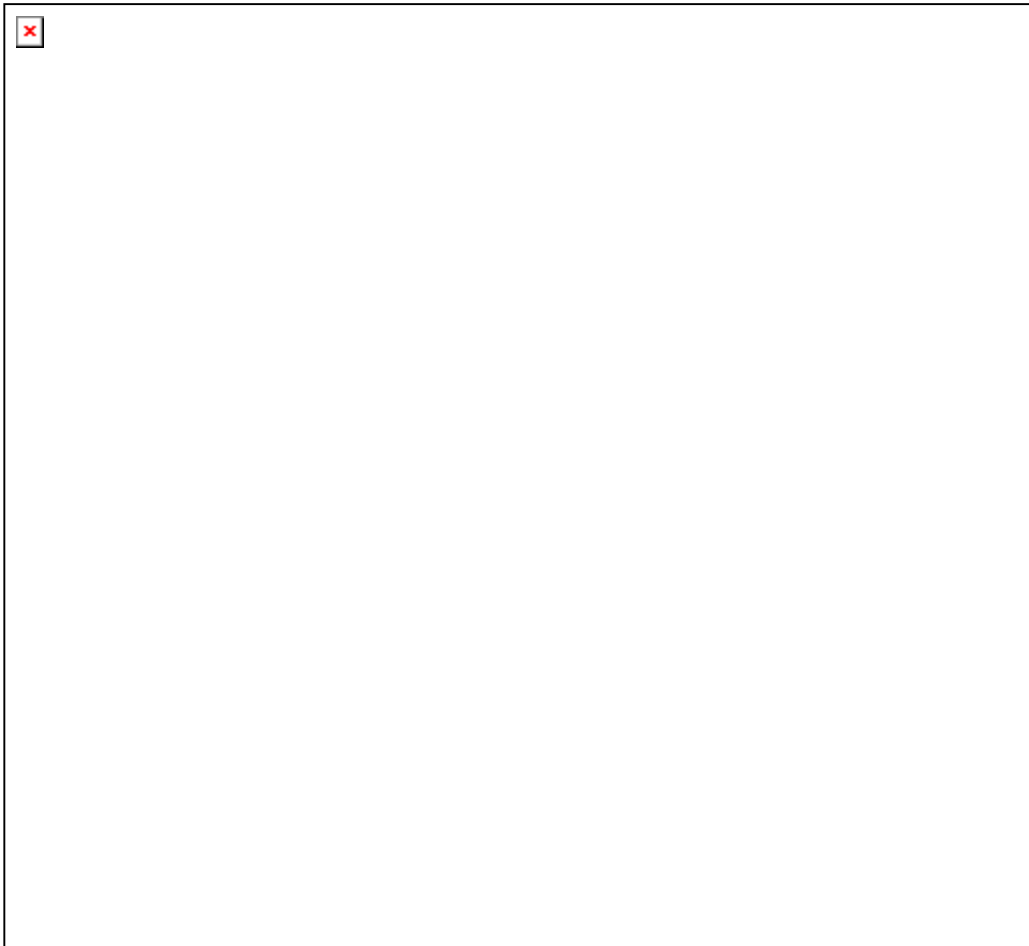


Рис. 2. Аудиограмма типичного сдвига порога слышимости после кратковременного воздействия шума.

На рисунке № 3 при равной громкости восприятия звука у лиц в разных возрастных группах отмечается снижение слуха.

Клинические проявления, возникающие под влиянием шума, делятся на специфические (изменения в органе слуха) и неспецифические (изменения в других органах и системах).

Диагноз шумовой болезни устанавливается на основании клинической картины: постепенного двустороннего снижения слуха по типу восходящего кохлеарного неврита (развивается нейросенсорная тугоухость). При данном заболевании отсутствуют видимые нарушения звукопроводящего аппарата (изменения барабанной перепонки, воспалительные изменения в среднем ухе). Также при постановке диагноза учитывают стаж работы в условиях воздействия интенсивного шума. На типовой аудиограмме (Рис. 4) приведены данные о снижении слуха в зависимости от стажа работы.

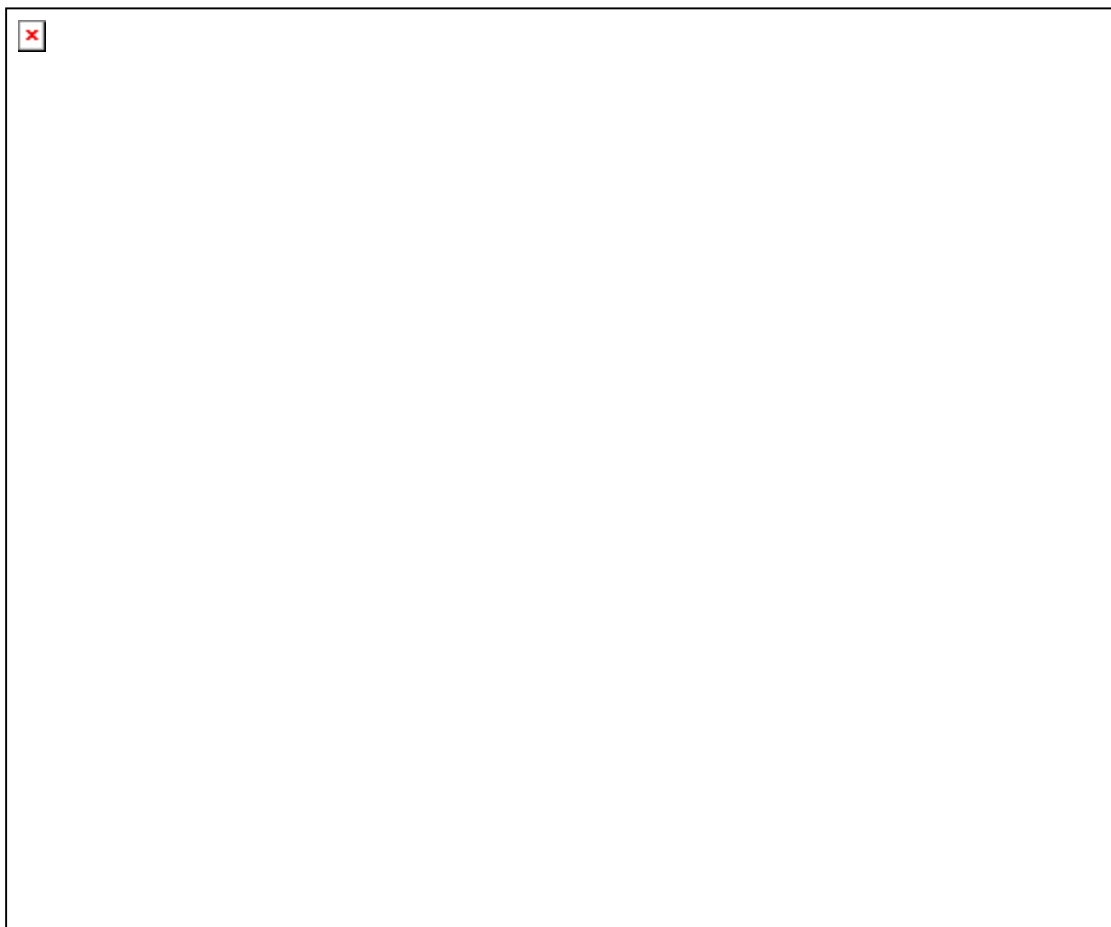


Рис. 3. Линии равной громкости для чистых тонов (для людей различных возрастов).

Диагностика начальных форм в ряде случаев бывает весьма затруднительна. Основные жалобы на понижение слуха и шум в ушах могут на ранних стадиях отсутствовать. Исследование слуховой функции на шепотную и разговорную речь могут не выявить снижение остроты слуха, так как 4000 и 6000 Гц не входят в зону речевых частот. В таких случаях особое значение приобретает исследование с использованием камертонов или аудиометров на частотах 125 4000 Гц.

При проведении массовых исследований (профессиональные медицинские осмотры) необходимо иметь два камертона (или малый аудиометр с 2-3 частотами, так называемый – аудиотестер). Там, где выявлено повышение слуховых порогов, этих лиц необходимо взять на более детальное обследование, то есть сделать аудиограмму на всем диапазоне частот.

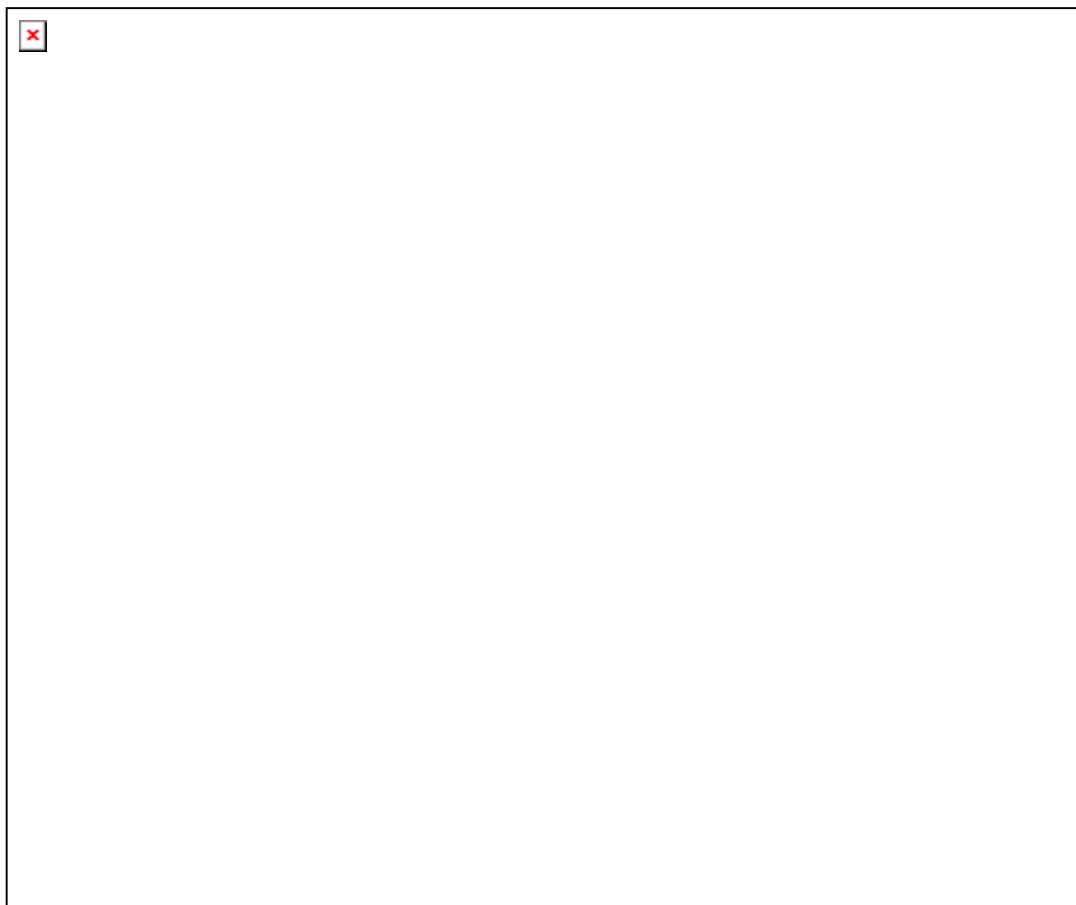


Рис. 4. Типичные аудиограммы, показывающие потерю слуха у ткачей.

Нейросенсорная тугоухость имеет следующие симптомы: субъективный шум в ушах различной высоты вследствие воспалительно-дегенеративного процесса и сосудистых нарушений понижение слуха, которое характеризуется плохим восприятием звуков, преимущественно высокой частоты, при воздушном и костном их проведении постоянный или периодический звон в ушах - значительно реже подавляющее большинство случаев нейросенсорной тугоухости протекает с вестибулярными нарушениями при наличии субъективных проявлений - системного головокружения, нарушения статики и координации, появлением тошноты или рвоты, однако в ряде случаев нарушение вестибулярной функции выявляется лишь при проведении специфического отоневрологического обследования

Профессиональная нейросенсорная тугоухость (ПНСТ) – хроническое заболевание, в возникновении которого решающая роль принадлежит воздействию неблагоприятного шумо-вибрационного фактора производственной среды и трудового процесса, превышающего ПДУ.

Для постановки диагноза профессиональная нейросенсорная тугоухость необходимо руководствоваться следующими данными: – объективная оценка уровней и спектра шума, воздействующих на рабочего; – частота поражения слуха у данной группы рабочих; – экспериментально-гистологические данные о воздействии шума на орган слуха подопытных животных.

Одной из отличительных черт тугоухости является тесная связь ее с возникновением речевых расстройств, поскольку слух и речь представляют собой единый процесс в речевом общении людей. При тугоухости, возникающей у человека, умеющего говорить, в дальнейшем развиваются расстройства речи в виде монотонности, неритмичности, т.к. тугоухость препятствуют контролю больного над собственным голосом.

При этом могут возникать начальные признаки проявления шумовой болезни: головная боль, чувства тяжести и шума в голове, которые возникают к концу рабочей смены или появляются после работы, головокружение при перемене положения тела, повышенную раздражительность, быструю утомляемость, снижение трудоспособности, внимания, повышенную потливость, особенно при волнениях, нарушение ритма сна (сонливость днем, тревожный ночной сон).

Шумовая болезнь проявляется в виде тугоухости, гипертонии (гипотонии), головных болях и других расстройствах, обусловленных длительным воздействием высоких уровней шума. Если восстановление слуховой чувствительности происходит за 2-3 мин, то это временное физиологическое приспособление органов слуха к воздействию шума, которое носит название слуховой адаптации. Однако длительное воздействие шума приводит к истощению адаптационной способности. При действии сильных звуков происходит рефлекторное сокращение мышцы, напрягающей барабанную перепонку, что в итоге приводит к хроническому утомлению слухового анализатора.

Через проводящие пути звукового анализатора воздействие шума достигает различных отделов головного мозга, где нарушает равновесие возбужденных и тормозных процессов в нервной системе, вызывает дисбаланс веге-

тативной регуляции функций. Под влиянием шума меняется рефлекторная активность, возникает выраженный астеновегетативный синдром с жалобами на потливость, апатию, раздражительность, ослабление памяти, снижение работоспособности.

Специальные исследования показали, что у людей при шумовых воздействиях появляется нарушение регуляции мозгового кровообращения, часто происходят спастические реакции сосудов головного мозга, понижается их реактивность по отношению к ацетилхолину и повышается к адреналину. Конечный эффект влияния шума на центральную нервную систему определяется как прямое воздействие на отдельные структуры мозга.

Под влиянием шума наступают изменения в органе зрения человека, вестибулярном аппарате; нарушаются функции желудочно-кишечного тракта; повышается внутричерепное давление; происходят нарушения в обменных процессах организма.

Особое место в патологии органа слуха занимают поражения, обусловленные воздействием сверх интенсивных шумов и звуков. Их кратковременное действие может вызвать полную гибель спирального органа и разрыв барабанной перепонки, сопровождающиеся чувством заложенности и резкой болью в ушах. Исходом баротравмы нередко бывает полная потеря слуха.

В периферическом отделе нерва улитки (n. cochlearis) отмечаются дистрофические изменения, аналогичные изменениям, наблюдаемым при воздействии различных токсических веществ. Изменения находят в нервных клетках спирального узла, а также в миелиновых нервных волокнах, которые представляют собой периферические отростки биполярных клеток спирального узла, направляющихся к кортиеvu органу.

При сильной степени глухоты наблюдается атрофия спирального (кортиева) органа во всех завитках улитки.

Действие шума на организм человека не ограничивается воздействием на орган слуха. Через волокна слуховых нервов раздражение шумом передается в центральную нервную систему, а через нее воздействует на внутренние орга-

ны, приводя к значительным изменениям в функциональном состоянии организма, влияет на психическое состояние человека, вызывая чувство беспокойства и раздражения. Человек, подвергающийся воздействию интенсивного (более 80 дБ) шума, затрачивает в среднем на 10 – 20% больше физических и нервно-психических усилий, чтобы сохранить ритм работы, достигнутый им при уровне звука ниже 70 дБ(А). Наиболее выраженным является нарушение периферического кровообращения за счет сужения капилляров кожного покрова и слизистых оболочек, а также повышения артериального давления (при уровнях звука выше 85 дБ(А)).

При систематической работе в условиях шума, интенсивность которого превышает 110 дБ, появляются жалобы на головную боль, усталость, быструю утомляемость и объективные расстройства нервной системы. Данное астеническое состояние устанавливается быстрее, чем развивается тугоухость, при появлении которой изменения в органах слуха не проходят, а остаются на всю последующую жизнь. У людей старше 40 лет вдвое чаще, по сравнению с близкими группами рабочих, не подвергавшихся шуму на рабочих местах, возникает гипертоническая болезнь, гастриты и язвенная болезнь желудка.

Из неспецифических изменений происходящих под воздействием шума, следует отметить нарушения со стороны нервной системы (быстрая утомляемость, ослабление памяти, снижение внимания, потеря трудоспособности, повышенная раздражимость и другое); сердечно-сосудистой системы (изменение частоты пульса, замедление внутрижелудочковой проводимости, угнетение электрической активности сердца, сужение периферических сосудов и капилляров, повышение артериального давления); органов дыхания (угнетение частоты и глубины дыхания); системы органов чувств и зрения (снижение устойчивости ясного видения, ослабление сумеречного зрения, изменение чувствительности к разным частям спектра света); вестибулярного аппарата (головокружение, ощущение неустойчивости и так далее); пищеварительной системы (угнетение секреции желудочного сока, снижение перистальтики желудка и кишечника); желез внутренней секреции, обмена веществ, системы крови.

Характерной особенностью шумовой болезни являются нарушения по типу астено – вегетативного и астено – невротического симптомов, развитие которых значительно опережает поражение слуховой функции.

В настоящее время «шумовая болезнь» характеризуется комплексом симптомов: снижение слуховой чувствительности; изменение функции пищеварения, выражающейся в понижении кислотности; сердечно-сосудистая недостаточность; расстройства нервной и эндокринной систем.

Различают следующие степени потери слуха:

I степень (легкое снижение слуха) – потеря слуха в области речевых частот составляет 10 - 20 дБ, на частоте 4000 Гц – 20 - 60 дБ;

II степень (умеренное снижение слуха) – потеря слуха в области речевых частот составляет 21 - 30 дБ, на частоте 4000 Гц – 20 - 65 дБ;

III степень (значительное снижение слуха) – потеря слуха в области речевых частот составляет 31 дБ и более, на частоте 4000 Гц – 20 - 78 дБ.

Ультразвуки (свыше 20000 Гц) также являются причиной повреждения слуха, хотя человеческое ухо на них не реагирует. Мощный ультразвук воздействует на нервные клетки головного мозга и спинной мозг, вызывает жжение в наружном слуховом проходе и ощущение тошноты.

Не менее опасными являются инфразвуковые воздействия акустических колебаний (менее 20 Гц). При достаточной интенсивности инфразвуки могут воздействовать на вестибулярный аппарат, снижая слуховую восприимчивость и повышая усталость и раздражительность, и приводят к нарушению координации. Особую роль играют инфрачастотные колебания с частотой 7 Гц. В результате их совпадения с собственной частотой альфа - ритма головного мозга наблюдаются не только нарушения слуха, но и могут возникать внутренние кровотечения.

Следующим, наиболее распространенным производственным фактором, приводящим к профессиональному поражению органа слуха, является вибрация. Механическое действие вибрации с большим периодом колебания является неадекватным для уха и вызывает изменения в слуховом аппарате. Вибра-

ция, находящаяся в пределах слухового восприятия, является для органа слуха адекватным раздражителем, который может восприниматься ухом через воздух и через костную систему организма. Производственная вибрация возникает в результате совместного действия колебательных движений машин, станков и другого оборудования. Различают общую вибрацию: колебания пола, платформы, подвески, передающиеся на тело рабочего, и местную вибрацию: колебания пневматических инструментов, находящихся в руке рабочего (отбойный молоток), откуда в ослабленной степени она распространяется на тело и слуховой анализатор.

Вибрация характеризуется периодом, амплитудой, ускорением и энергией. На различных производствах частота вибрации достигает от 9 до 34 Гц, амплитуда – до 0,25 мм, ускорение – 380 см/сек². В современном производстве железобетонных конструкций вибрация достигает 40 – 100 Гц при амплитуде от 0,005 до 2,6 мм. Механизм действия вибрации на орган слуха отличается от такового при шуме. Экспериментально-гистологические исследования показали, что вибрация действует преимущественно на нервный аппарат верхнего завитка улитки, а затем распространяется на остальную ее часть, вызывая атрофию клеток.

Однако в производственных условиях вибрация всегда сопровождается воздействием шума на организм человека. Возникает шумо-вибрационный фактор, который вызывает в улитке гораздо более выраженные дегенеративно-атрофические изменения, чем при действии одного только фактора – шума. Следовательно, одновременное действие шума и вибрации оказывает более выраженное действие на состояние слуховой функции организма.

В начальной стадии шумо-вибрационного поражения слуха будут отмечаться изменения на аудиограмме в виде западения кривой на высоких частотах (4000 или 6000 Гц), эти изменения такие же как и при шуме на низких частотах (125 – 250 Гц). На аудиограмме получается выпуклая кривая. Затем, с течением времени, уменьшается слуховая чувствительность и по остальным частотам. В развитии профессиональной тугоухости вследствие шума и вибрации

различают 3 стадии: начальную – ограниченную; выраженную – диффузную; тяжелую.

В начальной – ограниченной стадии «обрыв» кривой аудиограммы начинается с 4000 Гц (на 30 – 40 дБ) или с 3000 Гц (на 15 – 20 дБ). Шепотно - разговорная речь определяется в пределах нормы.

При выраженной – диффузной стадии – понижение восприятия теряет свой ограниченный характер и распространяется на другие частоты. Одновременно на аудиограмме углубляется «провал» на 4000 Гц, который может достигать 50 дБ. В этой стадии снижается восприятие шепотной и разговорной речи.

При тяжелой стадии резко понижено восприятие звука на всех частотах. Аудиограмма чаще всего имеет нисходящий вид. У рабочих, связанных с действием вибрации, помимо этого резко понижено восприятие частоты 125 Гц. В этой стадии резко понижено восприятие шепотной и разговорной речи.

Развившаяся профессиональная шумо-вибрационная тугоухость, в какой бы степени она не определялась, является, как правило, необратимым процессом и остается у человека на всю последующую жизнь.

Меры профилактики негативного воздействия шума:

1) Технологические мероприятия - улучшение конструкции приборов для снижения уровня шума (например, замена клепки на сварку), использование различных материалов, поглощающих шум.

2) Санитарно-технические мероприятия - использование поглощающих панелей, специальных кожухов.

3) Индивидуальные средства защиты (беруши уменьшают шум на 15 дБ, наушники - на 30 дБ).

4) Организационные мероприятия - рациональный режим труда и отдыха.

5) Медицинские профилактические осмотры. - шум на рабочих местах, превышающий установленный для подростков предельно-допустимый уровень (ПДУ) эквивалентный уровень звука 70 дБА;

В профилактике профессиональной тугоухости значение имеют мероприятия по ослаблению интенсивности шума, а также меры индивидуальной защиты органа слуха рабочих.

Для индивидуальной защиты органов слуха применяются антифоны (наушники вкладыши, шлемы), которые уменьшают интенсивность шума на 30 - 35 дБ.

Большое значение в профилактике шумовой болезни имеет профессиональный отбор, т.к. повышенная индивидуальная чувствительность к шуму – одна из важных причин раннего возникновения профессиональной тугоухости. В динамике чувствительность уха оцениваем периодическим аудиометрическим контролем, что позволяет изучать динамику слуха и распознавать начальные формы профессиональной тугоухости. Лица, страдающие профессиональной тугоухостью.

При приеме на работу лица с невритами слуховых нервов, болезнью Меньера, отосклерозом, хроническими гнойными средними отитами не должны допускаться к работе в шумных производствах, особенно там, где есть еще и вибрационное воздействие.

К медицинской профилактике вредного воздействия шума относятся предварительные и периодические медицинские осмотры, целью которых является недопущение к работам лиц со стойким снижением слуха, отосклерозом и другими хроническими заболеваниями уха, а также с выраженными нарушениями функций вестибулярного аппарата, с неврозами и вегетативными дисфункциями, органическими заболеваниями ЦНС, гипертонической болезнью и стенокардией, язвенной болезнью.

Методика исследования восприятия шепотной речи (шепотная акуметрия) при развитии тугоухости.

Способность слышать и понимать речь является основным критерием оценки состояния органа слуха. Поэтому, любое исследование слуховой функции необходимо начинать с ориентировочной проверки восприятия живой речи. Количественная оценка результатов исследования сводится к определению

расстояния, с которого обследуемый слышит шепотную и разговорную речь.

Исследование с помощью акуметрии шепотом (а при значительной тугоухости – громкой речью) начинают с расстояния 6 метров. Каждое ухо исследуется отдельно. Исследуемое ухо должно быть обращено в сторону врача, проводящего обследование. Противоположное ухо, во избежание переслушивания, плотно закрывается одним из способов: - введение в наружный слуховой проход влажного ватного шарика и прижатия его козелком; - введение в наружный слуховой проход не исследуемого уха пальца помощника с постоянным движением им; - надавливание средним пальцем помощника на козелок не исследуемого уха, а указательным пальцем этой руки производится трение по среднему пальцу; - применение электроакустической заглушки (маскирователя слуха).

Интенсивность (громкость) шепотной речи при исследовании методом акуметрии может быть различной, что зависит от количества выдыхаемого воздуха и мышечного напряжения при артикуляции врача, но при выработке определенного навыка интенсивность шепота у разных исследователей практически одинакова и равна примерно 20-30 дБ.

Для получения равномерного шепота слова произносятся после спокойного выдоха с помощью резервного остаточного воздуха в легких с равными интервалами между словами. Врачом произносится нечетное количество (3 или 5) слов с высокочастотной характеристикой.

Если обследуемый повторяет с этого расстояния большинство произнесенных слов (2 из 3-х или 3 из 5-ти), то это расстояние считается средней, выраженной в метрах, остротой слуха для слов с высокочастотной характеристикой.

Если большинство слов обследуемый не слышит, исследования повторяют, уменьшая каждый раз расстояние. Таким же образом исследуется острота слуха словами с низкочастотной характеристикой (басовая группа).

Акуметрию шепотной речью обычно проводят, произнося двузначные числа от 21 до 99, но для акуметрии лучше использовать специальные фонети-

Список слов для шепотной акуметрии

Высокие и средние частоты		Низкие частоты	
пять	еще	бот	борт
сесть	кисть	горн	волк
цех	жечь	год	дым
сей	шей	ум	гром
есть	петь	трон	клуб
еж	смесь	труд	мол
час	жать	торг	пыл
речь	ель	быт	кот
честь	печь	торс	тыл
зять	шеф	лоб	блок
тесть	чиж	вор	брод
шью	степь	тот	выл
рис	жердь	дул	клык
весть	слизь	кот	торт
чушь	чуть	пол	труд
жрец	лесть	борт	ров
стих	день	порт	ток
пес	стань	том	лов
весть	цель	мол	пыл
свист	связь	вон	гул

Результаты исследования слуха обычно регистрируются числовым выражением расстояния в метрах отдельно для слов басовой и дискантовой характеристик в виде дроби. Числителем отмечается расстояние, на котором обследуемый слышит слова дискантовые, знаменателем – басовые.

Если обследуемый не слышит слова шепотной речи или слышит их с расстояния менее одного метра, то произносят подобные слова обычной разговорной речью после спокойного выдоха. При этом следует учитывать то обстоятельство, что шепотная речь имеет максимум энергии частотной полосы от 1000 до 3000 Гц, а разговорная речь – от 100 до 1000 Гц. Средняя интенсивность шепотной речи равна 20-30 дБ, а разговорной – 40-60 дБ.

При пониженном (менее 4-х метров) восприятии слов низкочастотной

группы можно думать о поражении звукопроводящего аппарата; при поражении звуковоспринимающего аппарата отмечается пониженное восприятие группы слов высокочастотного характера. Таким образом, частотный характер воспринимаемых слов при нарушении слуховой функции может указать на тип поражения органа слуха.

Оценка результатов исследования шепотной речью может быть проведена по следующим критериям:

1. Нормальный слух – восприятие шепотной речи с расстояния 6 метров.
2. Понижение слуха в небольшой степени – восприятие шепотной речи на расстоянии 1-5 метров.
3. Понижение слуха средней степени – восприятие шепотной речи до 1 метра.
4. Понижение слуха сильной степени – шепотная речь не воспринимается.

Зная количественные соотношения показателей восприятия шепотной и разговорной речи, врач может провести качественный анализ слуховой чувствительности: предположить, какие по высоте звуки плохо воспринимаются обследуемым (небольшой и средней потери слуха). Если обследуемый плохо слышит шепотную речь и хорошо разговорную, то у него можно предположить нарушение восприятия тонов выше 1000 Гц. Такие нарушения чаще имеют место при поражении звуковоспринимающего аппарата и реже – при демпферном типе поражения звукопроводящего аппарата (наличие жидкости в среднем ухе). Если обследуемый хорошо воспринимает шепотную речь, но встречает затруднения при восприятии разговорной речи, можно предположить нарушение звуковой чувствительности к тонам ниже 1000 Гц. Это более характерно для эластического типа поражения звукопроводящего аппарата (нарушение подвижности цепи слуховых косточек и барабанной перепонки) и апикального кохлеита.

Конечно, эти данные носят ориентировочный, предварительный характер. Окончательные выводы о топике поражения органа слуха возможны только после полной программы аудиометрического обследования.

Иногда предусматривается проведение тестов, которые помогают вы-

явить аггравацию. Одним из таких тестов является метод Ломбарда. Метод основан на том, что говорящий человек с нормальным слухом непроизвольно повышает голос при громком шумовом фоне или при наличии маскирующих звуков.

Тест Ломбарда. Обследуемый читает текст или ведет счет. В это время оба уха заглушаются трещотками Барани. При действительной глухоте естественно нет оглушения и голос обследуемого не меняется (отрицательный результат). При мнимой же глухоте заглушение уха выключает слуховой контроль над голосом, и громкость его обычно повышается (положительный результат). Это обследование можно проводить при заглушении ушей электрическими трещотками или передачей через наушники громкой музыки, шума. Положительный результат свидетельствует о наличии слуха.

Контрольные вопросы

1. Характеристика производственного шума.
2. Источники шума.
3. Характеристика порогов: слышимости и болевого.
4. Классификация шума.
5. Как от уровня звукового давления зависит характер действия шума на организм человека.
6. Характеристика нейросенсорной тугоухости, как одного из симптомов шумовой болезни.
7. Характеристика шумовой болезни.
8. Характеристика шумо-вибрационного воздействия на орган слуха.
9. Особенности профилактических мероприятий по предупреждению развития шумовой болезни.

Тема 9. Основы санитарно-гигиенического нормирования производственного шума

Цель занятия – ознакомиться с основными принципами санитарно-гигиенического нормирования производственного шума

Задачи занятия:

– ознакомиться с видами нормирования шума.

Требования к уровню освоения занятия:

необходимо знать:

– характеристику уровня шума на рабочих местах;

– методы обработки результатов измерений акустических факторов.

необходимо уметь оценивать и объяснять:

– механизм шумового воздействия на организм человека.

приобрести навыки:

– по санитарно-гигиеническому нормированию шумового воздействия;

– по оценке состояния здоровья при воздействии шума с использованием санитарно-гигиенических норм.

Задания и порядок выполнения практической работы

1. Вариант расчета уровня шума (Табл. 25) соответствует номеру списка в журнале преподавателя.

2. Произвести проверочный расчет снижения уровня шума в помещении администрации ТЭС со стороны погрузочно-разгрузочной площадки транспортно-топливного цеха методом экранирования (постройки сплошного забора из железобетонных панельных плит).

Указания к решению задачи

1. Принять, что расчетная точка и источник шума находятся на одном уровне.

2. Допустимый уровень принять по предельному спектру ПС-60.

3. Недостающие данные принять самостоятельно.

4. Сравнить полученные уровни шума с нормативами.

5. Написать заключение по сделанной работе.

Исходные данные для выполнения работы

№№	Расстояние от экрана, м: до источника/ до помещения	Высота экрана, м	Уровни звукового давления, дБ, при среднегеометрических частотах, Гц:							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	20/20	2,5	71	61	54	49	45	42	40	38
2	25/30	2,7	94	87	82	78	60	57	55	54
3	15/25	3,0	83	74	68	63	80	78	76	74
4	20/25	2,7	77	61	54	49	45	42	39	38
5	25/20	3,5	67	57	49	44	40	37	35	33
6	15/20	3,5	65	54	45	39	35	32	30	28
7	20/30	3,2	50	50	50	44	31	28	24	20
8	15/30	3,0	107	95	87	82	78	75	73	71
9	25/25	2,5	56	48	45	43	37	35	43	37
10	20/28	2,6	48	42	39	46	46	39	33	25
11	20/25	2,5	107	95	87	82	78	75	73	72
12	25/30	2,7	71	61	54	49	45	42	38	38
13	15/25	3,0	94	87	82	78	60	57	55	54
14	20/25	3,2	83	74	68	63	80	78	76	74
15	25/20	3,5	94	87	82	78	60	57	55	54
16	15/20	3,5	67	57	49	44	40	37	35	33
17	20/30	3,2	65	54	45	39	35	32	30	28
18	25/25	3,0	50	50	50	44	31	28	24	20
19	15/30	2,5	107	95	87	82	78	75	73	71
20	20/28	2,6	56	48	45	43	37	35	43	37
21	25/26	2,5	48	42	39	46	46	39	33	25
22	25/30	2,7	107	95	87	82	78	75	73	72
23	15/25	3,0	71	61	54	49	45	42	40	38
24	20/25	3,2	94	87	82	78	60	57	55	54
25	25/20	3,5	83	74	68	63	80	78	76	74

Нормирование шума. Впервые в мире санитарные нормы и правила по ограничению шума на производстве были введены в России. Они были разработаны в Ленинградском институте охраны труда в 1956 году. Помимо санитарных норм в России действует система стандартов безопасности труда по шуму (ССБТ), назначением которой является приведение характеристик выпускаемых машин в соответствии с требованиями к шуму на рабочих местах. В качестве характеристик постоянного шума на рабочих местах, а так же для проведения мероприятий по ограничению его неблагоприятного влияния на

организм принимаются уровни звуковых давлений в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами: 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц.

Для определения допустимого уровня шума на рабочих местах, в жилых помещениях, общественных зданиях и территории жилой застройки используется ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ «Шум. Общие требования безопасности», СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки".

Нормирование шума звукового диапазона осуществляется двумя методами: по предельному спектру уровня шума (СП) и дБА. Первый метод устанавливает предельно допустимые уровни (ПДУ) в девяти октавных полосах со среднегеометрическими значениями частот 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Второй метод применяется для нормирования непостоянных шумов и в тех случаях, когда не известен спектр реального шума. Нормируемым показателем в этом случае является эквивалентный уровень звука широкополосного постоянного шума, оказывающий на человека такое же влияние, как и реальный непостоянный шум, измеряемый по шкале А шумомера.

Для оценки непостоянных шумов целесообразно использовать следующие параметры:

При гигиенических исследованиях:

- обязательные параметры – $L_{\text{ЭКВ}}$, доза шума и эквивалентный спектр;
- дополнительные параметры - распределение уровней.

При клинических исследованиях:

- обязательные параметры – $L_{\text{ЭКВ}}$ (по измерению или расчету);
- дополнительные параметры – доза шума и уровни стажевой дозы.

Для текущего санитарного надзора:

- обязательный параметр – $L_{\text{ЭКВ}}$ (по измерению или расчету);
- дополнительный параметр – эквивалентный спектр.

Санитарные уровни шума нормируют двумя способами:

- методом предельных спектров (ПС),

– методом уровня звука.

Метод предельных спектров, применяемый для нормирования постоянного шума, предусматривает ограничение уровней звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Совокупность этих предельных октавных уровней называют предельным спектром. Обозначают тот или иной предельный спектр уровнем его звукового давления на частоте 1000 Гц. Например, «ПС-80» означает, что данный предельный спектр имеет на частоте 1000 Гц уровень звукового давления 80 дБ. На частоте 63 Гц уровень для этого спектра равен 99 дБ, а на частоте 8000 Гц – 74 дБ.

Метод уровней звука применяют для нормирования непостоянного шума, например, внешнего шума транспортных средств, городского шума. При этом методе измеряют скорректированный по частоте общий уровень звукового давления во всем диапазоне частот, соответствующем перечисленным выше октавным полосам. Измеренный таким образом уровень звука позволяет характеризовать величину шума не восемью цифрами уровней звукового давления, как в методе предельных спектров, а одной. Измеряют уровень звука в децибелах шумомером со стандартной скорректированной частотной характеристикой, в котором при помощи соответствующих фильтров снижена чувствительность на низких частотах.

Непостоянный шум характеризуют эквивалентным (по энергии) уровнем звука, т. е. уровнем звука постоянного широкополосного не импульсного шума, оказывающего такое же воздействие на человека, как и данный непостоянный шум. Для определения эквивалентного уровня звука $L_{Аэкв}$ (дБ) нужно измерить в различные моменты времени t уровень звука L_A и определить эквивалентный уровень по формуле:

$$L_{Аэкв} = 10 \lg \frac{1}{T} \int_0^T 10^{0,1L_A} dt, \text{ где} \quad (1)$$

T — период усреднения (в производственных условиях обычно 30 мин, замеры производятся через каждые 5 – 6 с).

Нормы предельно допустимого шума в некоторых помещениях и средствах транспорта приведены в табл. 26.

Таблица 26

Допустимые уровни звукового давления, уровни звука, эквивалентные и максимальные уровни звука проникающего шума в помещениях жилых и общественных зданий и шума на территории жилой застройки

№ пп	Наименование помещения, территории и т.п.	Время суток	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (в дБА)	Максимальные уровни звука L_{Amax} (в дБА)
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Палаты больниц и санаториев, операционные больницы	с 7 до 23 ч.	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
		с 23 до 7 ч.	69	51	39	31	24	20	17	14	13	25	40
2	Кабинеты врачей поликлиник, амбулаторий, диспансеров, больниц, санаториев		76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
3	Классные помещения, учебные кабинеты, учительские комнаты, аудитории школ и других учебных заведений, читальные залы библиотек		79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
4	Жилые комнаты, жилые помещения домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для инвалидов и престарелых, спальня помещения в дет-	с 7 до 23 ч.	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
		с 23 до 7 ч.	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45

	ских дошкольных учреждений и школах-интернатах												
5	Номера гостиниц и жилые комнаты общежитий	с 7 до 23 ч. с 23 до 7 ч.	83 76	67 59	57 48	49 40	44 34	40 30	37 27	35 25	33 23	45 35	60 50
6	Залы кафе, ресторанов, столовых		90	75	66	59	54	50	47	45	44	55	70
7	Торговые залы магазинов, пассажирские залы аэропортов и вокзалов, приемные пункты предприятий бытового обслуживания		93	79	70	63	59	55	53	51	49	60	75
8	Территории, непосредственно прилегающие к зданиям больниц и санаториев	с 7 до 23 ч. с 23 до 7 ч.	83 76	67 59	57 48	49 40	44 34	40 30	37 27	35 25	33 23	45 35	60 50
9	Территории, непосредственно прилегающие к жилым домам, зданиям поликлиник, зданиям амбулаторий, диспансеров, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских дошкольных учреждений, школ и других учебных заведений, библиотек	с 7 до 23 ч. с 23 до 7 ч.	90 83	75 67	66 57	59 49	54 44	50 40	47 37	45 35	44 33	55 45	70 60
10	Территории, непосредственно прилегаю-	с 7 до 23 ч. с 23 до	93 86	79 71	70 61	63 54	59 49	55 45	53 42	51 40	49 39	60 50	75 65

	щие к зданиям гостиниц и общежитий	7 ч.											
11	Площадки отдыха на территории больниц и санаториев		76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
12	Площадки отдыха территорий микрорайонов и групп жилых домов, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, площадки детских дошкольных учреждений, школ и др. учебных заведений		83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60

Примечания:

1. Допустимые уровни шума от внешних источников в помещениях устанавливаются при условии обеспечения нормативной вентиляцией помещений (для жилых помещений, палат, классов - при открытых форточках, фрамугах, узких створках окон).
2. Эквивалентные и максимальные уровни звука в дБА для шума, создаваемого на территории средствами автомобильного, железнодорожного транспорта, в 2 м от ограждающих конструкций первого эшелона шумозащитных типов жилых зданий, зданий гостиниц, общежитий, обращенных в сторону магистральных улиц общегородского и районного значения, железных дорог, допускается принимать на 10 дБА выше (поправка А = + 10 дБА), указанных в позициях 9 и 10 табл. 3.
3. Уровни звукового давления в октавных полосах частот в дБ, уровни звука и эквивалентные уровни звука в дБА для шума, создаваемого в помещениях и на территориях, прилегающих к зданиям, системами кондиционирования воздуха, воздушного отопления и вентиляции и др. инженерно-технологическим оборудованием, следует принимать на 5 дБА ниже (поправка Д = - 5 дБА), указанных в табл. 3 (поправку для тонального и импульсного шума в этом случае принимать не следует).
4. Для тонального и импульсного шума следует принимать поправку: Д = - 5 дБА.

Таблица 27

Нормы предельно-допустимого шума в помещениях и на транспорте

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц	Уровни звука и эквивалентные уровни
---------------	--	-------------------------------------

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	звук, дБ
Производственные помещения									
Помещения конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, лабораторий для теоретических работ и обработки экспериментальных данных.	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Помещения управления, рабочие комнаты.	79	70	68	58	55	52	50	49	60
Кабины наблюдения и дистанционного управления:									
без речевой связи по телефону;	94	87	82	78	75	73	71	70	80
с речевой связью по телефону.	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Помещения и участки точной сборки, машинописные бюро.	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Помещения лабораторий для проведения экспериментальных работ, помещения для размещения шумных агрегатов вычислительных машин.	94	87	82	78	75	73	71	70	80
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производственных помещениях и на территории предприятий	99	92	86	83	80	78	76	74	85
Подвижной состав железнодорожного транспорта									
Кабины машиниста тепловозов, электровозов, дизель-поездов и автомотрис.	95	87	82	78	75	73	71	69	80
Помещения для персонала вагонов поездов дальнего следования, служебных отделений рефрижираторных поездов, электропоездов, вагонов-электростанций	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Межобластные вагоны и вагоны-рестораны.	87	79	72	68	65	63	61	59	70
Вагоны пригородных поездов и электросекций, кабины машинистов электросекций.	91	83	77	73	70	68	66	64	75
Селитебная территория									
Территория новой жилой застройки: днем	77	67	59	54	50	47	45	43	55
ночью	67	57	49	44	40	37	35	33	45
Жилые комнаты квартир в домах новой застройки: днем	65	54	45	39	35	32	30	28	40
ночью	55	44	35	29	25	22	20	18	30

Мероприятия по снижению уровня воздействия шума на организм человека разрабатываются на стадии проектирования машин, транспортных средств, оборудования, зданий, сооружений, населенных пунктов, а также в процессе изготовления, испытания, приемки, эксплуатации и ремонта этих объектов. В случае, если невозможно снизить уровень шума до уровня безопасного, то следует применять средства индивидуальной защиты.

В качестве основных величин, используемых для нормирования шума и проведения расчетов по уменьшению его действия, принимают звуковое давление в паскалях (Па) и уровень в децибелах (дБ).

Звуковое давление p – разность между мгновенным значением давления в данной точке среды при прохождении через эту точку звуковых волн и средним давлением, которое наблюдается в этой же точке при отсутствии звука.

Уровень звукового давления определяют по формуле

$$L = 20 \lg(p_{cp} / p_o), \quad \text{где} \quad (2)$$

p_{cp} — среднеквадратичное значение звукового давления в точке измерения, Па;

p_o — пороговое значение звукового давления, принятое по международному соглашению равным $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

В соответствии с санитарными нормами (СН 2.2.4/2.1.8.562-96), шумы нормируют по характеру спектра, временным характеристикам, категории напряженности и тяжести трудового процесса. По характеру спектра шумы подразделяются на: 1) широкополосный шум с непрерывным спектром шириной более одной октавы (например, шум водопада, поезда); 2) тональный, в спектре которого имеются выраженные тоны (например, сигналы автомобиля, гудок локомотива). Тональный характер шума для практических целей устанавливается измерением в 1/3 октавных полос частот по превышению уровня в одной полосе над соседними не менее чем на 10 дБ.

По временным характеристикам шумы подразделяются на:

1) постоянный, уровень звука, которого за восьмичасовой рабочий день или за время измерения в помещениях жилых и общественных зданий, на территории жилой застройки изменяется во времени не более чем на 5 дБА при измерениях на временной характеристике шумомера «медленно»;

2) непостоянный, уровень которого при тех же условиях изменяется более чем на 5 дБА.

Непостоянные шумы, в свою очередь, подразделяются на:

а) колеблющийся (уровень звука, которого изменяется во времени. Например, шум в кузовном отделении вагонного депо, шум дорожного движения, шум проходящего по рельсам подвижного состава);

б) прерывистый, уровень звука которого изменяется ступенчато (на 5 дБА и более), причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1 с и более. Например, шум выброса сжатого воздуха из ресивера компрессора, шум одиночной шлифовальной машины;

в) импульсный, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с, причем уровни звука в дБА₁ и дБА, измеренные соответственно на временных характеристиках «импульс» и «медленно», отличаются не менее чем на 7 дБ (например, шум при забивании гвоздей молотком).

Шум по происхождению подразделяется на механический, аэродинамический, гидродинамический, электромагнитный.

Предельно допустимые шумовые характеристики (т.е. максимальный уровень звука внешнего шума при движении мимо точки измерений) некоторых средств транспорта приведены в табл. 28.

Таблица 28

Предельно допустимые шумовые характеристики некоторых средств транспорта

Вид транспортного средства	Режим движения	Величина опорного радиуса, м	Допустимый уровень звука, дБ
Грузовые автомобили массой до 3,5 т	Вторая передача, скорость движения в начале измерительного участка 3/4 максимальной или 50 км/ч (берется)	7,5	85

	наименьшая), режим максимального газа		
То же с массой от 3,5 до 12 т		7,5	89
Легковые автомобили	То же	7,5	84
Магистральные тепловозы	То же	25	84
Маневровые тепловозы	Скорость 2/3 конструкционной	25	78
	То же		

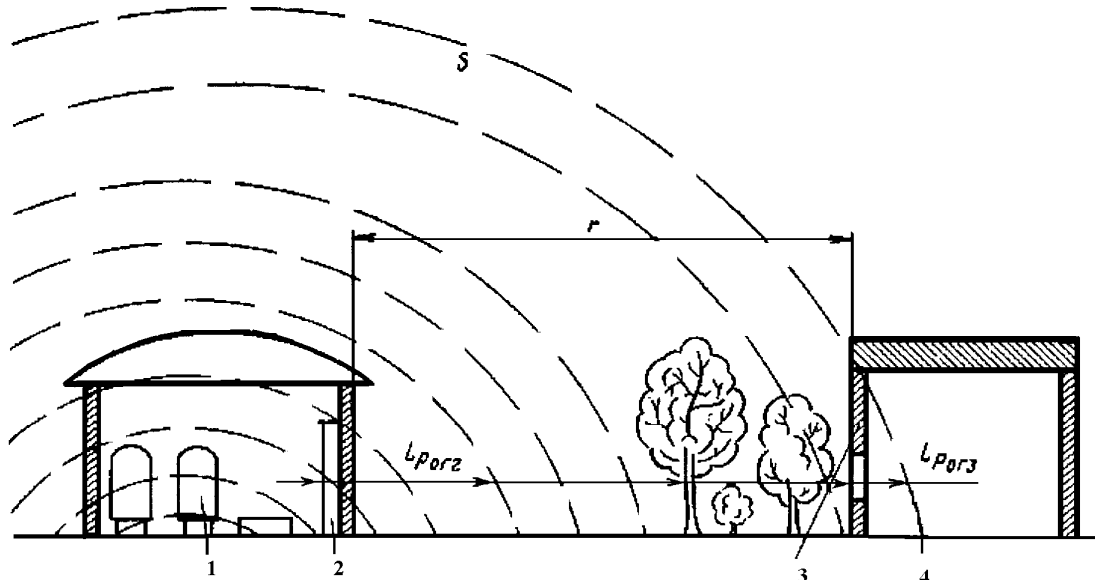


Рис5. Схема к выводу основного уравнения акустического расчета

Пусть имеются источник шума 1 (рис. 5) с октавной звуковой мощностью P и рабочее место (расчетная точка в помещении) 4, для которого необходимо рассчитать уровень звукового давления L .

Звуковая энергия, излучаемая источником шума, распределяется по замкнутой поверхности S , окружающей источник и проходящей через расчетную точку. По пути эта энергия ослабляется в β раз вследствие потерь в ограждениях 2 и 3, атмосфере, зеленых насаждениях и т. п. Поэтому интенсивность звука в расчетной точке с учетом направленности источника составит ($\text{Вт}/\text{м}^2$)

$$I = P\Phi / \beta S. \quad (8)$$

Основная формула акустического расчета имеет вид:

$$L = L_I = L_P + 10 \lg \Phi - 10 \lg \frac{S}{S_0} - \Delta L_P, \quad \text{где} \quad (9)$$

P — уровень звуковой мощности шума, дБ;

S_0 — единичная площадь, равная 1 м^2 ;

$\Delta L_P = 10 \lg \beta$ — ослабление звуковой энергии по пути от источника шума до расчетной точки за счет ее отражения и перехода в другие формы энергии (как правило, в теплоту), дБ.

Методика расчета требуемой эффективности мероприятий по снижению уровня шума.

По формуле $L = L_I = L_P + 10 \lg \Phi - 10 \lg \frac{S}{S_0} - \Delta L_P$ можно определить основные направления борьбы с шумом техническими средствами.

Рассматриваемая формула выведена из закона сохранения энергии для акустических явлений. В необходимых случаях ее можно использовать для расчетов октавных уровней звукового давления L на рабочем месте.

По формуле $\Delta L_{\text{треб}} = L - L_{\text{доп}}$, где (10)

$L_{\text{доп}}$ — допустимый уровень звука,

находим требуемую эффективность мероприятий по снижению шума для каждой октавной полосы.

Коэффициенты звукопоглощения некоторых материалов приведены в табл. 29.

Таблица 29

Коэффициенты звукопоглощения некоторых материалов

Изделие или конструкция	Толщина слоя материала изделия, мм	Воздушный зазор, мм	Коэффициент звукопоглощения при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Плиты минераловатные, акустические	20	0	0,02	0,03	0,17	0,68	0,98	0,86	0,45	0,20
То же	20	50	0,02	0,05	0,42	0,98	0,90	0,79	0,45	0,19
бетонная конструкция, оштукатуренная и окрашенная масляной краской	-	-	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Звукопоглощением поверхности ограждения A в квадратных метрах на данной частоте называют произведение площади ограждения S на ее коэффициент звукопоглощения α

$$A = \alpha S. \quad (13)$$

Звукопоглощение помещения складывается из суммы звукопоглощений поверхностей и звукопоглощений A_j штучных поглотителей

$$A_{ном} = \sum_1^n \alpha_i S_i + \sum_1^m A_j, \text{ где} \quad (14)$$

n — число поверхностей; m — число штучных поглотителей.

Постоянной B помещения называют величину

$$B = A_{ном} / (1 - \bar{\alpha}), \text{ где} \quad (15)$$

$\bar{\alpha}$ — средний коэффициент звукопоглощения, составляющий

$$\bar{\alpha} = A_{ном} / \sum_1^n S_i. \quad (16)$$

Обычно принимают, что звуковая мощность источника шума не изменяется после устройства звукопоглощающих конструкций. Поэтому эффект снижения шума звукопоглощающей облицовкой в децибелах определяют вдали от источника шума в отраженном звуковом поле по формуле

$$\Delta L_{обл} = 10 \lg(B_2 / B_1), \text{ где} \quad (17)$$

B_1, B_2 — постоянная помещения соответственно до и после осуществления акустических мероприятий.

Требуемое снижение уровня звукового давления может быть обеспечено применением только звукопоглощающих конструкций, если в расчетных точках в отраженном звуковом поле это снижение не превышает 10 — 12 дБ, а в расчетных точках на рабочих местах 4 — 5 дБ. В случаях, когда согласно расчету необходимо большее снижение, помимо звукопоглощающих конструкций предусматривают дополнительные средства защиты от шума.

Для защиты работающих от действия прямого шума источника применяют экраны. Они образуют звуковую тень. Ее размеры зависят от соотношений между размерами экрана и длиной падающей звуковой волны, а также от расстояния между экраном и экранируемым рабочим местом. Эффективность экрана можно определить методом Реттингера, для чего определяют критерий затухания М:

а) при расположении источника шума и рабочего места на одном уровне

$$M = 1,414h / \sqrt{\lambda} \sqrt{(x + y) / xy}, \text{ где} \quad (18)$$

h — расстояние от источника шума до вершины экрана, м;

x, y — расстояние от экрана до источника шума и до расчетной точки, м;

λ - длина волны, м.

б) при расположении источника шума и рабочего места в разных уровнях

$$M = \left[H + \frac{y(H - h)}{x} - k \right] \sqrt{\frac{2x \cos \alpha}{\lambda y(x + y)}}, \text{ где} \quad (19)$$

H — высота экрана, м;

k — высота расчетной точки от поверхности земли, м.

Определив значение критерия М, по графику (рис.6,б) находят эффективность экрана ΔL .

Рис. 6. Расчет эффективности экрана:

а — схема к расчету снижения шума экраном; ИШ — источник шума; РТ — расчетная точка; h — расстояние от источника шума до вершины экрана; H — высота экрана, м; k — высота расчетной точки от поверхности земли, м; x, y — расстояние экрана до источника шума и расчетной точки; б — зависимость эффективности экрана от критерия М.

Область тени за экраном тем меньше, чем больше длина волны λ , так как за счет эффекта дифракции длинные волны легко огибают экраны. По этой причине экраны применяют в основном для защиты от средне- и высоко-частотного шума.

Пример выполнения расчета

Расчетные уровни звукового давления L в октавных полосах частот на погрузочно-разгрузочной площадке грузового двора и предельный спектр в зоне жилой застройки (на расстоянии $y = 30$ м) заданы ниже в табл. 30:

Таблица 30

Расчетные уровни звукового давления

Среднегеометрическая частота, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Уровень звукового давления, дБ, на погрузочно-разгрузочной площадке	60	62	60	55	51	50	46	38
Предельный спектр в зоне жилой застройки	67	57	49	44	40	37	35	33

Определить, будет ли обеспечено снижение шума до нормируемого значения, если построить забор из железобетонных панелей высотой $H = 3$ м. Расчетная точка РТ в зоне жилой застройки и источники шума ИШ расположены на одном уровне.

Расстояние от экрана до наиболее удаленного ИШ (ширина погрузочно-разгрузочной площадки) $x = 20$ м. Вычертим поперечный разрез места расположения ИШ, экрана и РТ (рис.3).

Сначала определим критерий M , по которому из графика на рис. 6 б находим величину снижения шума ΔL . Расчет представим в следующей форме (Табл. 31).

Таблица 31

Форма расчета

Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
λ , м	5,4	2,72	1,36	0,68	0,34	0,17	0,085	0,043
M	0,18	0,25	0,35	0,49	0,7	0,99	1,4	1,97

L , дБ	60	62	60	55	51	50	46	38
ΔL , дБ	7	8	9	10	12	14	17	18
$L - \Delta L$, дБ	53	54	51	45	39	36	29	19
L по ПС-40, дБ	67	57	49	44	40	37	35	33
Превышение нормы, дБ	-	-	2	1	-	-	-	-

Превышения нормы, зафиксированные в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 250 и 500 Гц, лежат в пределах точности измерений. Поэтому практически можно считать, что применение экрана позволило снизить уровень шума в зоне жилой застройки до нормы.

Рис. 7. Схема расположения экрана относительно источника шума ИШ и расчетной точки РТ

Предельно допустимые уровни шума на рабочих местах в соответствии с СН 2.2.4./2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и территории жилой застройки» установлены с учетом тяжести и напряженности трудовой деятельности (табл. 32). Для определения ПДУ шума, соответствующего конкретному рабочему месту, необходимо также провести количественную оценку тяжести и напряженности труда, выполняемого работником.

Оценка условий труда при воздействии на работника постоянного шума проводится по результатам измерения уровня звука, в дБА, по шкале «А» шумомера на временной характеристике «медленно».

Таблица 32

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА (СН 2.2.4/2.1.8.562-96)

Категория напряженности	Категории тяжести трудового процесса
-------------------------	--------------------------------------

трудового процесса	легкая физическая нагрузка	средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1-й степени	тяжелый труд 2-й степени	тяжелый труд 3-й степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1-й степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2-й степени	50	50	-	-	-

Примечания.

1) для тонального и импульсного шума ПДУ на 5 дБА меньше значений, чем в табл. 32;

2) для шума, создаваемого в помещениях установками кондиционирования воздуха, вентиляции и воздушного отопления – на 5 дБА меньше фактических уровней шума в помещениях (измеренных или рассчитанных), если последние не превышают значений табл. 31 (поправка для тонального и импульсного шума при этом не учитывается), в противном случае – на 5 дБА меньше значений, указанных в табл. 32;

4) дополнительно для колеблющегося во времени и прерывистого шума максимальный уровень звука не должен превышать 110 дБА, а для импульсного шума – 125 дБА.

Таблица 33

Классы условий труда в зависимости от уровня шума на рабочем месте

Название фактора, показатель, единица измерения	Класс условий труда					
	допустимый	вредный			опасный	
	2	1	2	3	4	
Шум, эквивалентный уровень звука, дБА	\leq ПДУ ¹⁾		5	5	5	>3
Превышение ПДУ, раз						

¹⁾ В соответствии с санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Оценка условий труда при воздействии на работника непостоянного шума производится по результатам измерения эквивалентного уровня звука за смену (интегрирующим шумомером) или расчетным способом (табл.33).

При воздействии в течение смены на работающего шумов с разными временными (постоянный, непостоянный – колеблющийся, прерывистый, импульсный) и спектральными (тональный) характеристиками в различных сочетаниях измеряют или рассчитывают эквивалентный уровень звука. Для получения в этом случае сопоставимых данных измеренные или рассчитанные эквивалентные уровни звука импульсного и тонального шумов следует увеличить на 5 дБА, после чего полученный результат можно сравнивать с ПДУ без внесения в него понижающей поправки, установленной СН 2.2.4/2.1.8.562–96.

Средний уровень звука по результатам нескольких измерений определяется как среднее арифметическое по формуле (1), если измеренные уровни отличаются не более чем на 7 дБА, и по формуле (2), если они отличаются более чем на 7 дБА:

$$L_{cp.} = 1/n(L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n), \text{дБА} \quad (20)$$

$$L_{cp.} = 10 \cdot \lg(10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + 10^{L_3/10} + \dots + 10^{L_n/10}) - 10 \cdot \lg n, \text{дБА, где} \quad (21)$$

$L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n$ – измеренные уровни дБА

n – число измерений

Для вычисления среднего значения уровней звука по формуле (2) измеренные уровни необходимо просуммировать с использованием табл. 34 и вычесть из этой суммы $10 \lg n$, значение которых определяется по табл. 35, при этом формула (2) принимает вид:

$$L_{cp.} = L_{сум} - 10 \cdot \lg n \quad (22)$$

Суммирование измеренных уровней $L_1, L_2, L_3, \dots, L_n$ производят попарно последовательно следующим образом. По разности двух уровней L_1 и L_2 по табл. 34 определяют добавку ΔL , которую прибавляют к большему уровню L_1 , в результате чего получают уровень $L_{1,2} = L_1 + \Delta L$. Уровень $L_{1,2}$ суммируется таким же образом с уровнем L_3 и получают уровень $L_{1,2,3}$ и т. д. Окончательный результат $L_{сум}$ округляют до целого числа децибел.

Таблица 34

Разность слагаемых уровней $L_1 - L_2$, дБ ($L_1 \geq L_2$)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10
Добавка ΔL , прибавляемая к большему из уровней L_i , дБ	3	2,5	2,2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,4

При равных слагаемых уровнях, т. е. при $L_1 = L_2 = L_3 = \dots = L_n = L$, $L_{сум}$ можно определять по формуле:

$$L_{cp.} = L + 10 \lg n \quad (23)$$

В табл. 35 приведены значения $10 \lg n$ в зависимости от n .

Таблица 35

Число уровней или источников n	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	50	100
$10 \lg n$, дБ	0	3	5	6	7	8	9	10	13	15	17	20

Пример. Необходимо определить среднее значение для измеренных уровней звука 84, 90, и 92 дБА.

Складываем первые два уровня 84 и 90 дБА; их разности 6 дБ соответствует добавка по табл. 30, равная 1 дБ, т. е. их сумма равна $90+1=91$ дБА. Затем складываем полученный уровень 91 дБА с оставшимся уровнем 92 дБА; их разности 1 дБ соответствует добавка 2,5 дБ, т. е. суммарный уровень равен $92 + 2,5 = 94,5$ дБА или округленно получаем 95 дБА.

По табл. 35 величина $10 \lg n$ для трех уровней равна 5 дБ, поэтому получаем окончательный результат для среднего значения, равный $95 - 5 = 90$ дБА.

Метод расчета эквивалентного уровня звука основан на использовании поправок на время действия каждого уровня звука. Он применим в тех случаях, когда имеются данные об уровнях и продолжительности воздействия шума на рабочем месте, в рабочей зоне или различных помещениях.

Расчет производится следующим образом. К каждому измеренному уровню звука добавляется (с учетом знака) поправка по табл. 36, соответствующая его времени действия (в часах или % от общего времени действия). Затем полученные уровни звука складываются.

Таблица 36

Время	ч	1	7	6	5	4	3	2	1	0,5	15 мин	5 мин
	%	100	88	75	62	50	38	25	12	6	3	1
Поправка в дБ		0	-0,6	-1,2	-2	-3	-4,2	-6	-9	-12	-15	-20

Пример № 1 расчета эквивалентного уровня звука.

Уровни шума за 8-часовую рабочую смену составляли 80, 86 и 94 дБА в течение 5, 2 и 1 часа соответственно. Этим временам соответствуют поправки по табл. 32, равные -2, -6, -9 дБ. Складывая их с уровнями шума, получаем 78, 80, 85 дБА. Теперь, используя табл. 30, складываем эти уровни попарно: сумма первого и второго дает 82 дБА, а их сумма с третьим - 86,7 дБА. Округляя, получаем окончательное значение эквивалентного уровня шума 87 дБА. Таким образом, воздействие этих шумов равносильно действию шума с постоянным уровнем 87 дБА в течение 8 ч.

Пример № 2 расчета эквивалентного уровня звука.

Прерывистый шум 119 дБА действовал в течение 6-часовой смены суммарно в течение 45 мин (т. е. 11 % смены), уровень фонового шума в паузах (т. е. 89 % смены) составлял 73 дБА. По табл. 34 поправки равны -9 и -0,6 дБ: складывая их с соответствующими уровнями шума, получаем 110 и 72,4 дБА, и поскольку второй уровень значительно меньше первого (табл. 34), им можно пренебречь. Окончательно получаем эквивалентный уровень шума за смену 110 дБА, что превышает допустимый уровень 80 дБА на 30 дБА.

Одним из наиболее эффективных способов снижения шумового воздействия является введение перерывов, т. е. рационализация режима труда в условиях воздействия интенсивного шума. Длительность дополнительных регламентированных перерывов устанавливается с учетом уровня шума, его спектра и средств индивидуальной защиты (табл. 37). Для тех групп работников, где по условиям техники безопасности не допускается использование противошумов (прослушивание сигналов и т. п.) учитывается только уровень шума и его спектр.

Таблица 37

Рекомендуемая длительность
регламентированных дополнительных перерывов в условиях
воздействия шума, мин

Уровни звука и валентные уровни звуча, дБА,	Частотная харак- теристика шума	Работа без противошумов		Работа с противошумами	
		До обеден- ного пере- рыва	После обе- денного пе- рерыва	До обеден- ного пере- рыва	После обе- денного пе- рерыва
до 95	низкочастотный	10	10	5	5
	среднечастотный	10	10	10	10
	высокочастотный	15	15	10	10
до 105	низкочастотный	15	15	10	10
	среднечастотный	15	15	10	10
	высокочастотный	20	20	10	10
до 115	низкочастотный	20	20	10	10
	среднечастотный	20	20	10	10
	высокочастотный	25	25	15	15
до 125	низкочастотный	25	25	15	15
	среднечастотный	25	25	15	15
	высокочастотный	30	30	20	20

Примечание. Длительность перерыва в случае воздействия импульсного шума должна быть такой же, как для постоянного шума с уровнем на 10 дБА выше импульсного. Например, для импульсного шума 105 дБА, длительность

перерывов должна быть такой же, как при постоянном шуме в 115 дБА.

Отдых в период регламентированных перерывов следует проводить в специально оборудованных помещениях. Во время обеденного перерыва работающие при воздействии повышенных уровней шума также должны находиться в оптимальных акустических условиях (при уровне звука не выше 50 дБА).

Защита временем в зависимости от класса условий труда устанавливается по согласованию с территориальными управлениями Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Спектр шума – это зависимость уровня звукового давления в частотных полосах от средних частот. Спектр можно представить в виде таблицы или ломаной линии. В качестве средней частоты октавной полосы принимают среднегеометрическую частоту:

$$f_{cp} = \sqrt{f_{1cp} f_{2cp}}, \text{ где} \quad (24)$$

f_{1cp} и f_{2cp} — крайние частоты полосы.

Спектр шума может быть низкочастотным (максимум уровня звукового давления находится в области частот ниже 300 Гц), среднечастотным (область частот от 300 до 800 Гц) и высокочастотным (область частот более 800 Гц).

Важной характеристикой звукового (шумового) поля, области пространства, в которой наблюдается шум, является интенсивность звука. Она представляет собой поток энергии, переносимой звуковыми волнами в единицу времени через площадку 1 м^2 , ориентированную перпендикулярно направлению звукового воздействия. Интенсивность звука — векторная величина, измеряемая в ваттах на метр квадратный ($\text{Вт}/\text{м}^2$). Наибольшее воздействие на организм человека оказывает средняя во времени величина интенсивности.

Интенсивность и звуковое давление p связаны между собой соотношением:

$$I = \bar{p}^2 / \rho c, \text{ где} \quad (25)$$

\bar{p}^2 – средний квадрат звукового давления, Па²;

ρ – плотность среды, в которой распространяется звук, кг/м³;

c – скорость звука в данной точке среды, м/с.

Для воздуха независимо от атмосферного давления согласно

$$c = 20\sqrt{T}, \text{ где} \quad (26)$$

T – абсолютная температура воздуха, К.

Уровень интенсивности звука определяют по формуле (в дБ)

$$L_I = 10 \lg I / I_o, \text{ где} \quad (27)$$

$I_o = 10^{-12}$ – стандартное пороговое значение интенсивности, Вт/м².

Величина I_o выбрана такой, что при нормальных атмосферных условиях ($t = 20^\circ\text{C}$, $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$) уровень звукового давления L и уровень интенсивности L_I численно равны друг другу. Равенство этих величин упрощает акустические расчеты.

Если в данную точку пространства приходят некогерентные звуковые, волны (т.е волны, фазы которых в разные моменты времени отличаются друг от друга) с уровнями звукового давления L_i , то уровень звукового давления суммарного звука составит (в дБ)

$$L = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i}, \text{ где} \quad (28)$$

n — общее число независимых слагаемых уровней.

Эта формула соответствует условию, что интенсивности всех некогерентных источников складываются

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n \quad (29)$$

Поэтому, если имеется n одинаковых источников, каждый из которых создает в данной точке уровень звукового давления L_1 , суммарный уровень будет рассчитываться по формуле

$$L = L_1 + 10 \lg n. \quad (30)$$

Например, если один источник создает уровень $L_1 = 73$ дБ, то 100 источников создадут уровень $L = 73 + 10 \lg 100 = 93$ дБ.

Удвоение числа источников каждый раз увеличивает уровень на 3 дБ.

Для измерения шума и его спектра применяют шумомеры с соответствующими фильтрами и частотные анализаторы.

Измерения шума проводят для контроля соответствия фактических его уровней на рабочих местах установленным нормам, для оценки шумового режима в помещениях, разработки мероприятий по снижению шума и оценки эффективности этих мероприятий.

Контрольные вопросы

1. Дать определение шума.
2. Перечислить основные физические параметры шума.
3. Охарактеризуйте понятие «спектр шума».
4. Охарактеризуйте действие шума на организм человека.
5. Понятие о нормировании шума.

Тема 10. Медико-биологическая оценка влияния производственной пыли на организм человека

1. Цель занятия:

– ознакомить студентов с методами оценки состояния здоровья работников при пылевом воздействии.

Задачи занятия:

– ознакомиться с методикой расчета пылевой нагрузки на организм;
– ознакомиться с принципом защиты временем при воздействии аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПФД).

Требования к уровню освоения занятия:

необходимо знать:

– классификацию пыли, воздействующей на организм человека;
– методику расчета пылевой нагрузки на органы дыхания.

необходимо уметь оценивать и объяснять:

– механизм воздействие пыли на организм человека в процессе трудовой деятельности;
– результаты расчета пылевой нагрузки на органы дыхания человека.

приобрести навыки:

– по расчету пылевого воздействия на организм человека;

Основные понятия, характеризующие условия труда от воздействия пыли на организм человека

Вредный фактор рабочей среды – фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работника может вызывать профессиональное заболевание или другое нарушение состояния здоровья, повреждение здоровья потомства. Вредными факторами могут быть: аэрозоли (пыли) преимущественно фиброгенного действия.

ПДК – уровни вредных факторов рабочей среды, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч, но не более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не должны вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследо-

ваний, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений. Соблюдение гигиенических нормативов не исключает нарушение состояния здоровья у лиц с повышенной чувствительностью.

При большей длительности смены в каждом конкретном случае возможность работы должна быть согласована с территориальными управлениями Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека с учетом показателей здоровья работников (по данным периодических медицинских осмотров), наличия жалоб на условия труда и обязательного соблюдения гигиенических нормативов.

Гигиенические критерии при воздействии аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПФД) на органы дыхания человека

Степень вредности при профессиональном контакте с аэрозолями преимущественно фиброгенного действия (АПФД) определяют исходя из фактических величин среднесменных концентраций АПФД и кратности превышения среднесменных ПДК (табл. 38).

Таблица 38

Классы условий труда в зависимости от содержания в воздухе рабочей зоны АПФД, пылей, содержащих природные и искусственные волокна, и пылевых нагрузок на органы дыхания (кратность превышения ПДК и КПН) [Руководство]

Аэрозоли	Класс условий труда					
	допустимый	вредный				опасный***
		2	3.1	3.2	3.3	
Высоко- и умереннофиброгенные АПФД* ; пыли, содержащие природные (асбесты, цеолиты) и искусственные (стеклянные, керамические, углеродные и др.) минеральные волокна	\leq ПДК \leq КПН	1,1 – 2,0	2,1 – 4,0	4,1 – 10	> 10	-
Слабофиброгенные АПФД**	\leq ПДК \leq КПН	1,1 – 3,0	3,1 – 6,0	6,1 – 10	>10	-
<p>* Высоко- и умеренно фиброгенные пыли (ПДК \leq 2 мг/м³).</p> <p>** Слабофиброгенные пыли (ПДК > 2 мг/м³).</p> <p>*** Органическая пыль в концентрациях, превышающих 200–400 мг/м³, представляет опасность пожара и взрыва.</p>						

Основным показателем оценки степени воздействия АПФД на органы дыхания работника является пылевая нагрузка. В случае, если отмечается превышение превышения среднесменной ПДК фиброгенной пыли, то расчет пы-

левой нагрузки является обязательным.

Пылевая нагрузка (ПН) на органы дыхания работника – это реальная или прогностическая величина суммарной экспозиционной дозы пыли, которую работник вдыхает за весь период фактического (или предполагаемого) профессионального контакта с пылью.

Пылевая нагрузка на органы дыхания работника (или группы работников, если они выполняют аналогичную работу в одинаковых условиях) рассчитывается, исходя из следующих условий: 1. фактических среднесменных концентраций АПФД в воздухе рабочей зоны; 2. объема легочной вентиляции (зависит от тяжести труда); 3. продолжительности контакта органов дыхания с пылью. Расчет пылевой нагрузки на органы дыхания проводится по следующей формуле

$$ПН = K^X N^X T^X Q, \quad \text{где:}$$

ПН – пылевая нагрузка на органы дыхания;

K – фактическая среднесменная концентрация пыли в зоне дыхания работника, мг/м³;

N – число рабочих смен, отработанных в календарном году в условиях воздействия АПФД;

T – количество лет контакта с АПФД;

Q – объем легочной вентиляции за смену, м³.

Для определения пылевой нагрузки на органы дыхания работника рекомендуется использовать следующие усредненные величины объемов легочной вентиляции, которые зависят от уровня энерготрат и, соответственно, категорий работ в соответствии с СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»:

для работ категории Ia –Iб объем легочной вентиляции за смену составляет 4 м³;

для работ категории IIa –IIб объем легочной вентиляции за смену составляет 7 м³;

для работ категории III объем легочной вентиляции за смену составляет

10 мЗ.

Полученные значения фактической ПН сравнивают с величиной контрольной пылевой нагрузки (КПН), под которой понимают пылевую нагрузку, сформировавшуюся при условии соблюдения среднесменной ПДК пыли в течение всего периода профессионального контакта с пылевым фактором.

Так, контрольная пылевая нагрузка (КПН) для высоко и умеренно фиброгенной пыли, рассчитанная из величины ПДК равной 2 мг/м³, 25 лет стажа работы и 250 рабочих смен в году составляет 120 г.; контрольная пылевая нагрузка (КПН) для слабо фиброгенной пыли равна 600 г (расчет проведен из величины ПДК равной 10 мг/м³, 25 лет стажа работы и 250 смен в году); контрольная пылевая нагрузка (КПН) для асбестсодержащей пыли – 60 мг/м³ (при работе в течение 25 лет и 250 смен в году); контрольная пылевая нагрузка (КПН) может быть рассчитана как персонально для работника, так и для всей профессиональной группы.

Кратность превышения контрольных пылевых нагрузок указывает на вредные условия труда по данному фактору. При превышении контрольных пылевых нагрузок рекомендуется использовать принцип «защиты временем».

Защита временем при воздействии аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПФД) на органы дыхания

Для оценки возможности продолжения работы в конкретных условиях труда и расчета допустимого стажа работы в данных условиях труда (для вновь принимаемых на работу) необходимо сопоставление фактических и контрольных уровней пылевой нагрузки. Если фактические пылевые нагрузки (ПН) не превышают контрольные пылевые нагрузки (КПН), то данный факт подтверждает возможность продолжения работы в тех же условиях.

Однако, если отмечается превышение фактической пылевой нагрузки относительно контрольной пылевой нагрузки (КПН) необходимо рассчитать стаж работы (T_1), при котором ПН не будет превышать КПН. При

этом КПН рекомендуется определять за средний рабочий стаж, равный 25 годам в зависимости от вида пыли. В тех случаях, когда продолжительность работы более 25 лет, расчет следует производить исходя из реального стажа работы.

$$T_1 = \frac{КПН_{25}}{K \times N \times Q}, \text{ где}$$

T_1 – допустимый стаж работы в данных условиях;

$КПН_{25}$ – контрольная пылевая нагрузка за 25 лет работы в условиях соблюдения ПДК;

K – фактическая среднесменная концентрация пыли;

N – количество смен в календарном году;

Q – объем легочной вентиляции за смену.

При этом значение K принимается как средневзвешенная величина за все периоды работы:

$$K = \frac{K_1 \times t_1 + K_2 \times t_{21} + \dots + K_n \times t_n}{\sum t}, \text{ где}$$

$K_1 - K_n$ – фактические среднесменные концентрации пыли за отдельные периоды работы;

$t_1 - t_n$ – периоды работы, за время которых фактические концентрации пыли были постоянны.

Величина Q рассчитывается за отдельные периоды работы, в зависимости от категории работ (тяжести труда).

В случае изменения уровней запыленности воздуха рабочей зоны или категории работ (объема легочной вентиляции за смену) фактическая пылевая нагрузка рассчитывается как сумма фактических пылевых нагрузок за каждый период, когда указанные показатели были постоянными. При расчете контрольной пылевой нагрузки также учитывается изменение категории работ в различные периоды времени.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) асбестосодержащих пылей
в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	Величина ПДК (мг/м ³)	Преимущественное агрегатное состояние в воздухе в условиях производства	Класс опасности	Особенности действия на организм
1458. Силикатсодержащие пыли, силикаты, алюмосиликаты: а) асбесты природные (хризотил, антофиллит, актинолит, тремолит, магнезиарфведсонит) и синтетические асбесты, а также смешанные асбестопородные пыли при содержании в них асбеста более 20%;	2/0,5	а	3	Ф, К
б) асбестопородные пыли при содержании в них асбеста от 10 до 20% ;	2/1	а	3	Ф, К
в) асбестопородные пыли при содержании в них асбеста менее 10%;	4/2	а	3	Ф,К
г) асбестоцемент неокрашенный и цветной при содержании в нем диоксида марганца не более 5%, оксида хрома – не более 7%, оксида железа – не более 10%;	6/4	а	4	Ф,К
д) асбестобакелит, асбесторезина	10/4	а	3	Ф
Примечание:				
а – аэрозоль, К – канцерогены, Ф – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. В числителе – максимально разовая, а в знаменателе – среднесменная ПДК.				

Задания и порядок выполнения практической работы

По варианту задания Таблица 40 (порядковый номер в журнале учета успеваемости):

1. рассчитать пылевую нагрузку (ПН) на органы дыхания; исходя из – вида пыли, ее ПДК сс; – фактической среднесменной концентрации (ФССК); – стажа работы; – количества смен в году;
2. Определить контрольную пылевую нагрузку (КПН) за 25 лет работы в пылевой обстановке.
2. Сравнить полученный результат расчета ПН с КПН и определить возможность продолжения работы в этих условиях;
3. Рассчитать, допустимый стаж работы при воздействии АПФД.

Таблица 40

№№ вари-анта	Ситуационная задача
1	Рабочий – дробильщик гранита проработал 7 лет в условиях воздействия пыли, содержащей 60% SiO ₂ . Фактическая среднесменная концентрация (ФССК) пыли в зоне дыхания дробильщика за этот период составляла 3 мг/м ³ . Категория работ – Пб. Среднесменная ПДК данной пыли – 2 мг/м ³ . Число рабочих смен в календарном году – 250.
2	Рабочий работает в контакте с пылью, содержащей асбест более 20% по массе. ПДКсс данной пыли – 0,5 мг/м ³ . Общий стаж работы – 15 лет. Первые 5 лет фактическая среднесменная концентрация (ФССК) пыли в зоне дыхания составляла 10 мг/м ³ , категория работ – III (объем легочной вентиляции – 10 м ³ в смену). Следующие 6 лет ФССК была равна 3 мг/м ³ , при категории работ – IIa (объем легочной вентиляции за смену – 7 м ³) и последние 4 года ФССК составляла 0,9 мг/м ³ , категория работ – IIa. Среднее количество рабочих смен в году – 250.
3	Работник при наличии общего стажа работы 5 лет на производстве гранитных плит с ФССК пыли в зоне дыхания 8 мг/м ³ , категория работ III. поступает на работу, где будет контактировать с ас-

	бестсодержащей пылью при следующих условиях: фактическая средне сменная концентрация (ФССК) составит 0,9 мг/м ³ , категория работ – Па (объем легочной вентиляции – 7 м ³). Среднее количество рабочих смен в году – 250.
4	Машинист дробильной установки имеет трудовой стаж 18 лет. Первые 10 лет он работал в условиях воздействия пыли, содержащей 60% SiO ₂ при фактической среднесменной концентрации (ФССК) пыли в зоне дыхания 3 мг/м ³ , категория работ – III. Среднесменная ПДК данной пыли – 2 мг/м ³ . Число рабочих смен в календарном году – 250.
5	Рабочий работает в контакте с пылью, содержащей асбест от 10% до 20% по массе. ПДКсс данной пыли – 1 мг/м ³ . Общий стаж работы – 16 лет. Первые 6 лет фактическая средне сменная концентрация (ФССК) пыли в зоне дыхания составляла 8 мг/м ³ , категория работ – Пб. Следующие 10 лет ФССК была равна 5 мг/м ³ , при категории работ – Па (объем легочной вентиляции за смену – 7 м ³),. Среднее количество рабочих смен в году – 250.
6	Работник, ранее проработавший на дроблении гранита 3 года (SiO ₂ – 60%, ФССК – 5 мг/м ³ , категория труда III), переходит на работу, где будет контактировать с асбестосодержащей пылью при следующих условиях: фактическая средне сменная концентрация (ФССК) составит 0,9 мг/м ³ , категория работ – Па (объем легочной вентиляции – 7 м ³). ПДКсс – 1 мг/м ³ . Среднее количество рабочих смен в году – 250.
7	Рабочий каменного карьера работает 8 лет в условиях воздействия пыли, содержащей от 10% до 70% SiO ₂ . Фактическая среднесменная концентрация (ФССК) пыли в зоне дыхания дробильщика за этот период составляла 3 мг/м ³ . Категория работ – Пб, а объем легочной вентиляции равен 7 м ³ . Среднесменная ПДК данной пыли – 2 мг/м ³ . Число рабочих смен в календарном году – 250.

8	<p>При производстве асбестоцементных изделий рабочий работает в контакте с пылью, содержащей асбест менее 10% по массе.</p> <p>ПДКсс данной пыли – 2 мг/м³. Общий стаж работы – 13 лет. Первые 8 лет фактическая средне сменная концентрация (ФССК) пыли в зоне дыхания составляла 10 мг/м³, категория работ – III (объем легочной вентиляции – 10 м³ в смену). Следующие 5 лет после механизации работ ФССК составляет 3 мг/м³, объем легочной вентиляции за смену – 7 м³. Среднее количество рабочих смен в году – 250.</p>
9	<p>При дроблении негабаритов в карьере по разработке и добычи асбестосодержащих минералов машинист установки контактирует с асбестосодержащей пылью при следующих условиях: фактическая средне сменная концентрация (ФССК) составит 2 мг/м³, категория работ – IIa (объем легочной вентиляции – 7 м³). ПДК максимально-разовая – 4 мг/м³ Среднее количество рабочих смен в году – 250.</p>
10	<p>Рабочий каменного карьера по добыче гранита проработал 10 лет в условиях воздействия пыли, содержащей 60% SiO₂. Фактическая среднесменная концентрация (ФССК) пыли в зоне дыхания дробильщика за этот период составляла 3 мг/м³. Категория работ – III. Среднесменная ПДК данной пыли – 2 мг/м³. Число рабочих смен в календарном году – 250.</p>
11	<p>Рабочий обрабатывает изделия, включающие в состав асбестовое волокно, при этом образуется пыль, содержащая асбест в витающей в воздухе пыли более 20% по массе. ПДКсс данной пыли – 0,5 мг/м³. Общий стаж работы – 10 лет. Первые 5 лет фактическая средне сменная концентрация (ФССК) пыли в зоне дыхания составляла 10 мг/м³, категория работ – III (объем легочной вентиляции – 10 м³ в смену). Следующие 5 лет ФССК составляла 0,9 мг/м³, категория работ – IIa. Среднее количество рабочих смен в</p>

	году – 250.
12	Работник контактирует с асбестосодержащей пылью, содержащей волокна асбеста в свободном состоянии, при следующих условиях: фактическая средне сменная концентрация (ФССК) составит 0,9 мг/м ³ , объем легочной вентиляции – 7 м ³ . Среднее количество рабочих смен в году – 250.
13	Дробильщик гранита проработал 7 лет в условиях воздействия пыли, содержащей 60% SiO ₂ . Фактическая среднесменная концентрация (ФССК) пыли в зоне дыхания дробильщика за этот период составляла 3 мг/м ³ . Категория работ – Пб, а объем легочной вентиляции равен 7 м ³ . Среднесменная ПДК данной пыли – 2 мг/м ³ . Число рабочих смен в календарном году – 250.
14	Рабочий работает в контакте с пылью, содержащей асбест более 20% по массе. ПДКсс данной пыли – 0,5 мг/м ³ . Общий стаж работы – 15 лет. Первые 5 лет фактическая средне сменная концентрация (ФССК) пыли в зоне дыхания составляла 10 мг/м ³ , категория работ – III (объем легочной вентиляции – 10 м ³ в смену). Следующие 6 лет ФССК была равна 3 мг/м ³ , при категории работ – IIa (объем легочной вентиляции за смену – 7 м ³) и последние 4 года ФССК составляла 0,9 мг/м ³ , категория работ – IIa. Среднее количество рабочих смен в году – 250.
15	Работник поступает на работу, где будет контактировать с асбестосодержащей пылью при следующих условиях: фактическая средне сменная концентрация (ФССК) составит 0,9 мг/м ³ , категория работ – IIa (объем легочной вентиляции – 7 м ³). Среднее количество рабочих смен в году – 250.
16	Дробильщик гранита проработал 10 лет в условиях воздействия пыли, содержащей 60% SiO ₂ . Фактическая среднесменная концентрация (ФССК) пыли в зоне дыхания дробильщика за этот период составляла 3 мг/м ³ . Категория работ – III. Среднесменная

	ПДК данной пыли – 2 мг/м ³ . Число рабочих смен в календарном году – 250.
17	Рабочий работает в контакте с пылью, содержащей асбест более 20% по массе. ПДКсс данной пыли – 0,5 мг/м ³ . Общий стаж работы – 16 лет. Первые 5 лет фактическая средне сменная концентрация (ФССК) пыли в зоне дыхания составляла 10 мг/м ³ , категория работ – III (объем легочной вентиляции – 10 м ³ в смену). Следующие 6 лет ФССК была равна 3 мг/м ³ , при категории работ – IIa (объем легочной вентиляции за смену – 7 м ³) и последние 5 года ФССК составляла 0,9 мг/м ³ , категория работ – IIa. Среднее количество рабочих смен в году – 250.
18	Работник, после 10 лет работы на каменном карьере по добыче гранита содержащего, 60% SiO ₂ , ФССК – 5 мг/м ³ , поступает на работу, где будет контактировать с асбестосодержащей пылью при следующих условиях: фактическая средне сменная концентрация (ФССК) составит 0,9 мг/м ³ , категория работ – IIa (объем легочной вентиляции – 7 м ³). Среднее количество рабочих смен в году – 250.
19	Дробильщик гранита проработал 7 лет в условиях воздействия пыли, содержащей 60% SiO ₂ . Фактическая среднесменная концентрация (ФССК) пыли в зоне дыхания дробильщика за этот период составляла 3 мг/м ³ . Категория работ – IIб, а объем легочной вентиляции равен 7 м ³ . Среднесменная ПДК данной пыли – 2 мг/м ³ . Число рабочих смен в календарном году – 250.
20	Рабочий работает в контакте с пылью, содержащей асбест более 20% по массе. ПДКсс данной пыли – 0,5 мг/м ³ . Общий стаж работы – 15 лет. Первые 5 лет фактическая средне сменная концентрация (ФССК) пыли в зоне дыхания составляла 10 мг/м ³ , категория работ – III (объем легочной вентиляции – 10 м ³ в смену). Следующие 6 лет ФССК была равна 3 мг/м ³ , при категории работ – IIa

	(объем легочной вентиляции за смену – 7 м ³) и последние 4 года ФССК составляла 0,9 мг/м ³ , категория работ – Па. Среднее количество рабочих смен в году – 250.
21	Работник поступает на работу, где будет контактировать с асбестосодержащей пылью при следующих условиях: Фактическая средне сменная концентрация (ФССК) составит 0,9 мг/м ³ , категория работ – Па (объем легочной вентиляции – 7 м ³). Среднее количество рабочих смен в году – 250.
22	Дробильщик гранита проработал 10 лет в условиях воздействия пыли, содержащей 60% SiO ₂ . Фактическая среднесменная концентрация (ФССК) пыли в зоне дыхания дробильщика за этот период составляла 3 мг/м ³ . Категория работ – III. Среднесменная ПДК данной пыли – 2 мг/м ³ . Число рабочих смен в календарном году – 250.
23	Рабочий работает в контакте с пылью, содержащей асбест более 20% по массе. ПДКсс данной пыли – 0,5 мг/м ³ . Общий стаж работы – 16 лет. Первые 5 лет фактическая средне сменная концентрация (ФССК) пыли в зоне дыхания составляла 10 мг/м ³ , категория работ – III (объем легочной вентиляции – 10 м ³ в смену). Следующие 6 лет ФССК была равна 3 мг/м ³ , при категории работ – Па (объем легочной вентиляции за смену – 7 м ³) и последние 5 года ФССК составляла 0,9 мг/м ³ , категория работ – Па. Среднее количество рабочих смен в году – 250.
24	Работник поступает на работу, где будет контактировать с асбестосодержащей пылью при следующих условиях: <p style="text-align: center;">Фактическая средне сменная концентрация (ФССК) составит 0,9 мг/м³, категория работ – Па (объем легочной вентиляции – 7 м³).</p> <p style="text-align: center;">Среднее количество рабочих смен в году – 250.</p>
25	Рабочий работает в контакте с пылью, содержащей асбест более

<p>20% по массе. ПДКсс данной пыли – 0,5 мг/м³. Общий стаж работы – 15 лет. Первые 5 лет фактическая средне сменная концентрация (ФССК) пыли в зоне дыхания составляла 10 мг/м³, категория работ – III (объем легочной вентиляции – 10 м³ в смену). Следующие 6 лет ФССК была равна 3 мг/м³, при категории работ – IIa (объем легочной вентиляции за смену – 7 м³) и последние 4 года ФССК составляла 0,9 мг/м³, категория работ – IIa. Среднее количество рабочих смен в году – 250.</p>

Контрольные вопросы

1. Понятие о ПДК вредного фактора в производственной среде.
2. Гигиенические критерии степени опасности вредных факторов производственной среды.
3. Классификация пыли.
4. Характеристика основных свойств пыли.
5. Механизм действия пыли на органы дыхания.
6. Понятие о пылевой нагрузке на органы дыхания.
7. Понятие о защите временем при воздействии аэрозолей преимущественно фиброгенного действия.

Тема 11. Медико-биологическая оценка развития профессиональных заболеваний органов дыхания от воздействия пыли.

Цель занятия: – ознакомить студентов с уровнем распространенности и прогноза развития профессиональных заболеваний, связанных с пылевым воздействием на органы дыхания человека.

Задачи занятия:

– изучить основные понятия и причины возникновения пылевых профессиональных заболеваний;

Требования к уровню освоения занятия:

необходимо знать:

– характеристики профессиональных заболеваний;
– методы расчета интегрального показателя по прогнозированию профессиональных заболеваний пневмокониозами.

необходимо уметь оценивать и объяснять:

– результаты расчета интегрального показателя развития профессионального заболевания легких у работника.

приобрести навыки:

– по определению возможного процента развития профессионального заболевания легких у работника или вероятность их развития.

Задания и порядок выполнения практической работы

По номеру варианта ситуационной задачи (Табл. 41), который соответствует номеру ФИО студента в журнале преподавателя выполнить задание:

1. Рассчитать интегральный показатель развития профессионального заболевания органов дыхания – пневмокониозов.
2. Рассчитать пылевую экспозиционную дозу (ПЭД).
3. Определить риск возникновения профессионального заболевания органов дыхания, в %.
4. Определить срочность и элементный состав медико-оздоровительных мероприятий по профилактике пневмокониозов.
4. Определить, возможность развитие профессионального заболевания органов дыхания по результатам, полученным при решении ситуационных задач.

Варианты ситуационных задач

№/№ Вари анта	Показатели для расчета риска заболевания пневмокониоз								
	X1	X2	X3	X4 ПЭД	K1	K2	K3	R	% вероятности развития профессионального пневмокониоза
1	66	45	5	2,5	0,6	2,3	1,3		
2	35	10	10	5	0,6	2,3	1,3		
3	36	10	10	7,5	1	2,3	1,8		
4	40	15	15	8,5	1	2,3	1,6		
5	25	5	5	2	1	2,3	1,6		
6	38	20	10	3	1	2,3	1,8		
7	45	25	20	2,8	0,8	1,9	1,5		
8	30	8	8	1,9	1,2	2,0	1,1		
9	35	15	10	4,0	0,8	1,6	1,3		
10	28	7	5	1,2	0,6	0,8	1,5		
11	56	36	15	0,8	1	0,6	1,6		
12	60	40	20	7,5	1	2,3	1,8		
13	48	26	16	8,5	1,2	2,3	1,3		
14	50	25	20	2	0,6	1,9	1,6		
15	55	35	20	3	0,8	2,3	1,8		
16	37	20	16	2,8	0,6	1,3	1,1		
17	33	10	5	1,9	1	0,75	1,1		
18	28	9	7	4,0	0,8	2,3	1,3		
19	37	20	16	1,2	0,6	1,6	1,5		
20	33	10	5	0,8	1,2	0,8	1,6		
21	28	9	7	7,5	1	2,0	1,8		
22	37	20	16	8,5	0,8	1,9	1,3		
23	40	15	15	2	0,6	2,3	1,6		
24	25	5	5	3	0,8	2,2	1,8		

25	38	20	10	2,8	1,2	2,3	1,1		
----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	--	--

Длительное воздействие повышенных концентраций пыли приводит к возникновению тяжелых профессиональных заболеваний органов дыхания - пневмокониозов и пылевого бронхита.

Нозологическая форма пневмокониозов (от латинских слов *pneumon* - легкие и *conia* - пыль) определяется вещественным составом аэрозолей. В угольной промышленности распространены силикоз (наиболее тяжелое заболевание) от воздействия пыли с высоким содержанием диоксида кремния, антракоз от воздействия угольной пыли и антракосиликоз от воздействия угольно-породной пыли.

Ведущим фактором в развитии пневмокониозов является количество пыли, накопившейся в легких. Основными факторами, влияющими на поступление пылевых частиц в организм и их задержку в органах дыхания, являются концентрация пыли во вдыхаемом воздухе и время ее воздействия, размеры частиц (дисперсность), их плотность (удельный вес), растворимость, объем дыхания в зависимости от тяжести труда, а также индивидуальная чувствительность организма.

Механизм первичной задержки частиц в органах дыхания в основном определяется инерционным и гравитационным осаждением, а также диффузией. Задержка частиц в различных отделах органов дыхания в основном определяется их дисперсностью и аэродинамическим диаметром.

При сравнении результатов биологического действия аэрозольных частиц различной формы, размеров, минерального и химического состава их величину выражают через эквивалентный диаметр сферических частиц на основе равных объемов, масс или аэродинамических свойств. Наибольшее употребление имеет условная единица, называемая аэродинамическим диаметром, характеризующим количественные показатели первичного отложения не волокнистых частиц с диаметром более 0,5 мкм за счет гравитационного и инерционного эффектов.

Развитие пневмокониозов определяется накоплением в альвеолах легких пылевых частиц с аэродинамическим диаметром приблизительно 2,5 мкм. Более крупные частицы диаметром до 8 мкм проникают в альвеолы здорового человека в небольшом количестве, составляя несколько процентов от вдыхаемых частиц, однако они гораздо медленнее выводятся из легких. Наименьшее отложение в альвеолярной ткани характерно для частиц менее 0,5 мкм.

Следствием накопления пыли в легких является развитие пневмокониоза – стадийного прогрессирующего процесса формирования фиброза с комплексом воспалительных и компенсаторно-приспособительных реакций в бронхах и легочной ткани. Результатом этих изменений является дыхательная, а в поздних тяжелых стадиях заболевания - сердечная недостаточность.

Аэрозольные частицы диаметром 10 мкм и более оседают в основном в бронхах здорового человека и являются одной из основных причин развития профессионального пылевого бронхита.

Интермиттирующий и постоянный характер воздействия пылевого фактора при одинаковой пылевой нагрузке на легкие имеют различное значение. При интермиттирующем воздействии и наличии пиковых концентраций, превышающих средние в 5 и более раз, скорость выведения пыли из легких уменьшается, что приводит к более выраженному фиброгенному действию. Поэтому величина пиков концентраций пыли, и продолжительность их действия должны быть ограничены.

Помимо профессиональных заболеваний воздействие на организм работающих высоких концентраций пыли приводит к развитию профессионально обусловленных хронических неспецифических заболеваний легких и верхних дыхательных путей.

Метод расчета вероятности профессионального заболевания у работающих в контакте с пылевым фактором

1. Расчет интегрального показателя

В основу метода расчета положены результаты неоднократных, выполненных специалистами НИИ медицины труда РАМН, углубленных медицин-

ских осмотров стажированных групп рабочих, имевших длительный контакт с повышенными концентрациями аэрозолей преимущественно фиброгенного действия в условиях эксплуатации рудных и россыпных месторождений, в том числе расположенных на Крайнем Севере России, а также поправочных коэффициентов, учитывающих специфику их освоения. Для расчета вероятности (риска) заболевания пневмокониозами используется значение интегрального показателя линейной дискриминантной функции, записанной в следующем виде:

$$R = 8,6 X_1 + 6,0 X_2 + 19,4 X_3 K_1 + 6,4 X_4 K_2 K_3, \quad \text{где} \quad (1)$$

R – интегральный показатель развития профессионального заболевания системы дыхания человека – пневмокониозов;

X₁ – возраст работающего, годы;

X₂ – общий стаж его работы, годы;

X₃ – стаж работы в контакте с пылью, годы;

X₄ – содержание пыли в воздухе рабочей зоны (пылевая экспозиционная доза, ПЭД), мг/м³;

K₁ – коэффициент, учитывающий содержание свободного диоксида кремния (табл.42);

K₂ – коэффициент, учитывающий дисперсный состав частиц ингалируемой (вдыхаемой) пыли, ее минеральный состав и концентрацию в воздухе рабочей зоны (табл.43);

K₃ – коэффициент, учитывающий тяжесть труда и связанный с этим объемом легочной вентиляции (44).

Значения коэффициента K₂, учитывающего дисперсный состав и другие свойства ингалируемого аэрозоля, приведены в табл.43. Величина коэффициента определена в результате анализа материалов многочисленных (более 5 тыс.) двухступенчатых гравиметрических измерений концентраций пыли в воздухе рабочей зоны предприятий горнодобывающей промышленности России.

Таблица 42

Значение коэффициента К1 в зависимости от содержания
свободного диоксида кремния (СДК)

Содержание свободного диоксида кремния (СДК)	Менее 2,0	2,1-10,0	10,1-70,0	70,1 и более
Значение К1	0,6	0,8	1	1,2

Таблица 43

Значение коэффициента К2 в зависимости от кратности
превышения ПДК разных видов пыли в воздухе рабочей зоны

Вид пыли и содержание в ней СДК	Значения К2 при кратности превышения ПДК		
	1,1-2,0 ПДК	2,1-5,0 ПДК	5,1-10,0 ПДК
Породная (10-70%)	2,3	2,3	2,3
Углеродная (5-10%)	2,3	2,3 – 1,9	1,9 – 1,1
Антрацитовая (до 5%)	2,3 – 2,0	2,0 – 1,3	1,3 – 0,75
Каменноугольная (до 5%)	2,2 – 1,5	1,5 – 0,8	0,8 – 0,47

Таблица 44

Значение коэффициента К3 в зависимости от категории условий
труда по показателям тяжести трудового процесса

Показатель	Категории тяжести труда				
	1а – легкая работа	1б – легкая работа	2а – средней тяжести работа	2б – средней тяжести работа	3 – тяжелая работа
К3	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8

После вычисления значения R по табл.45 определяется возможный процент заболеваний или вероятность (риск) их развития.

Таблица 45

Зависимость профессионального риска заболевания
от значения интегрального показателя R

R	1000 - 1150	1151 - 1200	1201 - 1250	1251 - 1300	1301 - 1350	1351 - 1400	1401 - 1450	1451 - 1500	1501 - 1550	1551 - 1600	1601 - 1700
---	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Риск забо- ле- вани я, %	До 2	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90
--------------------------------------	------	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Значение R от 1000 до 1150 является спорной областью, где риск заболевания не превышает 2%.

2. Расчет пылевых экспозиционных доз (ПЭД)

Значение ПЭД зависит от концентрации пыли в воздухе рабочих мест и длительности пылевого воздействия – экспозиции. Расчет ПЭД проводится по формуле:

$$\text{ПЭД} = C T, \text{ мг годы/м}^3 \quad (2)$$

где C – средняя взвешенная по времени за анализируемый период средне-сменная концентрация пыли (X4), мг/м³;

T – анализируемый период времени (X3), годы.

Значения персональных ПЭД работающих не должны превышать значений предельных ПЭД. Предельная пылевая экспозиционная доза (ППЭД) соответствует расчетному риску заболевания R на уровне 5% при общем стаже работы в контакте с пылью 30 лет. При контакте работающих с одним видом пыли персональные ПЭД должны сопоставляться с ППЭД того же вида пыли. При контакте с пылями разного вида или при переходе работающего на работу с другими видами тяжести трудового процесса, то возможность продолжения работ в контакте с пылью определяется по формуле:

$$\text{ПЭД}_1/\text{ППЭД}_1 + \text{ПЭД}_2/\text{ППЭД}_2 + \dots + \text{ПЭД}_n/\text{ППЭД}_n \leq 1, \text{ где} \quad (3)$$

ПЭД₁ ... ПЭД_n - пылевые экспозиционные дозы, полученные работающим при работе с различными видами пыли и при разных показателях тяжести труда;

ППЭД₁ ... ППЭД_n - предельные пылевые экспозиционные дозы для тех же условий труда.

Значение ПЭД/ППЭД > 1 указывает на превышение предельных пылевых экспозиционных доз, что может способствовать развитию профессионального заболевания.

3. Рекомендации по регулированию ПЭД в условиях превышения ПДК аэрозолей.

Определение допустимого времени контакта с пылью, концентрации которой в воздухе превышают ПДК, за рабочую смену и/или период трудовой деятельности (ограничение стажа работы) осуществляют органы Госпотребнадзора по представлению работодателя применительно к профессиональным группам конкретного предприятия, когда снижение концентраций пыли в воздухе рабочей зоны до уровня ПДК по обоснованным технологическим причинам невозможно.

При создании систем учета и хранения данных по персональным ПЭД для расчета потенциального риска ущерба здоровью в режиме нарастания должны учитываться, как минимум, следующие основные факторы:

- возраст работающего, лет;
- общий стаж работы, годы;
- стаж работы в контакте с пылью, лет;
- средняя за период работы в контакте с пылью среднесменная концентрация пыли (допускается расчет среднесменных концентраций на основе величин максимально-разовых);
- категория условий труда по показателям тяжести трудового процесса;
- вещественный и дисперсный состав аэрозоля.

Эти данные должны обновляться в персональной карточке (или на магнитном носителе электронной системы) работающего в соответствии с периодичностью пылевого контроля на рабочих местах. Предельная ПЭД должна соответствовать расчетному риску заболевания, не превышающему 5%.

Работающие, накопившие предельную ПЭД, должны направляться на медицинский осмотр независимо от периодичности, устанавливаемой нормативными документами Минздрава.

При медицинском заключении о невозможности продолжения работы в условиях превышения ПДК пыли администрация обязана трудоустроить работающего на рабочее место, где содержание пыли в воздухе не превышает ПДК.

При медицинском заключении о возможности по состоянию здоровья работающего продолжать работу в условиях превышения ПДК пыли, очередной медицинский осмотр должен проводиться при каждом увеличении риска заболевания на 5%. При достижении показателя риска 20% работающий должен быть устранен от контакта с пылевым фактором независимо от состояния здоровья или трудоустроен на другую работу с допустимыми условиями труда.

Работающие в условиях превышения ПДК аэрозолей фиброгенного действия должны постоянно применять средства индивидуальной защиты, обеспечивающие должную очистку ингалируемого воздуха в течение всей рабочей смены, а также регулярно получать процедуры медико-биологической профилактики и профилактической терапии.

Профессиональных заболеваний от воздействия пыли на организм человека подразделяются на пылевые бронхиты и пневмокониозы (приложение к приказу МЗМП России от 14.03.96 г. № 90) (Таблица 46).

Таблица 46.

Причинно-следственная характеристика профессиональных заболеваний пневмокониозов и пылевых бронхитов

№ п/п	Наименование болезней	Опасные вредные вещества и производственные факторы, воздействие которых может приводить к возникновению профессиональных заболеваний	Примерный перечень проводимых работ, производств
2.1.	Пневмокониозы: силикоз, асбестоз, талькоз, коалиноз, пневмокониоз шлифовальщиков или наждачников от цементной и др. видов смешанной пыли и др.	Вдыхание пыли, содержащей диоксид кремния в свободном и связанном состоянии, рудничной, углеродсодержащей пыли (уголь, кокс, сажа), пыли металлов и их окислов, сварочный аэрозоль, пыли органических и искусственных минеральных волокон, пласт-	Работа в рудниках, шахтах, открытых карьерах, на обогатительных фабриках горнорудной и угольной промышленности, добыча и обработка нерудных пород и материалов и т.д.

	гиперчувствительные пневмониты	масс	
2. 2.	Биссиноз	Длительное вдыхание растительной пыли	Переработка хлопка, льна, джута в производстве текстиля
2. 3.	Профессиональный бронхит(пылевой, токсико-пылевой): необструктивный; обструктивный; астматический	Вдыхание всех выше указанных видов пыли, а также органической пыли растительного и животного происхождения. Одновременное действие пылевого, сенсibiliзирующего и химического фактора, в т.ч. взрывных газов в сочетании с неблагоприятными микроклиматическими условиями	Работы, указанные в п. 2.2, а также производства: мукомольно-крупяное, сахарное, фармацевтическое, а также другие виды работ, связанные с пылевыделением
2. 4	Эмфизема-бронхит с диффузной трахео-бронхиальной дискенизией	Вдыхание пыли, указанной в п.2.3., в т.ч. в сочетании с физическим напряжением	Работы, указанные в п. 2.3.
2. 5.	Тотальные дистрофические заболевания верхних дыхательных путей	Вдыхание пыли, указанной в п.2.3.	Работы, указанные в п. 2.3.

Профессиональный бронхит - прогрессирующее хроническое воспаление бронхов в ответ на воздействие промышленных аэрозолей различного химического состава с развитием диффузных, двухсторонних, дистрофических, склерозирующих процессов, сопровождающихся ограничением скорости воздушного потока, расстройством моторики бронхов бронхоспастического или дискинетического типа с формированием прогрессирующих дыхательных нарушений и исходом в хроническую легочно-сердечную недостаточность.

Согласно МКБ 10-го пересмотра профессиональный бронхит объединяет 3 нозологические формы – токсико-пылевой бронхит (J 68.4), пылевой необструктивный бронхит (J 41.0), пылевой обструктивный бронхит (J 44.8).

Пневмокониоз – хроническое заболевание легких, возникающее от вдыхания новообразованной производственной пыли, представляющее собой своеобразное иммунное воспаление, сопровождающееся стойкой диффузной со-

единительно-тканной реакцией фиброзного типа в виде диссеминированного процесса интерстициального и /или гранулематозного характера.

В соответствии с МКБ-10 к пневмокониозам относятся заболевания с шифрами J 60 – J 67.9. Наиболее часто встречаются: силикоз - J 62.8, асбестоз - J 61, антракосиликоз - J 60, пневмокониозы, вызванные другой неорганической пылью - J 63.8, пневмокониоз, связанный с туберкулезом – силикотуберкулез - J 65.

Классификация пневмокониозов, разработанная НИИ медицины труда РАМН РФ (Таблица 47) представлена в виде пневмокониозов, которые развиваются как:

– пневмокониоз, развивающиеся от воздействия высоко - и умеренно фиброгенных пыли с содержанием свободного диоксида кремния (SiO_2) > 10%

– силикоз, антракосиликоз, силикосидероз, силикосиликатоз. Эти пневмокониозы характеризуются рентгенологически диффузными изменениями гранулематозного, интерстициального или узлового типа в средних и нижних отделах легких; клинически - прогрессированием фиброзного процесса, осложнением течения туберкулезом;

– пневмокониоз, от слабо фиброгенной пыли (содержание SiO_2 < 10%) – асбестоз, каолиноз, карбокониозы, – пневмокониоз, вызываемый цементной пылью, – пневмокониоз от рентгеноконтрастных пылей (сидероз, в том числе от аэрозоля при электросварке или газорезке преимущественно железных изделий и др.). Этим формам пневмокониозов свойственен умеренно выраженный интерстициальный фиброз, доброкачественное и мало прогрессирующее течение, нередко осложняющееся неспецифической инфекцией и хроническим бронхитом, определяющим тяжесть состояния больных;

– пневмокониоз, от аэрозолей токсико-аллергенного действия (пыль, содержащая металлы-аллергены, пластмассы, полимеры, органические пыли и др.) – беррилюоз, алюминоз, легкое фермера и другие хронические гиперчувствительные пневмонии. При этих пневмокониозах распространенный интерстициальный и (или) гранулематозный процесс в легких отличается своеобразны-

ми клиническими проявлениями, в основе которых находится иммунопатологическое состояние, клинически характеризующееся в начальных стадиях картиной хронического бронхита, в виде бронхо-бронхиолита, альвеолита с прогрессирующим течением, переходящим в диффузный пневмофиброз.

Таблица № 47

Классификация пневмокониозов (ПК)

Показатели	Этиология пневмокониоза (ПК)		
	ПК от высоко - и умеренно фиброгенных пылей (силикоз, антра-силикоз, сидеросиликоз и др).	ПК от слабо фиброгенной пыли - силикатозы, карбокониозы, пневмокониозы от рентгеноконтрастной пыли)	ПК от аэрозолей токсико - аллергенного действия
Основные рентгенологические изменения	Диффузные изменения мономорфного, гранулематозного, интерстициального или узлового типа в средних и нижних отделах легких	Менее выраженные изменения мономорфного, гранулематозного, и/или интерстициального типов	Полиморфные гранулематозные и интерстициальные изменения, узловые образования
Особенности клинической картины	Малосимптомные, скудные клинические проявления хронически текущего процесса, не отражающие степень выраженности рентгенологической картины.	В неосложненных случаях малосимптомные, скудные клинические проявления, далее клиническая картина определяется осложнениями	Хронический волнообразно текущий патологический процесс. При обострении может соответствовать клиническим проявлениям гриппа, пневмонии, бронхобронхиолита
Течение болезни	-прогрессирующее (медленно или быстро) -непрогрессирующее - позднее развитие	прогрессирующее (чаще быстро) -непрогрессирующее с признаками рентгенологической регрессии	Медленно прогрессирующее, с признаками рентгенологической регрессии. Возможны различные варианты течения
Осложнения болезни	Туберкулез, ХОБЛ, спонтанный пневмоторакс	ХОБЛ, туберкулез	ХОБЛ, БА, спонтанный пневмоторакс
Основные механизмы патогенеза заболевания	Цитотоксическое действие SiO ₂ с активацией аутоиммунных реакций и развитием прогрессирующего диффузного пневмофиброза	Менее выраженное цитотоксическое действие с умеренным и медленным развитием диффузного пневмофиброза	Цитотоксическое и иммунопатологическое действие с развитием диффузного пневмофиброза

Медицинские противопоказания для работы в условиях пылеобразования имеют два направления. Первое направление – это общие медицинские противопо-

показания к допуску работы с вредными, опасными веществами и производственными факторами:

1. Возраст моложе 18 лет (ТК РФ).
2. Врожденные аномалии органов с выраженной недостаточностью их функций.
3. Органические заболевания центральной нервной системы со стойкими выраженными нарушениями функций.
4. Хронические психические заболевания и приравненные к ним состояния, подлежащие обязательному диспансерному динамическому наблюдению в психоневрологических диспансерах, эпилепсия с пароксизмальными расстройствами.
5. Наркомании, токсикомании, хронический алкоголизм.
6. Болезни эндокринной системы с выраженными нарушениями функций.
7. Злокачественные новообразования.
8. Злокачественные заболевания системы крови.
9. Гипертоническая болезнь III стадии (классификация ВОЗ).
10. Болезни сердца с недостаточностью кровообращения.
11. Хронические болезни легких с выраженной легочно-сердечной недостаточностью.
12. Бронхиальная астма тяжелого течения с выраженными функциональными нарушениями дыхания и кровообращения.
13. Активные формы туберкулеза любой локализации.
14. Язвенная болезнь желудка, двенадцатиперстной кишки с хроническим рецидивирующим течением и склонностью к кровотечениям.
15. Циррозы печени и активные хронические гепатиты.
16. Хронические болезни почек с явлениями почечной недостаточности.
17. Болезни соединительной ткани.
18. Болезни нервно-мышечной системы и опорно-двигательного аппарата со стойкими нарушениями функций.
19. Беременность и период лактации.
20. Привычное невынашивание и аномалии плода в анамнезе у женщин, планирующих деторождение.

21. Нарушения менструальной функции, сопровождающиеся маточными кровотечениями (кроме работ, связанных с напряжением зрения)

22. Глаукома некомпенсированная.

Второе направление – это дополнительные медицинские противопоказания для работы с пылью:

1. Тотальные аллергические и дистрофические заболевания верхних дыхательных путей.
2. Хронические заболевания бронхолегочной системы.
3. Искривление носовой перегородки, препятствующее носовому дыханию.
4. Хронические, частично рецидивирующие заболевания кожи.
5. Аллергические заболевания при контакте с аэрозолями, обладающими аллергическим действием.
6. Гиперпластический ларингит (при контакте с канцерогенными веществами).
7. Врожденные аномалии (пороки развития) органов дыхания и сердца.

Экспертиза связи хронического бронхита с профессией проводится в условиях стационара профцентра клинико-экспертной комиссией с учетом клинической картины заболевания, функциональных расстройств, при соответствующем профессиональном анамнезе и развитии заболевания в соответствии со следующими критериями определения профессиональной принадлежности хронического бронхита:

1. Наличие документированных данных о длительной работе во вредных условиях труда в контакте с поллютантами, подтвержденные санитарно-гигиенической характеристикой условий труда;
2. Эпидемиологические данные, свидетельствующие о высокой распространенности хронического бронхита у рабочих данного предприятия (производства);
3. Достоверная регистрация возникновения хронического бронхита в ЛПУ не ранее 8-10 лет работы во вредных условиях;
4. Особенности течения заболевания (первично-хроническое начало, постепенное развитие, длительный латентный период, скудные клинические проявления)

ния), выявленные при тщательном ретроспективном анализе данных ПМО, амбулаторной карты, историй болезни;

5. Период наблюдения (не менее 2-х лет), позволяющий убедиться в стабильности клинико-функциональных проявлений;

6. Клинико-функциональные формы хронического бронхита устанавливаются с учетом результатов обследования в динамике.

Для окончательного установления диагноза необходимо динамическое наблюдение за больным не менее 2 лет, а также документы, необходимые для решения вопроса о профессиональном генезе хронического бронхита: 1. Копия трудовой книжки, заверенная отделом кадров; 2. Санитарно-гигиеническая характеристика условий труда; 3. Данные предварительных и периодических медицинских осмотров; 4. Подробная выписка из амбулаторной карты, заверенная лечащим врачом (амбулаторная карта).

Для оценки возможности возникновения заболеваний работников необходимо использовать нормативный акт Р 2.2.1766 — 03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки».

Рекомендованы следующие медико-биологические показатели оценки профессионального риска:

1. Состояние здоровья по результатам периодических медосмотров;
2. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ);
3. Биологический и паспортный возраст в сравнении;
4. Смертность, недожитие, инвалидность и др.;
5. Нарушение репродуктивного здоровья и здоровья потомков.

Контрольные вопросы

1. Характеристика пыли как профессиональной вредности.
2. От каких факторов зависит интегральный показатель развития профессионального заболевания.
3. Как рассчитать пылевую экспозиционную дозу.
4. Медико-биологическая характеристика пылевых бронхитов.

5. Медико-биологическая характеристика пневмокониозов.
6. Медицинские противопоказания для работы в условиях повышенной запыленности воздуха рабочей зоны.
7. Какие критерии определяют профессиональную принадлежность к хроническим бронхитам.
8. Какие медико-биологические показатели позволяют провести оценку профессионального риска развития профессиональной пылевой патологии.

Тема 12. Расчетные методы определения доз ионизирующих излучений и контроля защиты от внешнего облучения

Цель занятия:

- ознакомить студентов с расчетными методами определения доз ионизирующих излучений;
- ознакомить студентов с безопасными условиями работы с радиоактивными веществами.

Задачи занятия:

- ознакомиться с методикой расчета доз ионизирующих излучений;
- провести расчеты защиты от внешних ионизирующих излучений.

Требования к уровню освоения занятия:

необходимо знать:

- виды ионизирующих излучений;
- принципы защиты от воздействия ионизирующих излучений.

необходимо уметь оценивать и объяснять:

- фактический радиационный фон с применением основных дозовых пределов ионизирующего излучения;
- результаты расчета защиты от воздействия ионизирующих излучений.

приобрести навыки:

- по обеспечению безопасных условий работы с радиоактивными веществами.
- по применению методики расчетов защиты от внешних ионизирующих излучений при составлении плана мероприятий по радиационной защите населения.

В основу расчетных методов положены некоторые закономерности распространения ионизирующих излучений в пространстве, взаимодействия их с различными веществами.

Основными из этих закономерностей являются следующие:

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

б) 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;

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

Пользуясь этими закономерностями, можно наметить основные принципы защиты от внешнего облучения:

1. Использование для работы источников с минимально возможным выходом ионизирующих излучений.

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 защиты является чрезвычайно эффективным, так как при увеличении 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 излучений с помощью защитных экранов (защита экранами).

При расчетной оценке внешнего облучения за счет корпускулярных излучений (нейтроны и др.) обычно ограничиваются определением внешних потоков, т. е. числа частиц, воздействующих па 1 см^2 облучаемой поверхности.

Поток излучений может быть определен по следующей формуле:

$$\Pi = \frac{\phi \cdot t}{4\pi R^2}, \quad (1)$$

где Π — поток излучения (частиц/см²);

ϕ — число частиц, испускаемых точечным источником за единицу времени;

t—время облучения;

R —расстояние от точечного источника до облучаемой точки.

Полученная путем расчета величина сопоставляется с предельно допустимым потоком данного излучения с данной энергией.

В случае фотонных излучений (рентгеновские или j-лучи) обычно рассчитывается доза внешнего облучения по следующей формуле:

$$D = \frac{P_0 \cdot t}{R^2}, \quad (2)$$

где D — доза внешнего облучения (P);

t — время облучения (ч);

P₀—мощность дозы, создаваемая источником на расстоянии 1 см (P/ч);

R—расстояние от источника до исследуемой точки (см).

Учитывая, что для большинства радиоактивных изотопов экспериментально определена мощность дозы j -излучения, создаваемая на расстоянии 1 см от точечного источника активностью в 1 мКи [эта величина называется гамма постоянной данного изотопа (Kj) и имеет размерность P · см² / (ч · мкюри)], для расчета дозы j -излучения можно воспользоваться следующей формулой:

$$D = \frac{Kj \cdot Q \cdot t}{R^2}, \quad (3)$$

где D—доза (P);

Kj —гамма-постоянная данного изотопа;

Q—активность источника (мКи); t—время облучения (ч); R—расстояние (см).

Если активность источника выражена в миллиграмм-эквивалентах радия, формула (3) принимает следующий вид:

$$D = \frac{8,4 \cdot m \cdot t}{R^2}, \quad (4)$$

где обозначения D, t, R такие же, как и в предыдущей формуле, 8,4—гамма-постоянная радия.

При использовании защитных экранов в знаменатель формул 1—4 должен быть введен коэффициент ослабления излучения данным экраном (k). Значение этого коэффициента зависит от вида излучения, его энергии, материала экрана и толщины. В практике этот коэффициент обычно берут из соответствующих таблиц.

Из выражения (4) следует, что активность одного и того же источника может быть выражена либо в милликюри, либо в миллиграмм-эквивалентах радия.

В тех случаях, когда осуществляется защита временем, расстоянием или изменением активности источника излучения, удобно пользоваться приводимой ниже сокращенной формулой:

$$0,1P = \frac{8,4 \cdot m \cdot t}{k \cdot R^2},$$

где $0,1P$ —предельно допустимая доза облучения за неделю (при 50 рабочих неделях в году).

Умножив левую и правую часть на 10000, получим:

$$1000 = \frac{8,4 \cdot m \cdot t}{k \cdot R^2},$$

где r —расстояние (м);

t —продолжительность работы в течение рабочей недели (ч).

Перенесем переменные величины в левую часть и упростим формулу, тогда:

$$\frac{m \cdot t}{k \cdot r^2} = 120. \tag{5}$$

С помощью данной формулы можно определить условия безопасной работы с радиоактивными веществами.

В данном случае 120—отвлеченный коэффициент, не имеющий размерности.

Примеры расчетов защиты от внешнего γ -облучения приведены ниже.

1. На определение защиты количеством. Рабочий имеет 40-часовую рабочую неделю, его рабочее место в 1 м от источника γ -излучения. С какой допустимой активностью источника излучения можно работать без защиты?

$$m = \frac{120 \cdot r^2}{t} = \frac{120 \cdot 1}{41}.$$

Следовательно: $m=3,0$ мг-экв радия.

2. На определение защиты временем. В лаборатории работают с источником излучения активностью в

100 мг-экв радия на расстоянии 0,5 м от него. Необходимо определить допустимое время пребывания на указанном расстоянии. По формуле получим:

$$t = \frac{120 \cdot r^2}{m} = \frac{120 \cdot 0,5^2}{100} = 0,3 \text{ ч в неделю.}$$

3. На определение защиты расстоянием. Медицинская сестра радиологического отделения в течение 36 ч работает с препаратами радия активностью 5 мг.

Определить допустимое расстояние, на котором можно находиться медицинской сестре указанное время:

$$r = \sqrt{\frac{m \cdot t}{120}} = \sqrt{\frac{5 \cdot 36}{120}} = 1,25 \text{ м,}$$

4. Защита экраном. Необходимая толщина экрана для γ -излучения находится в зависимости от энергии излучения, удельной активности источника, расстояния источника от рабочего места, длительности работы и материала экрана. Толщину экрана, которая ослабит дозу излучения от источника до предельно допустимой величины при данных условиях, можно рассчитать: 1) по таблицам, 2) по слоям половинного ослабления.

Пример расчета по таблицам. Измеренная на рабочем месте мощность физической дозы $P_0=60$ мкР/с. Источником γ -излучения является ^{60}Co со средней энергией квантов $E = 1,25$ МэВ. Найти толщину свинцового экрана, необходимую для ослабления этого излучения до $P_x = 0,76$ мкР/с.

Величину коэффициента ослабления излучения определяют по формуле:

$$k = \frac{p_0}{p_x},$$

где P_e —замеренная на рабочем месте мощность дозы;

P_x —предельно допустимая мощность дозы для данных условий.

В нашем примере:

$$r = \frac{p_0}{p_z} = \frac{60}{0,76} = 80,$$

В приложении 1 на пересечении линий, соответствующих кратности ослабления 80 и энергии излучения 1,25 МэВ, находим, что необходимая толщина экрана из свинца составляет 8см.

Сведения о толщине экрана в зависимости от материала представлены в приложении 1.

В том случае, если используются в качестве защиты экраны из других материалов (бетон, железо, кирпич, вода, чугун), то можно сделать перерасчет защиты по соотношению плотностей.

Ниже приводятся данные о плотности некоторых материалов (г/см³).

Алюминий	2,7	Железо	7,89
Бетон	2,1– 2,7	Кирпич	1,4– 1,9
Вода	1,0	Свинец	11,34
Воздух	0,00129	Чугун	7,2

При перерасчете толщины по плотностям следует исходить из следующего соотношения:

$\frac{D_1}{p_1} = \frac{D_2}{p_2}$, где d_1 – толщина защитного материала (свинца); p_1 – плотность защитного

D_2 p_1 материала (свинца); d_2 и p_2 – толщина и плотность искомого материала.

Задания и порядок выполнения практической работы

По варианту задания (Приложение 2) произвести расчеты защиты от внешнего источника радиации.

Приложение 1

Варианты заданий.

Вариант 1. Для измерения толщины стального проката в условиях горячей прокатки используется ^{137}Cs активностью 3 Ки. Определить толщину защиты из свинца, обеспечивающую на расстоянии 0,5 м от источника возможности безопасной работы для категории облучения А при работе 36 ч в неделю.

Вариант 2. К установке, предназначенной для хронического облучения растений на опытном поле, транспортируется в свинцовом контейнере точечный источник ^{60}Co , j -эквивалент которого равен 5000 г-экв радия.

Определить требуемую толщину стенок контейнера, если на время транспортировки (2 ч) рабочий, находящийся на расстоянии 1 м от контейнера, не должен получить дозу, превышающую предельно допустимую для профессионального облучения за неделю.

Вариант 3. Определить необходимую толщину защиты из бетона, если на расстоянии 4 м от оператора находится точечный источник ^{60}Co активностью 2 Ки, длительность работы 4 ч в день в течение недели.

Вариант 4. Какой толщины требуется защита из железа для уменьшения мощности дозы излучения точечного источника ^{131}I активностью 1 Ки до 0,8 мкР/с на расстоянии 0,6 м?

Вариант 5. Источник с эффективной энергией 0,7 МэВ и j -эквивалентом 100 мг-экв радия расположен на расстоянии 1 м от оператора. Какую защиту из железа необходимо предусмотреть для профессионального облучения в течение рабочей недели (6-часовой рабочий день).

Вариант 6. В пункт, находящийся на расстоянии 250 км от завода, транспортируется на автомашине источник активностью 950 мКи с эффективной энергией 2 МэВ и j -эквивалентом 2,5 мг-экв радия на 1 мКи, причем источник находится на расстоянии 0,5 м от сопровождающего лица. Средняя скорость автомобиля 50 км. Определить необходимую толщину стенки свинцового контейнера; доза при перевозке не должна превышать дневной дозы профессионального облучения.

Вариант 7. Защитное окно, находящееся около точечного источника ^{60}Co и заполненное водой, должно снизить мощность дозы \dot{D} -излучения источника в 5 раз. Определить необходимую толщину воды.

Вариант 8. Оператор работает 2 ч в день на расстоянии 2 м от источника ^{60}Co активностью 0,76 Ки. Какую защиту из свинца ($\rho=18,7$ г/см³) от \dot{D} -излучения ^{60}Co требуется предусмотреть, чтобы обеспечить допустимые условия профессионального облучения?

Вариант 9. Работая с удлиненными механическими манипуляторами, оператор находится на расстоянии 3 м от источника ^{60}Co . Раньше, находясь на расстоянии 1 м от источника, оператор работал с изотопом, погружая его под воду на глубину 0,3 м. Есть ли необходимость применить экраны при работе с новым манипулятором?

Вариант 10. Какой толщины должно быть защитное свинцовое стекло марки ТФ ($\rho=4,77$ г/см³) для шагового механического манипулятора, если работать не более 6 ч в день (36 ч в неделю) с точечным источником, эффективная энергия \dot{D} -излучения которого 1,5 МэВ, а \dot{D} -эквивалент не превышает 20 г-экв радия? Расстояние от источника до оператора 3 м.

Вариант 11. Какую толщину защитной бетонной стены в хранилище радиоактивных изотопов следует предусмотреть, чтобы на расстоянии 2 м снизить мощность дозы до 0,8 мкР/с, если в хранилище находятся точечные источники с общим \dot{D} -эквивалентом 10 мг-экв радия и эффективной энергией 0,9 МэВ?

Предусмотреть возможность перспективного увеличения активности источников.

Вариант 12. Защитный стерилизатор для радиоактивных игл и препаратов, предназначенный для работы с источниками \dot{D} -излучения с энергией до 1,25 МэВ, \dot{D} -эквивалент которых не превышает 40 мг-экв радия, имеет верхнюю защитную крышку из свинца. Определить необходимую толщину крышки, если на ее поверхности должна быть обеспечена мощность дозы не более 0,8

мкР/с и расстояние от радиоактивных игл и препаратов до наружной стороны крышки равно 30 см.

Вариант 13. Для измерения толщины стального проката в условиях горячей прокатки используется ^{137}Cs активностью 3 Ки. Определить толщину защиты из свинца, обеспечивающую на расстоянии 0,5 м от источника возможности безопасной работы для категории облучения А при работе 36 ч в неделю.

Вариант 14. К установке, предназначенной для хронического облучения растений на опытном поле, транспортируется в свинцовом контейнере точечный источник ^{60}Co , j-эквивалент которого равен 5000 г-экв радия.

Определить требуемую толщину стенок контейнера, если на время транспортировки (2 ч) рабочий, находящийся на расстоянии 1 м от контейнера, не должен получить дозу, превышающую предельно допустимую для профессионального облучения за неделю.

Вариант 15. Определить необходимую толщину защиты из бетона, если на расстоянии 4 м от оператора находится точечный источник ^{60}Co активностью 2 Ки, длительность работы 4 ч в день в течение недели.

Вариант 16. Какой толщины требуется защита из железа для уменьшения мощности дозы излучения точечного источника ^{131}I активностью 1 Ки до 0,8 мкР/с на расстоянии 0,6 м?

Вариант 17. Источник с эффективной энергией 0,7 МэВ и j-эквивалентом 100 мг-экв радия расположен на расстоянии 1 м от оператора. Какую защиту из железа необходимо предусмотреть для профессионального облучения в течение рабочей недели (6-часовой рабочий день).

Вариант 18 В пункт, находящийся на расстоянии 250 км от завода, транспортируется на автомашине источник активностью 950 мКи с эффективной энергией 2 МэВ и j-эквивалентом 2,5 мг-экв радия на 1 мКи, причем источник находится на расстоянии 0,5 м от сопровождающего лица. Средняя скорость автомобиля 50 км. Определить необходимую толщину стенки свин-

цового контейнера; доза при перевозке не должна превышать дневной дозы профессионального облучения.

Вариант 19. Защитное окно, находящееся около точечного источника ^{60}Co и заполненное водой, должно снизить мощность дозы β -излучения источника в 5 раз. Определить необходимую толщину воды.

Вариант 20. Оператор работает 2 ч в день на расстоянии 2 м от источника ^{60}Co активностью 0,76 Ки. Какую защиту из свинца ($\rho=18,7$ г/см³) от β -излучения ^{60}Co требуется предусмотреть, чтобы обеспечить допустимые условия профессионального облучения?

Вариант 21. Работая с удлиненными механическими манипуляторами, оператор находится на расстоянии 3 м от источника ^{60}Co . Раньше, находясь на расстоянии 1 м от источника, оператор работал с изотопом, погружая его под воду на глубину 0,3 м. Есть ли необходимость применить экраны при работе с новым манипулятором?

Вариант 22. Какой толщины должно быть защитное свинцовое стекло марки ТФ ($\rho=4,77$ г/см³) для шагового механического манипулятора, если работать не более 6 ч в день (36 ч в неделю) с точечным источником, эффективная энергия β -излучения которого 1,5 МэВ, а β -эквивалент не превышает 20 г-экв радия? Расстояние от источника до оператора 3 м.

Вариант 23. Какую толщину защитной бетонной стены в хранилище радиоактивных изотопов следует предусмотреть, чтобы на расстоянии 2 м снизить мощность дозы до 0,8 мкР/с, если в хранилище находятся точечные источники с общим β -эквивалентом 10 мг-экв радия и эффективной энергией 0,9 МэВ?

Предусмотреть возможность перспективного увеличения активности источников.

Вариант 24. Защитный стерилизатор для радиоактивных игл и препаратов, предназначенный для работы с источниками β -излучения с энергией до 1,25 МэВ, β -эквивалент которых не превышает 40 мг-экв радия, имеет верхнюю защитную крышку из свинца. Определить необходимую толщину крышки, ес-

ли на ее поверхности должна быть обеспечена мощность дозы не более 0,8 мкР/с и расстояние от радиоактивных игл и препаратов до наружной стороны крышки равно 30 см.

Вариант 25 В пункт, находящийся на расстоянии 250 км от завода, транспортируется на автомашине источник активностью 950 мКи с эффективной энергией 2 МэВ и j -эквивалентом 2,5 мг-экв радия на 1 мКи, причем источник находится на расстоянии 0,5 м от сопровождающего лица. Средняя скорость автомобиля 50 км. Определить необходимую толщину стенки свинцового контейнера; доза при перевозке не должна превышать дневной дозы профессионального облучения.

Контрольные вопросы

1. Виды ионизирующих излучений.
2. Характеристика источников внешнего излучения.
3. Характеристика источников внутреннего излучения
4. Механизмы биологического действия ионизирующих излучений на организм человека.
5. Принципы гигиенического нормирования ионизирующих излучений.
6. Принципы защиты от источников внутреннего и внешнего излучения.

Тема 13. Медико-профилактические мероприятия по улучшению состояния здоровья человека

Цель занятия – сформировать представления о механизмах медико-профилактических мероприятий по улучшению состояния здоровья человека.

Задачи занятия:

- определить медико-статистические показатели нарушения здоровья;
- изучить порядок проведения предварительных перед поступлением на работу и периодические медицинские осмотры работников;
- определить основной вредный производственный фактор, действующий на работника на его рабочем месте;
- определить состав врачебной комиссии и необходимого лабораторного исследования;
- перечислить медицинские противопоказания для работы на данном производстве.

Требования к уровню освоения занятия:

необходимо знать:

- сроки проведения периодических медицинских осмотров;
- кто определяет частоту проведения медицинских осмотров;
- показатели производственно-обусловленной заболеваемости.

необходимо уметь оценивать и объяснять:

- как действуют вредные факторы производственной среды на организм человека;
- какие мероприятия необходимо применять для улучшения состояния здоровья работников.

приобрести практические навыки: по использованию полученных знаний в оценке состояния здоровья работников.

Задания и порядок выполнения практической работы

В варианте ситуационной задачи (Приложение 2) (№ варианта соответствует номеру списка группы) определить:

1. Основной вредный производственный фактор и перечислить сопутствующие вредные факторы, действующие на организм работника на рабочем месте.
2. Срок проведения периодического медицинского осмотра.
3. Кто определяет частоту проведения медицинских осмотров.
4. Состав врачебной комиссии для проведения медицинских осмотров.
5. Необходимый уровень лабораторных исследований при проведении медицинских осмотров.
6. Медицинские противопоказания для работы на данном производстве.
7. Конспективно ответить на контрольные вопросы (в письменном виде).

Для выполнения поставленной цели и задач необходимо изучить и запомнить основные факторы, определяющие состояние здоровья человека. Это в первую очередь социально-экономические факторы (доступная медицинская помощь на государственном уровне, состояние экономики, условия труда и быта), что в итоге может составлять 60-70%, и во вторую очередь факторы окружающей среды (производственные, климатогеографические, техногенные), что составляет 20-25%. Третья очередь представлена наследственными на генном уровне факторами – 15-25%.

Оценка влияния социально-экономических факторов – это в основном прерогатива государственных институтов власти, а уменьшение воздействия факторов окружающей среды и наследственных на состояние здоровья уже зависит от самих работников. Негативное воздействие этих факторов связано с наличием экстремальных климатогеографических и экологических факторов в виде уменьшения или наоборот, увеличения содержания например, в природной воде, продуктах питания микроэлементов – йода, фтора, селена, кремния. И это при одновременном загрязнении атмосферного воздуха, почвы, воды антропогенными факторами химической, биологической, физической (шум, вибрация, излучения). В таблице № 48 представлен перечень заболеваний связанных с факторами окружающей среды.

Перечень заболеваний, связанных с негативными факторами окружающей среды

№№	Болезни органов и систем организма	Негативные факторы окружающей среды
1	Болезни системы кровообращения	1.1. Загрязнение атмосферы: окислы серы, окись углерода, окислы азота, сернистые соединения, сероводород, этилен, пропилен, бутилен, жирные кислоты, ртуть, свинец и др. 1.2. Шум 1.3. Жилищные условия 1.4. Электромагнитные поля 1.5. Состав питьевой воды: нитраты, хлориды, нитриты, жесткость воды 1.6. Биогеохимические особенности местности: недостаток или избыток во внешней среде кальция, магния, ванадия, кадмия, цинка, лития, хрома, марганца, кобальта, бария, меди, стронция, железа 1.7. Загрязнение пестицидами и ядохимикатами 1.8. Природно-климатические условия: быстрота смены погоды, влажность, давление, уровень инсоляции, скорость и направление ветра
2	Болезни нервной системы и органов чувств. Психические расстройства	2.1. Природно-климатические условия: быстрота смены погоды, влажность, давление, температура 2.2. Биогеохимические особенности: высокая минерализация почвы и воды, хром. 2.3. Жилищные условия 2.4. Загрязнение атмосферы: окислы серы, углерода и азота, хром, сероводород, двуокись кремния, ртуть и др. 2.5. Шум 2.6. Электромагнитные поля 2.7. Хлорорганические, фосфорорганические и другие пестициды
3	Болезни органов дыхания	3.1. Природно-климатические условия: быстрая смена погоды, влажность 3.2. Жилищные условия 3.3. Загрязнение атмосферы: пыль, окислы серы и азота, окись углерода, сернистый ангидрид, фенол, аммиак, углеводород, двуокись кремния, хлор ртуть и др. 3.4. Хлорорганические и фосфорорганические пестициды
4	Болезни органов пищеварения	4.1., Загрязнение окружающей среды пестицидами и ядохимикатами 4.2. Недостаток или избыток микроэлементов во внешней среде 4.3. Жилищные условия 4.4. Загрязнение атмосферы: сероуглерод, сероводород, пыль, окислы азота, хром, фенол, двуокись кремния, фтор и др. 4.5. Шум

		4.6. Состав питьевой воды, жесткость воды
5	Болезни крови и кроветворных органов	5.1. Биогеохимические особенности: недостаток или избыток хрома, кобальта, редкоземельных металлов 5.2. Загрязнение атмосферного воздуха: окислы серы, углерода, азота, углеводород, азотисто-водородная кислота, этилен, пропилен, сероводород и др. 5.3. Электромагнитные поля 5.4. Нитриты и нитраты в питьевой воде 5.5. Загрязнение окружающей среды пестицидами и ядохимикатами
6	Болезни кожи и подкожной клетчатки	6.1. Уровень инсоляции 6.2. Недостаток или избыток во внешней среде микроэлементов 6.3. Загрязнение атмосферного воздуха
7	Болезни эндокринной системы, расстройство питания, нарушение обмена веществ	7.1. Уровень инсоляции 7.2. Избыток или недостаток во внешней среде свинца, йода, бора, кальция, ванадия, брома, хрома, марганца, кобальта, цинка, лития, меди, бария, стронция, железа, молибдена 7.3. Загрязнение атмосферного воздуха 7.4. Шум 7.5. Электромагнитные поля 7.6. Жесткость питьевой воды
8	Врожденные аномалии	8.1. Загрязнение атмосферного воздуха 8.2. Загрязнение пестицидами и ядохимикатами 8.3. Шум 8.4. Электромагнитные поля
9	Болезни мочеполовых органов 9а. Патология беременности в том числе	9.1. Недостаток или избыток во внешней среде цинка, свинца, йода, кальция, марганца, кобальта, меди, железа 9.2. Загрязнение атмосферы: сероуглерод, двуокись углерода, углеводород, сероводород, этилен, окись серы, бутилен, амилен, окись углерода 9.3. Жесткость питьевой воды 9а.1. Загрязнение атмосферного воздуха 9а.2. Электромагнитные поля 9а.3. Загрязнение пестицидами и ядохимикатами 9а.4. Недостаток или избыток микроэлементов
10	Новообразования рта, носоглотки, верхних дыхательных путей, трахеи, бронхов, легких и др.	10.1. Загрязнение атмосферного воздуха 10.2. Природно-климатические условия: влажность, уровень инсоляции, температура, давление, суховеи и пыльные бури
11	Новообразования органов пищеварения.	11.1. Загрязнение пестицидами и ядохимикатами 11.2. Загрязнение атмосферного воздуха- канцерогенные вещества, акролеин и другие фотооксиданты (окислы азота, озон, формальдегид, органические перекиси) 11.3. Биохимические особенности: недостаток или избыток магния, марганца, кобальта, цинка, редкоземельных металлов, меди 11.4. Состав питьевой воды: хлориды, сульфаты, жесткость

12	Новообразования мочеполовых органов	12.1. Загрязнение атмосферного воздуха: сероуглерод, двуокись углерода, углеводород, сероводород, этилен, бутилен, амилен, окислы серы, окись углерода 12.2. Загрязнение пестицидами и ядохимикатами 12.3. Недостаток или избыток магния, марганца, цинка, кобальта, молибдена, меди. 12.4. Хлориды в питьевой воде
----	-------------------------------------	--

Наследственные факторы предопределяют здоровье, но в результате воздействия неблагоприятных производственных и климатогеографических факторов в организме человека может развиваться предрасположение к генетическим заболеваниям. Беспокоиться о здоровье человека должно и общество в лице государства, работодателей и сам работник, гражданин РФ.

С целью сохранения и улучшения здоровья необходимо проводить медико-профилактические мероприятия. Ведь нарушение здоровья – это заболеваемость – медико-статистический показатель, т.е. заболевания населения в соответствии с международной классификацией болезней (МКБ-10) подсчитанные на 100, 1000 и 10000 населения, проживающего в данном регионе. В это понятие следует включить общую заболеваемость (все заболевшие в единицу времени, желательно за год). Кроме этого сюда можно отнести производственно обусловленные заболевания (с временной утратой трудоспособности, с выдачей листа нетрудоспособности, обращения населения за медицинской помощью, разовые медицинские осмотры, инвалидность – устойчивые изменения функций организма, приводящие к полной потере трудоспособности – это первая группа, вторая группа представлена лицами со значительной утратой здоровья, что не позволяет работать, но сам себя больной обслуживать может. И третья группа – ограниченная трудовая функция, связана со сменой квалификации, специальности, выполнение трудовых обязанностей при ней возможно.

Медицинская помощь и предварительные перед поступлением на работу и периодические медицинские осмотры работников проводятся в лечебно-профилактических учреждениях (ЛПУ): поликлинике, медико- санитарной части, расположенной территориально рядом с предприятием. Данный вид деятельности по проведению предварительных перед поступлением на работу и периодических медицинских осмотров работников проводится совместно с

учреждениями Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзора) министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации, работодателями организации, учреждения или промышленного предприятия любой формы собственности на основании ежегодного плана лечебно-оздоровительных мероприятий.

Это максимальное приближение к месту работы квалифицированной медицинской помощи, разработка мероприятий по предупреждению и снижению производственно обусловленной и профессиональной заболеваемости, производственного травматизма, смертности.

Медицинские осмотры лиц, поступающих на работу и работающих, проводятся на основе приказа Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 16 августа 2004 г. № 83 «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении, которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования) и порядка проведения этих осмотров (обследований)».

Медицинские осмотры лиц, поступающих на работу и работающих, проводятся также в соответствии с приказом Министерства здравоохранения и медицинской промышленности Российской Федерации от 14 марта 1996 г. № 90 «О порядке проведения предварительных и периодических медицинских осмотров работников и медицинских регламентах допуска к профессии» в части дополнения к приказу Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 16 августа 2004 г. № 83.

В ФЗ РФ № 197-ФЗ в ст. 213 «Медицинские осмотры некоторых категорий работников» на законодательной основе проводятся данные виды медицинских осмотров. Так «Работники, занятые на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (в том числе на подземных работах), а также на работах, связанных с движением транспорта, проходят обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (для лиц в возрасте до 21 года – ежегодные) медицинские осмотры (обследования), для определения пригодности этих работников для выполнения поручаемой работы и

предупреждения профессиональных заболеваний». В соответствии с медицинскими рекомендациями указанные работники проходят внеочередные медицинские осмотры (обследования). Работники организаций пищевой промышленности, общественного питания и торговли, водопроводных сооружений, лечебно-профилактических и детских учреждений, а также некоторых других профессий проходят указанные медицинские осмотры (обследования) в целях охраны и сохранения здоровья населения, предупреждения возникновения и распространения заболеваний не реже двух раз в год.

Вредные и (или) опасные производственные факторы и работы, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядок их проведения определяются нормативными правовыми актами, утверждаемыми в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

В случае санитарно-эпидемиологической необходимости по решению органов местного самоуправления по представлению органов Роспотребнадзора на отдельных предприятиях и территориях могут вводиться дополнительные условия и показания к проведению обязательных медицинских осмотров (обследований).

Работники, осуществляющие отдельные виды деятельности, в том числе связанной с источниками повышенной опасности (с влиянием вредных веществ и неблагоприятных производственных факторов), а также работающие в условиях повышенной опасности, проходят, обязательное психиатрическое освидетельствование не реже одного раза в пять лет в порядке, устанавливаемом Правительством Российской Федерации.

Предусмотренные настоящей статьей медицинские осмотры (обследования) и психиатрические освидетельствования осуществляются за счет средств работодателя

В соответствии с приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации № 83 от 16.08.04г. частота проведения периодических осмотров определяется территориальными органами Роспотребнад-

зора совместно с работодателем, исходя из конкретной санитарно-гигиенической и эпидемиологической ситуации.

Предварительные медицинские осмотры перед поступлением на работу проводятся для определения соответствия состояния здоровья работника поручаемой ему работе; периодические – в целях: а) динамического наблюдения за состоянием здоровья работника, своевременного выявления начальных форм профессиональных заболеваний, ранних признаков воздействия вредных и опасных производственных факторов на состояние здоровья работников, формирование групп риска; б) выявления общих производственно обусловленных заболеваний, которые являются медицинскими противопоказаниями для продолжения работы во вредных условиях труда; в) своевременного проведения профилактических и реабилитационных мероприятий для сохранения здоровья и восстановления трудоспособности.

Работники в возрасте до 21 года осматриваются ежегодно, а остальные – в сроки, установленные по соглашению между лечебно-профилактическими учреждениями и работодателем, исходя из конкретных условий труда, но не реже чем один раз в два года.

Задачами работодателя при проведении данных осмотров являются определение осматриваемого контингента, составление их списка с указанием рабочего места, вредных и опасных производственных факторов, согласование с учреждениями и направление списка в ЛПУ, с которым он заключает договор на проведение медицинских осмотров. Работодатель несет ответственность за их организацию, а также трудоустройство выявленных больных работников.

В поликлинике, медико-санитарной части, центре профпатологии организуется укомплектованная, имеющими лицензию врачами медицинскую комиссию по проведению медицинских осмотров, которая отвечает за качество выполнения медицинских осмотров, лечебные и реабилитационные мероприятия.

Врачи медицинской комиссии должны знать условия труда осматриваемого контингента и развития у них возможной профессиональной патологии.

Работник обязан в установленный срок с соответствующими документами, полученными от работодателя, явиться на медицинский смотр. Однако определение заключительного диагноза профессионального или другого заболевания возлагается на специализированные лечебно-профилактические учреждения куда и направляется работник, у которого это заболевание подозревается.

Учреждения Роспотребнадзора Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации согласуют с работодателем список лиц, подлежащих медицинскому осмотру, сроки их проведения, указания о вредных и опасных производственных факторах, с которыми имеют контакт работники, составляет санитарно-гигиеническую характеристику условий труда работников, контролирует выполнение указанных приказов о медицинских осмотрах.

После проведения обследования намечаются лечебно-оздоровительные мероприятия:

- динамическое наблюдение и необходимое лечение лиц, у которых выявлены не резко выраженные отклонения со стороны организма и систем, в этиологии которых основную роль играет профессиональный фактор;
- временный перевод по состоянию здоровья на другую работу с исключением противопоказанных профессиональных факторов (характер рекомендуемой работы определяется с учетом квалификации больного);
- перевод на работу в облегченных условиях при наличии последствий перенесенного профессионального заболевания, являющегося противопоказанием для продолжения работы в прежних условиях;
- направление на медико-социальную экспертизу (МСЭ) для перевода на инвалидность.

Лечебно-профилактические учреждения совместно с Роспотребнадзором Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации ежегодно обобщают результаты периодических осмотров работников и составляют в конце года заключительный отчет.

Варианты ситуационных задач

Вариант 1. На машиностроительном заводе обрубщик работает стоя, правой рукой с усилием нажима 160,5 кВт держит пневматический молоток массой 5 кг, частотой 1400 –1800 в сек в течение 4 – 5 часов.

Вариант 2. Температура воздуха на рабочем месте стеклоара в варочном цехе 40°C (температура наружного воздуха – 25 °С, внутренних поверхностей ограждений 50 °С). Относительная влажность 20%, скорость движения воздуха 0,3 м/с, интенсивность инфракрасного излучения во время разлива стекла до 200 ккал/ м².

Вариант 3. Работа грузчиков в холодильных камерах (50% рабочего времени) чередуются с работой вне их, а температура воздуха в камерах минус 20°C, при относительной влажности 90%.

Вариант 4. Сварка пленки из поливинилхлоридного пластика осуществляется энергетическими установками с частотой 40 МГц. Оборудование по сварке пленки имеет значительное количество незранированных мест с высокочастотным излучением, воздействующим на персонал.

Вариант 5. В цехе полимеризации при обработке пластмасс концентрация пыли в зоне дыхания работников определяется на уровне ПДК, а уровень шума превышает ПДУ на 20 дБА на всех частотах. Обслуживающий персонал предъявляет жалобы на повышенную утомляемость, раздражительность, плаксивость, боли в области сердца, повышенное артериальное давление и плохой сон.

Вариант 6. В сварочном участке на рабочем месте электросварщика ручной сварки определили концентрацию пыли 5,8 мг/м³. Химический состав пыли – 5,5% оксида марганца, 6,7% диоксида кремния.

Вариант 7. Работник в течение смены 16 раз вручную взвешивает навески, содержащие оксид бериллия и переносит их в отделение смешивания для приготовления массы для производства глазурированной керамоплитки. Весы ус-

тановлены вблизи склада, где постоянно хранится оксид бериллия. Вентиляция рабочего помещения механическая обще обменная.

Вариант 8. На заводе железобетонных конструкций работает 350 человек, из них в контакте с вредными производственными факторами – 175 работников, занятых изготовлением бетонной смеси из песка, щебня и цемента, электросваркой арматуры и виброуплотнением бетона.

Вариант 9 На формовочном участке литейного цеха определяется запыленность воздушной среды. Концентрация пыли 4 мг/м^3 . Пыль содержит 1,5% органических веществ, 80% диоксида кремния.

Вариант 10. В цехе по производству керамической посуды при приготовлении смеси образуется пыль, содержащая в своем составе диоксид кремния в количестве 15 мг/м^3 , оксид железа $1,0 \text{ мг/м}^3$. Операторами на данном участке работают две женщины в возрасте 35 и 50 лет соответственно. Вентиляция рабочего помещения механическая обще обменная.

Вариант 11. На машиностроительном заводе в цехе сборки проводятся сварочные работы. На рабочем месте сварщика определяется запыленность воздушной среды. Концентрация пыли 6 мг/м^3 . Пыль содержит 8,5% оксида марганца, 10,8% диоксида кремния.

Вариант 12. Процесс обрубки включает удаление остатков пригара формовочных и стержневых смесей, заусенцев, вырубку дефектов отливок. Эти операции работники-обрубщики выполняют рубильно-чеканными пневматическими молотками (общей массой $4,5 \text{ кг}$ при частоте ударов в 1 мин. до 2000). Обрубщик работает стоя, правой рукой держит молоток за рукоятку, левой – поддерживает вставной инструмент. Усилие нажима правой руки составляет $160,0 \text{ кВт}$. Время постоянной непрерывной работы с рубильно-чеканными молотками составляет 4 часа за смену.

Вариант 13. Температура воздуха на рабочем месте стеклоvara сортовой посуды составляет 40°C (температура наружного воздуха 23°C). Относительная влажность 45%, скорость движения воздуха $0,3 \text{ м/с}$, интенсивность инфра-

красного излучения во время разливки стекла 200 ккал/ м². Температура внутренних поверхностей ограждений 50 °С.

Вариант 14. На мясоперерабатывающем комбинате грузчики доставляют продукцию в холодильную камеру на самоходных тележках, где с помощью вилочных автопогрузчиков их поднимают на необходимую высоту и укладывают в штабели. Грузчики находятся в холодильной камере 6 часов (более 50% рабочего времени). Температура воздуха в холодильной камере минус 18°С, температура стен и пола минус 20° С, относительная влажность 90%.

Вариант 15. На рабочем месте разлищика металла в литейном цехе машиностроительного завода определяются температура воздуха 18°С, температура поверхности разливочного ковша 210°С, температура стен цеха 15 °С, относительная влажность воздуха 30%, скорость движения воздуха в цехе 0,6 м/сек.

Вариант 16. В кузнечном цехе авторемонтных мастерских на организм кузнеца ручнойковки оказывают влияние ряд вредных производственных факторов. После трех лет работы кузнец стал жаловаться на снижение слуха, повышенную раздражительность, боли в пальцах рук, которые усиливались при пониженных температурах воздуха (от +5°С и ниже).

Вариант 17. На тепловозостроительном заводе процесс обрубки – завершающий этап обработки литейных отливок – включает удаление остатков пригара формовочных и стержневых смесей, заусенцев, вырубку дефектов отливок. Эти операции работники-обрубщики выполняют рубильно-чеканными пневматическими молотками (массой 5 кг при числе ударов в 1 мин. 1500 – 2000). Обрубщик работает стоя, правой рукой держит молоток за рукоятку, оборудованную клапаном, регулирующим подачу сжатого воздуха, левой – удерживает вставной инструмент. Усилие нажима составляет 180,0 кВт. Время работы с рубильно-чеканными молотками составляет 70% продолжительности рабочей смены.

Вариант 18. На машиностроительном заводе в цехе сборки проводятся сварочные работы. На рабочем месте сварщика определяется запыленность воз-

душной среды. Концентрация пыли 15 мг/м^3 . Пыль содержит 6,5% оксида марганца, 14,4% диоксида кремния.

Вариант 19. В цехе полимеризации завода по изготовлению пластмасс при разделке циркулярными пилами гетинакса (диэлектрик для изготовления радиоплат) концентрация пыли гетинакса в зоне дыхания работников определяется на уровне от 0,5 ПДК. Уровни шума превышают ПДУ на 20 дБА на всех частотах. Обслуживающий персонал предъявляет жалобы на утомляемость, раздражительность, плаксивость, боли в области сердца, повышенное артериальное давление и плохой сон.

Вариант 20. Температура воздуха в кабинете машиниста разливочного крана мартеновского цеха 38°C (температура наружного воздуха – 25°C). Относительная влажность 45%, скорость движения воздуха 0,35 м/с, интенсивность инфракрасного излучения во время разливки металла 200 ккал/ м^2 . Температура внутренних поверхностей ограждений 40°C .

Вариант 21. Работа грузчиков в холодильных камерах (50% рабочего времени) чередуются с работой на открытых платформах вблизи холодильников. Температура воздуха в холодильных камерах минус 20°C , температура стен и пола минус 22°C , относительная влажность 96%.

Вариант 22. На заводе железобетонных конструкций работает 450 человек, из них в контакте с вредными производственными факторами – 105 работников, занятых изготовлением бетонной смеси из песка, щебня и цемента, электросваркой арматуры и вибро уплотнением бетона.

Вариант 23 На машиностроительном заводе в литейном цехе на формовочном участке приготовления моделей для отливки определяется запыленность воздушной среды. Концентрация пыли 4 мг/м^3 . Пыль содержит 1,5% органических веществ, 80% диоксида кремния.

Вариант 24. На рабочем месте стеклоvara сортовой посуды температура воздуха составляет 38°C (температура наружного воздуха 20°C). Относительная влажность 45%, скорость движения воздуха 0,3 м/с, интенсивность инфра-

красного излучения во время разливки стекла 200 ккал/ м². Температура внутренних поверхностей ограждений 45°С.

Вариант 25. На мясоперерабатывающем комбинате грузчики находятся в холодильной камере 6,5 часа (более 50% рабочего времени). Температура воздуха в холодильной камере минус 21°С, температура стен и пола минус 22° С, относительная влажность 90%.

Контрольные вопросы

1. Перечислите факторы, определяющие состояние здоровья человека.
2. Влияние окружающей среды на здоровье человека.
3. Перечислите медико-статистические показатели нарушения здоровья у человека.
4. Показатели производственно обусловленной заболеваемости.
5. Характеристика медико-профилактических мероприятий, направленных на сохранение состояния здоровья человека.
6. Организация проведения медицинских осмотров работающих лиц.
7. Виды медицинских осмотров, их характеристика.
8. Цель проведения предварительных медицинских осмотров.
9. Цель проведения периодических медицинских осмотров.
10. Характеристика проводимых лечебно-оздоровительных мероприятий.

Тема 14. Медико-биологическая оценка риска причинения вреда здоровью работников от воздействия опасных факторов рабочей среды и трудовой нагрузки для обоснования мер профилактики профессиональных заболеваний.

Цель занятия: – ознакомить студентов с категориями оценки риска, которые включают выявление опасности, оценку экспозиции и медико-биологическую характеристику риска, направленные на обеспечение безопасности и сохранение здоровья работников.

Задачи занятия:

– ознакомиться с изменениями в состоянии здоровья работников в процессе трудовой деятельности, используя методику проведения индивидуальной оценки профессионального риска;

– ознакомиться с методикой проведения индивидуальной оценки профессионального риска, которая проводится с учетом пола, возраста, стажа работы, индивидуальных факторов риска, вредных привычек.

– ознакомиться с факторами причинно-следственной связи «нарушение здоровья и выполняемая работа».

Требования к уровню освоения занятия:

необходимо знать:

– медико-биологические критерии оценки профессионального риска, вызывающие нарушение здоровья в виде развития общих, профессионально обусловленных и профессиональных заболеваний;

– меры по профилактике общих, профессионально обусловленных и профессиональных заболеваний.

необходимо уметь оценивать и объяснять:

– результаты полученного расчета критериев профессионального риска по обоснованию оздоровительных лечебно-профилактических мероприятий.

приобрести навыки:

– по оценке опасностей и профессиональных рисков для улучшения здоровья работников;

– по профилактике развития общих, профессионально обусловленных и профессиональных заболеваний.

Качество жизни и здоровья обеспечивается критериями безвредных условий труда, направленных на сохранение жизни, здоровья, функциональных особенностей и способностей организма человека, предполагаемым сроком или продолжительности жизни, здоровьем будущих поколений, а также необходимо учитывать психосоциальное благополучие человека.

Профессиональный риск для здоровья работников оценивается по результатам:

1. производственного контроля согласно СП 1.1.1058—01 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий»;
2. контроля, проведенного учреждениями Роспотребнадзора Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации в соответствии с «Положением о проведении социально-гигиенического мониторинга»;
3. аттестации рабочих мест в соответствии с «Положением о порядке проведения аттестации рабочих мест по условиям труда», утвержденным постановлением Минтруда России от 14.03.1997 № 12 и приказом Минздравсоцразвития РФ «Об утверждении порядка проведения аттестации рабочих мест по условиям труда» от 31 августа 2007 года;
4. гигиенической экспертизы производственного оборудования и продукции производственного назначения;
5. медицинских осмотров;
6. заболеваемости с временной утратой трудоспособности;
7. обращаемости за медицинской помощью.

В соответствии с ГОСТ 12.0.006 — 02 «Общие требования к управлению охраной труда в организации» организациям вменяется в обязанность регистрация несчастных случаев, профессиональных заболеваний, происшествий и других событий, создающих угрозу жизни и здоровью. Эти данные могут быть

использованы для установления связи нарушений здоровья с рабочей деятельностью.

Для оценки возможности возникновения заболеваний работников необходимо использовать нормативный акт Р 2.2.1766 — 03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки».

Результаты оценки профессионального риска по степени весомости доказательств подразделяют на следующие категории доказанности риска:

1. категория 1А (доказанный профессиональный риск) — на основе результатов гигиенической оценки условий труда в соответствии с Р 2.2.2006 – 05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда», материалов периодических медицинских осмотров, физиологических, лабораторных и экспериментальных исследований, а также эпидемиологических данных;

2. категория 1Б (предполагаемый профессиональный риск) — на основе результатов гигиенической оценки условий труда в соответствии с Р 2.2.2006 – 05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда», дополненных отдельными клинико-физиологическими, лабораторными и экспериментальными данными;

3. категория 2 (подозреваемый профессиональный риск) — на основе результатов гигиенической оценки условий труда по Р 2.2.2006 – 05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

Помимо этого необходимо проанализировать причины развития профессиональной заболеваемости, заболеваемости с временной утратой трудоспособности, инвалидности, недожития, смертности, нарушения репродуктивного здоровья и др. показателей.

Рекомендованные медико-биологические показатели оценки профессионального риска в зависимости от результатов гигиенической оценки тесно коррелируют с классом условий труда и приведены в табл.49.

Таблица 49

Медико-биологические показатели оценки риска в зависимости от класса условий труда

Класс условий труда	Показатель				
	Состояние здоровья по результатам периодических медосмотров	Заболеваемость с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ)	Биологический возраст в сравнении с паспортом	Смертность, недожитие, инвалидность и др.	Нарушение репродуктивного здоровья и здоровья потомков
1	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	–
3.1	+	–	–	–	+
3.2	++	+	+	-	+
3.3	++	++	+	+	++
3.4	++	++	+	++	++
4	++	++	+	++	++

Примечание : « – » не обязательно использовать для оценки риска,
« + » рекомендуется использовать для оценки риска,
« ++ » обязательно использовать для оценки риска.

Категорирование риска по классам условий труда основано на величине $I_{п.з}$ — индекса профессиональной заболеваемости (табл. 45), определяемого по формуле: $I_{пз} = 1/K_p K_t$, где

K_p — категория риска профессиональных заболеваний:

K_p : 1 2 3

Вероятность, %:

профзаболеваний > 10 1 – 10 < 1

ранних признаков профзаболеваний... > 30 3 – 30 < 3

K_t – категория тяжести профессиональных заболеваний:

$K_T = 1$ – нетрудоспособность, прогрессирующая даже вне контакта с вредными производственными факторами и требующая смену профессии или отстранения работника от контакта с ними;

$K_T = 2$ – постоянная нетрудоспособность или необходимость смены профессии или работы вне контакта с вредными производственными факторами;

$K_T = 3$ – постоянная умеренная нетрудоспособность;

$K_T = 4$ – значительная временная нетрудоспособность или выдача листка нетрудоспособности на срок более трех недель;

$K_T = 5$ – умеренная временная нетрудоспособность или выдача листка нетрудоспособности на срок менее трех недель.

На основании установления класса условий труда и категории доказанности риска определяют срочность мер профилактики в соответствии с табл. 50

Таблица 50

Классы условий труда, профессиональный риск и требуемые меры по его снижению

Класс условий труда*1	$I_{пз}$ *2	Риск	Необходимость в снижении риска	Меры по снижению риска*3								
				ОТМ	СИЗ	ЛПМ	ПАМО	РТО	СРД	ДО	ДПО	
1 (опт)	отсутствует	нет	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2 (доп)	$< 0,05$	Пренебрежимо малый (переносимый)	Нет, но Уязвимые лица нуждаются в дополн. защите*4	–	–	–	–	–	–	–	–	–
3.1 (вредн.)	$0,05 - 0,11$	Малый (умеренный)	Есть	+	+	+	1 раз в 3 года	+	–	–	–	–
3.2	$0,12 - 0,24$	Средний (существ.)	Есть, и в установленные сроки	+	+	+	1 раз в 2 года	+	1 ч	1 нед	–	–
3.3	$0,23 - 0,49$	Высокий Непереносимый).	острая	++	++	++	1 раз в год	++	2 ч	2 нед	5 лет	–

		Требу- ются сниже- ния.									
3.4	0,5 – 1,0	Очень высокий (непере- носи- мый)	Работы не вести до сни- жения риска	+++	+++	+++	1 раз в год	+++	3 ч	3 нед	10 лет
4 (опас- ный, экстре- маль- ный)	> 1,0	Сверх- Высокий риск для жиз- ни	Работы вести только по спе- циаль- ным рег- ламен- там*5	+	+	+	+	+	> 4 ч	> 4 нед	> 10 лет

*1 Согласно Р 2.2.2006 – 05

*2 Индекс профессиональных заболеваний (с учетом их риска и тяжести).

*3 ОТМ – оргтехмероприятия; СИЗ – средства индивидуальной защиты; ЛПМ – лечебно-профилактические мероприятия; ПМО – периодические мед-осмотры; РТО – режим труда и отдыха; СРД – сокращенный рабочий день; ДО – дополнительный отпуск; ДПО – досрочное пенсионное обеспечение;

Интенсивность проведения мероприятий: + – нормальная;

++ – повышенная; +++ – высокая.

*4 к уязвимым группам работников относят несовершеннолетних, беременных, кормящих матерей, инвалидов.

*5 Ведомственные, отраслевые или профессиональные с дорабочим и/или не-прерывным мониторингом функционального состояния организма.

Профессиональная заболеваемость — совокупность профессиональных заболеваний работников в неблагоприятных условиях труда, выражающаяся в числе случаев на 10 000 работников в год (Табл. 51).

Таблица 51

Уровни профессионального риска (профессиональной заболеваемости):

Уровень*	М	Н	Ср	ВСр	В	СВ
Классы условий труда	2	3,1	3,2	3,3	3,4	4
по Р 2.2.2006 – 05						
Профессиональная заболеваемость	0	> 1,5	1,6—5,0	5,1—5,0	15,1—50	>50

* М — минимальный, Н — низкий, Ср — средний, ВСр — выше среднего, В — высокий, СВ — сверхвысокий

Наличие (или отсутствие) производственно-обусловленной заболеваемо-сти определяют по табл. 52 с учетом табл. 53, 54, 55.

Таблица 52

Критерии оценки достоверности производственно обусловленной заболеваемости (профессионального риска) работников

Классы условий труда по	Степень обусловленности	Риск
0	Отсутствует	0 — 1 (0%)
1	Малая	1,0 — 1,5 (<33 %)
2	Средняя	1,5 — 2,0 (33 — 50%)
3	Высокая	2,0 — 3,2 (51 — 60%)
4	Очень высокая	3,2 — 5,0 (67 — 80%)
5	Почти полная	> 5 (81 — 100%)

Таблица 53

Критерии показателей заболеваемости с временной утратой трудоспособности по всем заболеваниям на 100 работников

Показатель	Класс условий труда по Р 2.2.2006 – 05					
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Случаи заболеваний	6,4 – 72,3	72,4 – 84,6	64,7 – 90,7	90,8 – 96,8	96,9 – 102,9	Более 102,9
Дни нетрудоспособности	867 – 938	939 – 1081	1082 – 1153	1154 – 1225	1226 – 1282	Более 1281

Таблица 54

Вероятность развития варикозного расширения вен в зависимости от тяжести труда

Категория тяжести труда	Время пребывания в Положении стоя, % от Времени смены	Вероятность заболевания, %
1	До 33	6 – 14
2	34 – 53	15 – 34
3.1	54 – 73	25 – 34
3.2	74 – 82	38
	83 – 96	47

Таблица 55

Вероятность (в %) развития гипертонической, ишемической болезней, невротических расстройств у женщин (числитель) и мужчин (знаменатель) в зависимости от напряженности труда

Форма патологии	Категория напряженности труда				
	1	2	3.1	3.2	3.3

Гипертоническая болезнь	0	0,1 – 10,3	10,4 – 20,7	20,8 – 29,1	29,2 – 36,2
Ишемическая болезнь	0	0,1 – 6,1	6,2 – 21,2	21,3 – 33,5	33,6 – 43,8
Невротические расстройства (общее число)	0	0,1 – 11,1	11,2 – 24,2	24,3 – 34,9	5,0 – 43,9

Задания и порядок выполнения практической работы

1. Перечислить показатели, по которым оценивается профессиональный риск.

2. Перечислить причины развития профессиональных заболеваний.

3. Перечислить причины развития профессионально обусловленных заболеваний.

4. Перечислить нозологические формы причинно-следственных заболеваний, которые относятся к профессионально обусловленным заболеваниям (связанным с работой).

5. Определить интенсивность проведения лечебно-профилактических мероприятий по снижению профессиональной заболеваемости, перечислить порядок мероприятий.

6. Определить интенсивность проведения лечебно-профилактических мероприятий по снижению профессионально обусловленной (причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой) заболеваемости.

7. На основании полученных данных (п.п. 1-6) и вышеизложенного методического материала «Руководства» самостоятельно составить два варианта ситуационной задачи по предложенному производственному фактору, изложенному в варианте задания (Таблица 56):

1 вариант. «Обоснование и механизм развития профессионального заболевания»;

2 вариант. «Обоснование и механизм развития причинно-следственного заболевания».

При составлении ситуационной задачи самостоятельно выбрать вид производства, количество работающих, профессию рабочего, профессиональный маршрут, стаж его работы, возраст, пол, сопутствующие вредные и опасные про-

изводственные факторы, наличие общих заболеваний, ЗВУТ (заболевания с временной утратой трудоспособности с выдачей и без выдачи больничных листов нетрудоспособности).

8. Каждый вариант ситуационной задачи должен включать перечень лечебно-профилактических мероприятий по сохранению здоровья работника.

Таблица 56

Варианты заданий по составлению ситуационных задач

№№ варианта задания	Основной опасный и вредный производственный фактор, для самостоятельно составляемой ситуационной задаче по: Варианту № 1 и Варианту № 2.
1	Промышленная пыль, которая содержит кремний диоксид аморфный в смеси с оксидами марганца в виде аэрозоля конденсации с содержанием каждого из них не более 10 %
2	Промышленная пыль, которая содержит кремний диоксид аморфный в виде аэрозоля конденсации при содержании более 60 %
3	Промышленная пыль, которая содержит кремний диоксид аморфный в виде аэрозоля конденсации при содержании от 10 до 60 %
4	Промышленная пыль, которая содержит кремний диоксид аморфный и стеклообразный в виде аэрозоля дезинтеграции (диатомит, кварцевое стекло, плавленный кварц, трепел)
5	Промышленная пыль, которая содержит кремний диоксид кристаллический (кварц, кристобалит, тридимит) при содержании в пыли более 70 % (кварцит, динас и др.)
6	Промышленная пыль, которая содержит кремний диоксид кристаллический при содержании в пыли от 2 до 10 % (горючие кукурситные сланцы, медносульфидные руды и др.)
7	Промышленная пыль, которая содержит кремний диоксид кристаллический при содержании в пыли от 10 до 70 % (гранит, шамот, слюда-сырец, углеродная пыль и др.)

	а) искусственное минеральное волокно (волокнистый карбид кремния)
8	Промышленная пыль, которая содержит кремний карбид
9	Промышленная пыль, которая содержит кремний нитрид
10	Промышленная пыль, которая содержит кремний тетрафторид (по фтору)
11	Промышленная пыль, которая содержит асбесты природные (хризотил, антофиллит, актинолит, тремолит, магнезиарфведсонит) и синтетические асбесты, а также смешанные асбестопородные пыли при содержании в них асбеста более 20 %
12	Промышленная пыль, которая содержит асбестопородные пыли при содержании в них асбеста от 10 до 20 %
13	Промышленная пыль, которая содержит асбестопородные пыли при содержании в них асбеста менее 10 %
14	Промышленная пыль, которая содержит асбестоцемент неокрашенный и цветной при содержании в нем диоксида марганца не более 5 %, оксида хрома не более 7 %, оксида железа не более 10 %
15	Промышленная пыль, которая содержит слюды (флагопит, мусковит), тальк, талько-породные пыли (природные смеси талька с тремолитом, актинолитом, антофиллитом и др.), содержащие до 10 % свободного диоксида кремния
16	Промышленная пыль, которая содержит высокоглиноземистая огнеупорная глина, цемент, оливин, апатит, глина, шамот каолиновый
17	Промышленная пыль, которая содержит цеолиты (природные и искусственные)
18	Промышленная пыль, которая содержит марганец в сварочных аэрозолях при его содержании: до 20 %

19	Промышленная пыль, которая содержит марганец в сварочных аэрозолях при его содержании: от 20 до 30 %
20	Промышленная пыль, которая содержит корунд белый
21	Промышленная пыль, которая содержит углерода пыли коксы каменноугольные, пековые, нефтяные, сланцевые
22	Промышленная пыль, которая содержит антрацит с содержанием свободного диоксида кремния до 5 %
23	Промышленная пыль, которая содержит ископаемые угли и углепородные пыли с содержанием свободного диоксида кремния до 5 %
24	Промышленная пыль, которая содержит доменный шлак
25	Промышленная пыль, которая содержит пыль стекла и стеклянных строительных материалов

Контрольные вопросы

1. Понятие о профессиональном риске.
2. Характеристика приемлемого риска.
3. Характеристика не приемлемого риска.
4. Критерии оценки профессионального риска развития общих, профессионально обусловленных и профессиональных заболеваний.
5. Перечислить мероприятия по профилактике общих, профессионально обусловленных и профессиональных заболеваний.
6. Перечислить критерии оценки достоверности производственно обусловленной заболеваемости работников.
7. Перечислить социально-значимые и опасные болезни и критерии оценки их опасности.

Тема 15. Медико-биологическая оценка адаптации организма человека к производственным и климатоэкологическим факторам среды обитания (факторам техносферы).

Цель занятия – сформировать представления о механизмах адаптации функциональных систем организма человека к производственным факторам в зависимости от климатоэкологических особенностей региона обитания.

Задачи занятия – формирование знаний, умений и навыков оценки:

- действия производственных факторов среды обитания на организм человека;
- процессов адаптации организма к производственным факторам;
- принципов санитарно-гигиенической регламентации адаптационных факторов среды обитания;
- мероприятий по увеличению адаптационного потенциала.

Требования к уровню освоения занятия:

необходимо знать:

- общие закономерности воздействия факторов техносферы на организм человека;
- основные профессиональные и региональные заболевания;
- методы оценки адаптационного потенциала организма человека.

необходимо уметь оценивать и объяснять:

- основные закономерности формирования и регуляции физиологических функций организма, подвергающегося воздействию различных неблагоприятных факторов среды обитания;
- величины адаптационного потенциала организма человека.

приобрести навыки: по использованию расчетных методов по оценке процессов адаптации организма человека к воздействию факторов техносферы.

Задания и порядок выполнения практической работы

1. Вариант выполняемой работы соответствует номеру списка в журнале преподавателя.
2. Определить состояние сердечно-сосудистой регуляции.

3. Определить пульсовое давление (ПД).
4. Определить минутный объем (МО).
5. Определить периферическое сопротивление (ПС) кровеносных сосудов и дать оценку полученным результатам.
6. Провести или рассчитать пробу с приседаниями и дать оценку полученным результатам.
7. Определить адаптационный потенциал: а) для своего организма по измеренным показателям; б) по варианту из таблицы №57 .

Таблица57

Исходные данные для выполнения задания

№№ варианта	ЧП или (ЧСС)	САД	ДАД	Рост, см	Масса тела, кг	Возраст, лет	Пол
1	60	120	70	182	75	46	м
2	70	110	70	168	65	26	ж
3	76	125	85	175	76	34	ж
4	58	135	90	180	84	45	м
5	62	130	90	183	90	58	м
6	80	145	100	172	80	36	ж
7	72	120	80	156	65	24	м
8	88	125	95	176	76	30	ж
9	90	145	100	159	63	25	м
10	64	120	75	189	80	33	ж
11	54	110	65	154	60	56	м
12	86	150	105	178	85	50	ж
13	60	120	70	182	75	46	м
14	70	110	70	168	65	26	ж
15	76	125	85	175	76	34	ж
16	58	135	90	180	84	45	м
17	62	130	90	183	90	58	м
18	80	145	100	172	80	36	ж
19	72	120	80	156	65	24	м
20	88	125	95	176	76	30	ж
21	90	145	100	159	63	25	м
22	64	120	75	189	80	33	ж
23	54	110	65	154	60	56	м

24	86	150	105	178	85	50	ж
25	60	120	70	182	75	46	м

В основе процессов адаптации находится понятие о гомеостазе, когда постоянство внутренней среды организма поддерживается благодаря симпатической нервной системе и гормонам.

Следует принять за аксиому, что организм все время вынужден адекватно реагировать на изменения внешней среды. Однако это реагирование не должно нарушать основных принципов строения и функционирования организма. При этом обеспечивается его гомеостатическое равновесие, а реакции организма на средовые изменения это приспособительные или адаптационные компенсаторные реакции, возникающие в организме вследствие его повреждений.

Функциональная система – разветвленный морфофизиологический аппарат, который обеспечивает как эффект гомеостаза, так и процессы саморегуляции. «Функциональная система использует всевозможные тонкие механизмы интеграции и направляет течение всех промежуточных процессов до получения конечного приспособительного эффекта и до оценки его достаточности включительно» [П. К. Анохин, 1968].

К основным признакам функциональной системы как интегративного образования П. К. Анохин относит следующие:

- Функциональная система представляет из себя центрально-периферическое циклическое образование (не являясь при этом «кольцом» в полном смысле этого слова), будучи, таким образом, конкретным аппаратом саморегуляции.

- Существование любой функциональной системы связано с получением какого-либо четко очерченного приспособительного эффекта. Именно этот конечный эффект определяет то или иное распределение возбуждений и активностей по функциональной системе в целом.

- Другим абсолютным признаком функциональной системы является наличие рецепторных аппаратов, оценивающих результаты ее действия.

– Каждый приспособительный эффект функциональной системы, т. е. результаты действия, формирует поток обратных афферентаций, весьма детально представляющих все важнейшие признаки (параметры) полученных результатов.

– В поведенческом смысле функциональная система имеет ряд дополнительных широко разветвленных аппаратов.

– Функциональные системы, на основе которых строится приспособительная деятельность новорожденных животных к характерным для них экологическим факторам, обладают всеми указанными выше чертами и архитектурно оказываются созревшими точно к моменту рождения.

Адаптация — процесс приспособления организма к меняющимся условиям среды, который создает возможность приспособления человека к новым для него производственным, социальным или природным условиям. Это позволяет организму обеспечивать достаточную работоспособность и высокие компенсаторные возможности, направленные на ослабление функциональных нарушений, вызванных неадекватными факторами среды обитания. Компенсаторные механизмы служат составной частью резервных сил организма при адаптации организма человека к новым климатическим условиям. Однако организм человека испытывает воздействия внешних факторов, вызывающих процессы, обратные адаптации, что вызывает нарушение адаптивных реакций организма, приводя к дизадаптации. Процессы дизадаптации приводят к нарушению функций систем организма, что проявляется в виде его неадекватного ответа на раздражители. При этом организм всегда сохраняет память об адаптации к неадекватным условиям среды (вегетативная память), что позволяет ему быстрее проходить путь повторной адаптации (реадаптации), если в этом возникает необходимость. С медико-физиологических понятий в основе вегетативной памяти находятся изменения в нейронах гипоталамических ядер головного мозга, за счет увеличения количества в цитоплазме клеток РНК. Организм человека обладает повышенной сопротивляемостью, к воздействию травм, боли, высокой физической работе – это резистентность организма. Раз-

личают специфическую и неспецифическую резистентность. При этом резистентность организма обеспечивается адаптивными реакциями организма на раздражитель. Так, при действии на организм сильных, чрезвычайных раздражителей в ЦНС развивается резкое возбуждение, сменяющееся запредельным торможением – защитой, снижением возбудимости и чувствительности структур ЦНС к сильному раздражителю, что является адекватным ответом организма на раздражитель, могущий привести организм к смерти.

Гомеостаз может быть сохранен путем активации энергетических механизмов, повышения тонуса симпатической нервной системы.

Оценка адаптационных возможностей организма в большей мере рассматривается как критерий здоровья. Адаптация организма к факторам окружающей среды осуществляется в зависимости от физических, психических и социальных ресурсов. Динамическое равновесие организма со средой обозначается как баланс здоровья. Чем выше адаптационные возможности организма, тем меньше риск возникновения болезни.

Методы функциональной диагностики сердечно-сосудистой системы

Исследование первичных показателей.

Оценка степени напряжения регуляторных механизмов:

– *Подсчет пульса.* Показатель нормы: 60 – 80 ударов в мин. Пульс измеряется за минуту, за 10 и 15 секунд и умножается соответственно на 6 и 4.

– *Измерение АД:* диастолическое, систолическое, пульсовое, среднединамическое, минутный объем крови, периферическое сопротивление.

Диастолическое или минимальное давление (ДД). В норме у здорового человека ДД равно 60—80 мм рт. ст. Величина ДД определяется степенью проходимости прекапилляров, частотой сердечных сокращений и степенью эластичности кровеносных сосудов. ДД тем выше, чем больше сопротивление прекапилляров, чем ниже эластическое сопротивление крупных сосудов и чем больше число сердечных сокращений (ЧСС). После физических и психоэмоциональных нагрузок ДД не меняется или понижается на 10 – 15 мм рт. ст. Резкое снижение или повышение уровня диастолического давления во время

работы и медленный (более 2 мин) возврат к исходным значениям расценивается как неблагоприятный симптом.

Систолическое, или максимальное артериальное давление (СД).

В норме у здорового человека СД колеблется от 100 до 120 мм рт. ст. СД – это количество энергии струи крови в определенном участке сосудистого русла. Лабильность систолического давления зависит от сократительной функции миокарда, систолического объема сердца, состояния эластичности сосудистой стенки, гемодинамического удара и ЧСС. При нагрузке СД увеличивается на 20—80 мм рт. ст., а после ее прекращения возвращается к исходному уровню в течение 2—3 мин. Медленное восстановление исходных значений СД рассматривается как свидетельство недостаточности сердечно-сосудистой системы.

При оценке изменений систолического давления под влиянием нагрузки сопоставляют полученные сдвиги максимального давления и частоты сердечных сокращений с этими же показателями в покое:

$$\text{СД} = \text{СД}_р - \text{СД}_п / \text{СД}_п \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{ЧСС} = \text{ЧСС}_р - \text{ЧСС}_п / \text{ЧСС}_п \times 100\% , \quad (2)$$

где СД_р, ЧСС_р – систолическое давление и частота сердечных сокращений при работе; СД_п, ЧСС_п – те же показатели в покое.

Такое сопоставление позволяет охарактеризовать состояние сердечно-сосудистой регуляции. В норме она осуществляется за счет изменений давления (1 больше 2), при сердечной недостаточности регуляция идет за счет увеличения ЧСС (2 больше 1).

Пульсовое давление (ПД). В норме у здорового человека составляет около 25—30% величины минимального давления. Механокардиография позволяет определить истинную величину ПД, равную разности между боковым и минимальным давлением. При определении ПД с помощью аппарата Рива-Роччи оно оказывается несколько завышенным, так как в этом случае его величина вычисляется вычитанием из максимального давления величины минимального (ПД = СД – ДД).

Среднединамическое давление (СДД).

Показатель нормы: 75-85 мм. рт. ст. Является показателем согласованности регуляции сердечного выброса и периферического сопротивления кровеносных сосудов. В комплексе с другими параметрами СДД определяет состояние прекапиллярного русла. В случаях, когда определение АД осуществляется по Н. С. Короткову, СДД можно рассчитать по формулам:

$$\text{СДД} = \text{ПД}/3 + \text{ДД} \quad (1)$$

$$\text{СДД} = \text{ДД} + 0,42 \times \text{ПД}. \quad (2)$$

Величина СДД, рассчитанная по формуле (2), несколько выше, чем по перовой.

Минутный объем крови (МО) – это количество крови, перекачиваемое сердцем за минуту. По МО судят о механической функции миокарда, которая отражает состояние системы кровообращения. Величина МО зависит от возраста, пола, массы тела, температуры окружающего воздуха, интенсивности физической нагрузки. Показатель нормы: 3,5 – 5,0 л.

Норма МО для состояния покоя имеет довольно широкий диапазон и существенно зависит от методики определения:

Наиболее простой способ определения МО, позволяющий ориентировочно определить его величину, — определение МО по формуле Старра:

$$\text{СО} = 90,97 + 0,54 \times \text{ПД} - 0,57 \times \text{ДАД} - 0,61\text{В};$$

$$\text{МО} = \text{СО} - \text{ЧСС}$$

где СО – систолический объем крови, Мл; ПД – пульсовое давление, мм рт. ст.; ДАД – минимальное давление, мм рт. ст.; В – возраст, в годах.

Лильетранд и Цандер предложили формулу расчета МО, основанную на вычислении так называемого редуцированного давления. Для этого сначала определяют СДД по формуле:

$$\text{СДД} = \text{СД} + \text{ДД} / 2 \quad (1)$$

затем вычисляется величина РАД:

$$\text{РАД} = \text{ПД} \times 100/\text{СДД} \quad (2)$$

Исходя из полученных результатов $\text{МО} = \text{РАД} \times \text{ЧСС}$.

Для более объективной оценки изменений МО можно вычислить должный минутный объем: $ДМО = 2,2 \times S$,

где 2,2 — сердечный индекс, л;

S — поверхность тела испытуемого, определяемая по формуле Дюбуа:

$$S = 71,84 M^{0,725} P^{0,725}$$

где M — масса тела, кг; P — рост, см;

или $ДМО = ДОО/422$, где ДОО — должный основной обмен, рассчитанный в соответствии с данными возраста, роста и массы тела по таблицам Гарриса – Бенедикта.

Сопоставление МО и ДМО позволяет более точно охарактеризовать специфику функциональных изменений в сердечно-сосудистой системе, обусловленных воздействием различных факторов.

Периферическое сопротивление (ПС).

Обуславливает постоянство среднединамического давления (или его отклонения от нормы). Рассчитывается по формулам:

$ПС = СДД \times 1330 \times 60 / МО$, где СДД — среднединамическое давление, мм рт. ст.; 1330 — коэффициент для перевода мм рт. ст. в динь;

60 — число с в мин.

$ПС = 3 \times СДД / СИ$, где СИ — сердечный индекс, равный в среднем $2,2 \pm 0,3$ л/мин-м².

Периферическое сопротивление выражается либо в условных единицах, либо в динах. Показатель нормы: 30 – 50 усл. ед. Изменение ПС при работе отражает реакцию прекапиллярного русла, зависящую от объема циркулирующей крови.

Исследование начальных и конечных показателей при проведении тестовых воздействий:

Проба Мартинета – оценка способности к восстановлению после физической нагрузки (упрощенная методика) используется при массовых исследованиях, позволяет оценивать способность сердечно-сосудистой системы к восстановлению после физической нагрузки. В качестве нагрузки в зависимости

от контингента обследуемых могут применяться 20 приседаний за 30с и приседания в том же темпе в течение 2 мин. В первом случае период восстановления длится 3 мин., во втором — 5. Перед нагрузкой и спустя 3 (или 5) мин после ее окончания измеряется ЧСС, систолическое и диастолическое давление. Оценка пробы проводится по величине разности исследуемых показателей до и после нагрузки:

при разности не более 5 — «хорошо»;

при разности от 5 до 10 — «удовлетворительно»;

при разности более 10 — «неудовлетворительно».

Проба с приседанием – характеристика функциональной полноценности сердечно-сосудистой системы является характеристикой функциональной полноценности сердечно-сосудистой системы.

Методика проведения: у человека до нагрузки двукратно подсчитывается ЧСС и АД. Затем обследуемый выполняет 15 приседаний за 30 с либо 60 — за 2 мин. Сразу по окончании нагрузки подсчитывают пульс и измеряют давление. Процедура повторяется через 2 мин. При хорошей физической подготовке обследуемого проба в том же темпе может быть продлена до 2 мин.

При пробе с 20-ю приседаниями измерить исходный пульс каждые 10 секунд и записать значения (пульс в минуту, для этого полученный результат за 10 секунд умножаете на 6). Затем за 30 секунд выполняется 20 приседаний (руки вперед). Сядьте и снова измерьте пульс в течение каждых 10 секунд до полного восстановления пульса. Если пульс восстановился за 1 минуту – «отлично», за 2 минуты – «хорошо», если более чем за 3 минуты – «плохо».

Для оценки пробы применяют показатель качества реакции:

$$\text{ПКР} = \text{ПД}_2 - \text{ПД}_1 / \text{П}_2 - \text{П}_1,$$

где ПД_2 и ПД_1 – пульсовое давление до и после нагрузки; П_2 и П_1 – частота сердечных сокращений до и после нагрузки.

Проба Флака позволяет оценить функцию сердечной мышцы.

Методика проведения: обследуемый в течение максимально возможного времени поддерживает в U-образной трубке ртутного манометра диаметром 4

мм давление 40 мм рт. ст. Проба проводится после форсированного вдоха при зажатом носе. Во время ее проведения каждые 5с определяется ЧСС. Оценочным критерием является степень учащения пульса по отношению к исходному и продолжительность поддержания давления, которое у тренированных людей не превышает 40–50с. По степени учащения пульса за 5с различаются следующие реакции: не более 7 уд. – хорошая; до 9 уд. – удовлетворительная; до 10 уд – неудовлетворительная.

До и после пробы у испытуемого измеряется АД. Нарушение функций сердечно-сосудистой системы ведет к снижению артериального давления иногда на 20 мм рт. ст. и более. Оценка пробы производится по показателю качества реакции:

$ПКР = \frac{СД_1 - СД_2}{СД_1}$, где $СД_1$ и $СД_2$ — систолическое давление исходное и после пробы.

При перегрузке сердечно-сосудистой системы значение ПКР превышает 0,10—0,25 отн. ед. системы.

Коэффициент выносливости. Используется для оценки степени тренированности сердечно-сосудистой системы к выполнению физической нагрузки и определяется по формуле:

$КВ = ЧСС \times 10 / ПД$, где ЧСС — частота сердечных сокращений, уд./мин;

ПД — пульсовое давление, мм рт. ст.

Показатель нормы: 12–15 усл. ед.

Увеличение КВ, связанное с уменьшением ПД, является показателем детренированности сердечно-сосудистой системы.

Расчётный индекс адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы.

Распознавание функциональных состояний на основе анализа данных о вегетативном и миокардиально-гемодинамическом гомеостазе требует определенного опыта и знаний в области физиологии. Разработан ряд формул, позволяющих вычислять адаптационный потенциал системы кровообращения по заданному набору показателей с помощью уравнений множественной регрессии.

Одна из наиболее простых формул, обеспечивающих точность распознавания в 72% основана на использовании наиболее простых и общедоступных методов исследования – измерения частоты пульса и уровня артериального давления, роста и массы тела:

$$\text{АП} = 0.0011(\text{ЧП}) + 0.014(\text{САД}) + 0.008(\text{ДАД}) + 0.009(\text{МТ}) - 0.009(\text{Р}) + 0.014(\text{В}) - 0.27,$$

где АП – адаптационный потенциал системы кровообращения в баллах, ЧП – частота пульса (уд/мин); САД и ДАД – систолическое и диастолическое артериальное давление (мм рт.ст.); Р – рост (см); МТ – масса тела (кг); В – возраст (лет).

Частота дыхания измеряется следующим образом. В положении сидя или лежа положите руку на грудь и подсчитайте количество вдохов за 3 минуты. После этого полученный результат разделите на 3. Такой подход позволяет уменьшить влияние волевого фактора на изучаемый показатель.

Пульс измеряется на артерии на лучезапястном суставе в области основания большого пальца. Можно измерять пульс, наложив пальцы на сонную артерию (с боку на шее). При самостоятельном измерении пульса, наложите 3 пальца на артерию, и слегка прижмите их. Вы почувствуете легкие удары по кончикам пальцев. Это и будет ваш пульс. Научитесь удерживать пульс под пальцами в течение 1-2 минут.

Для точного измерения пульса подсчет проводят в течение 10 или 15 секунд. Затем полученный результат умножают на 6 или 4. В результате получают количество сердечных сокращений за 1 минуту. Эту величину и называют частотой сердечных сокращений (ЧСС или пульс).

Измерение артериального давления проводят с использованием манжетки аппарата, которая одевается на правую руку на уровне сердца испытуемого. Грушей нагнетаете воздух в манжетку так, чтобы давление было на 20 мм рт. ст. выше ожидаемого. После этого фонендоскоп размещаете в локтевой ямке. Приоткрываете воздушный вентиль и медленно снижаете давление в манжетке. При появлении первого тона записываете систолическое артериальное

давление. Давление в манжетке продолжаете снижать. В какой-то момент времени вы услышите прекращение звуковых тонов работы сердца. Отметьте давление на манометре. Это будет диастолическое (нижнее давление). Повторите измерение 2-3 раза с интервалом 3-5 минут.

Рост определяется без обуви. Станьте спиной к ровной поверхности (стена, дверной косяк). Выпрямите максимально позвоночник, стараясь, что бы большее количество точек на вашем теле касались поверхности стены.

На поверхность стены поставьте один из катетов прямоугольного треугольника и опустите его так, что бы другой катет касался вашей макушки. Измерение роста удобнее производить вдвоем. В этом случае измерение, осуществляемое вашим партнером, будет более точное. Рост измеряется в сантиметрах.

Измерение массы тела. Идеальная масса тела рассчитывается для мужчин: $50 + (\text{рост в см} - 150) \times 0,75 + (\text{возраст, годы} - 21) / 4$;

женщин: $50 + (\text{рост в см} - 150) \times 0,32 + (\text{возраст, годы} - 21) / 4$.

По значениям адаптационного потенциала определяется функциональное состояние работника. Проба оценивается, если показатель ниже 2,6 – удовлетворительная адаптация;

2,6 – 3,9 – напряжение механизмов адаптации;

3,10 – 3,49 – неудовлетворительная адаптация;

3,5 и выше – срыв адаптации.

Снижение адаптационного потенциала сопровождается некоторым смещением показателей миокардиально-гемодинамического гомеостаза в пределах своих так называемых нормальных значений, возрастает напряжение регуляторных систем, увеличивается "плата за адаптацию". Срыв адаптации как результат перенапряжения и истощения механизмов регуляции у лиц старшего возраста отличается резким падением резервных возможностей сердца, в то время как в молодом возрасте при этом наблюдаются даже увеличение уровня функционирования системы кровообращения.

Контрольные вопросы

1. Понятие об адаптации.
2. Понятие о функциональной системе организма.
3. Перечислить методы оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы.
4. Понятие о минутном объеме крови и его значение в развитии процессов адаптации организмов к факторам техносферы.
5. Понятие об индексе адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы.

Библиографический список

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Марачев А.Г. и др. Патология человека на Севере. - М.: Медицина, 1985. - 416с.
2. Агаджанян Н.А., Баевский Р.М., Берсенева А.П. Проблемы адаптации и учение о здоровье. Издательство РУДН, 2006. – 283 с.
3. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. М., 1998.
- 4.Алексеев С.В., Усенко В.Р. Гигиена труда. М., 1988.-575 с.
- 5.Алексеев С.В., Хайлович М.Л. и др. Производственный шум. М.: Медицина.1991.136 с.
6. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем.- М.: Медицина, 1975.
- 7.Артамонова В.Г., Шаталов И.Н. Профессиональные болезни. М., 1996.
8. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. - М.: Медицина, 1979. - 298 с.
- 9.Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов /Под ред. С.В.Белова. 4-е изд., испр. и доп.- М.: Высш. шк., 2004. – 606с.
- 10.Биологические эффекты при длительном поступлении радионуклидов. М.: Энергоатомиздат. 1988.167 с.
- 11.Воздействие на организм человека опасных и вредных экологических факторов. Метрологические аспекты В 2-х томах / Под ред. Л.К. Исаева. М.: ПА-ИМС. 1997. Т. – 512 с. Т. 2- 496 с.
- 12.Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».
- 13.Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1339-03 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».
- 14.Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».
- 15.Гост 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
- 16.Дименберг Ф.М., Фролов К.В. Вибрация в технике и человек. М.: Знание. 1987. 160 с.
- 17.Занько Н.Г. Ретнев В.М. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности. Учебник. М.,: Академия. 2004.- 288 с.

18. Занько Н.Г., Ретнев В.М. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности. Учебное пособие. М.: Академия. 2005.- 256 с.
19. Ильин Л.А., Кириллов В.Ф., Коренков И.П. Радиационная гигиена. Учебник. М.: Медицина, 1999. 384 с.
20. Исмаилов Э.Ш. Биофизическое действие СВЧ-излучений. М.: Энергоатомиздат. 1987. 144с.
21. Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации. – Новосибирск: Наука, 1980.
22. Казначеев В. П., Казначеев С. В. Адаптация и конституция человека. — Новосибирск: Наука, 1986.
23. Лойт А.О., Кротов Ю.А. Установление гигиенических регламентов в разных средах: Учебное пособие. СПб. 1996.76с.
24. Меерсон Ф.З. Адаптация, дезадаптация и недостаточность сердца. – М.: Медицина, 1978. - 251 с.
25. Мирошниченко А.Н. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности. Учебное пособие. Благовещенск.-2005.-179 с.
26. Мирошниченко А.Н. Основы токсикологии в безопасности жизнедеятельности. Учебное пособие. Благовещенск. – 2005. – 136 с.
27. Мирошниченко А.Н. Основы физиологии человека. Учебное пособие. Благовещенск. – 2007. – 152 с.
28. МУ 1844-78. Методические указания по проведению измерений и гигиенической оценки шумов на рабочих местах.
29. «Об охране атмосферного воздуха» ФЗ № 96 от 4 мая 1999 г.
30. «Об охране окружающей среды» ФЗ № 7-ФЗ от 10 января 2002 г.
31. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» ФЗ № 52 от 30 марта 1999 г..
32. Письмо МЗ РФ от 21 августа 2003 г. № 2510/9468-03-32 «О предрейсовых медицинских осмотрах водителей транспортных средств».
33. Письмо Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 13 января 2005 г. № 0100/63-05-32 «О порядке применения приказа Минздравсоцразвития России от 16.08.2004 № 83».
34. Постановления Минтруда и соцразвития РФ от 31 марта 2003 г. № 14 и от 11.09.2003 N 64 «Об утверждении перечня производств, профессий и должностей, работа в которых дает право на бесплатное получение лечебно-профилактического питания в связи с особо вредными условиями труда, рационов лечебно-профилактического питания, норм бесплатной выдачи вита-

минных препаратов и правил бесплатной выдачи лечебно-профилактического питания»

35.Пр. МЗ и СР РФ от 16 августа 2004 г. № 83 «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядка проведения этих осмотров (обследований).

36.Пр. МЗ и медицинской промышленности РФ от 14 марта 1996 г. № 90 «О порядке проведения предварительных и периодических медицинских осмотров работников и медицинских регламентах допуска к профессии». 31.Приказ МЗ СССР от 29 сентября 1989 г. № 555 «О совершенствовании системы медицинских осмотров трудящихся и водителей индивидуальных транспортных средств».

37.Приказ МЗ РФ от 10 декабря 1996 г. № 405 «О проведении предварительных и периодических медицинских осмотров работников». (Данный приказ не имеет юридической силы, но интересен с позиций сравнения подходов к решению поставленной задачи).

38.Реакции организма человека на воздействие опасных и вредных производственных факторов: Справочник в 2-х томах. М.: Стандарт. 1990. Т. -350 с.Т. 2-367 с.

39.Руководство по гигиене труда в 2-х томах / Под ред. Н.Ф. Измерова. М.: Медицина. 1987. Т. 1 - 368 с. Т. 2-445 с.

40.Р 2.2.2006 – 05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и ФЗ трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

41.Р 2.2.1766 – 03. Руководства по оценке риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии.

42.Санитарные правила «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест. СанПиН 2.1.6.1032-01»

43.СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

44.СН 2.2.4/2.1.8.583–96. Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки.

45.СН 2.2.4/2.1.8.582–96. Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного.

46.ФЗ № 52 от 30 марта 1999 г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

Содержание

Введение	3
Тема 1. Медико-биологическая оценка травмоопасных и вредных производственных факторов.....	4
Тема 2. Медико-биологическая оценка воздействия вредных веществ на организм человека.....	20
Тема 3. Определение коэффициента возможного ингаляционного отравления (КВИО), класса опасности и степени токсичности промышленных ядовитых веществ	34
Тема 4. Расчетные методы определения ориентировочно - безопасных уровней воздействия (ОБУВ) и предельно допустимых концентраций (ПДК) промышленных ядов в воздухе рабочей зоны	43
Тема 5. Медико-биологическая оценка влияния мышечной деятельности на организм человека	48
Тема 6. Физиолого-гигиеническая характеристика воздействия физических нагрузок на организм человека	55
Тема 7. Физиолого-гигиеническая характеристика напряженности трудового процесса и его влияние на организм	74
Тема 8. Оценка влияния производственного шума на организм человека	89
Тема 9. Принципы санитарно-гигиенического нормирования производственного шума	111
Тема 10. Медико-биологическая оценка влияния производственной пыли на организм человека	134
Тема 11. Медико-биологическая оценка развития профессиональных заболеваний органов дыхания от воздействия пыли.....	147
Тема 12. Расчетные методы определения доз ионизирующих излучений и методов защиты от внешнего ионизирующего облучения.....	163
Тема 13. Медико-профилактические мероприятия по улучшению состояния здоровья человека.....	174
Тема 14. Медико-биологическая оценка риска причинения вреда здоровью работников от воздействия опасных факторов рабочей среды и трудовой нагрузки для обоснования мер профилактики профессиональных заболеваний	188
Тема 15. Медико-биологическая оценка адаптации организма человека к производственным и климатоэкологическим факторам среды обитания (факторам техносферы)	199
Библиографический список.....	212

Анатолий Николаевич Мирошниченко,
доцент кафедры БЖД АмГУ, канд. мед. наук, член-корр. МАНЭБ

Руководство по основам медико-биологического обеспечения безопасности жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие.

Изд-во АмГУ. Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 12,56. Тираж 100. Заказ 209.