

# **ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ГИГИЕНЫ ТРУДА**

Пермь  
2023

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Пермский государственный медицинский университет  
имени академика Е.А. Вагнера»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

## **ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ГИГИЕНЫ ТРУДА**

*Утверждено  
центральным координационным  
методическим советом ФГБОУ ВО ПГМУ  
им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России  
в качестве учебного пособия*

Пермь  
2023

УДК 613.6(075.8)

ББК 51.24я73

О-75

Авторы-составители: **Киреенко Л.Д., Киладова М.В., Кириченко Л.В., Рязанова Е.А., Хохрякова В.П., Селиванова С.А., Мошенцова Л.П., Лир Д.Н., Лебедева А.Г.**

*Рецензенты:*

д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой гигиены и эпидемиологии ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России **Зорина И.Г.;**

д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой общей гигиены и экологии ФГБОУ ВО СГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России **Елисеев Ю.Ю.**

О-75      Основные вопросы гигиены труда: учеб. пособие для студентов педиатрического факультета / *Л.Д. Киреенко, М.В. Киладова, Л.В. Кириченко* [и др.]. – Пермь: ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России, 2023. – 139 с.

ISBN 978-5-7812-0689-6

Учебное пособие предназначено для самостоятельной работы студентов 3-го курса педиатрического факультета при подготовке к занятиям по гигиене труда. Содержащиеся материалы направлены на повышение эффективности работы студента, пособие призвано помочь студенту овладеть знаниями и умениями в данной дисциплине. В пособие включены разделы по факторам производственной среды и трудового процесса, по физическим факторам и микроклимату производственной среды, по действию промышленных ядов и радиационной гигиене.

Печатается по решению центрального координационного методического совета ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России.

Протокол № 3 от 23.03.2023 г.

**УДК 613.6(075.8)**

**ББК 51.24я73**

ISBN 978-5-7812-0689-6

© ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика  
Е.А. Вагнера Минздрава России, 2023  
© Киреенко Л.Д., Киладова М.В., Кириченко Л.В. и др., 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	4
Тема 1. Гигиена труда как наука. Факторы производственной среды и трудового процесса .....	7
Тема 2. Гигиеническая оценка физических факторов производственной среды .....	18
Тема 3. Гигиеническая оценка влияния микроклимата производственной среды на организм человека .....	40
Тема 4. Оценка токсичности промышленных ядов .....	60
Тема 5. Радиационная безопасность при работе с радиоактивными веществами и источниками ионизирующего излучения .....	88
Тестовые задания .....	104
Эталоны решения ситуационных задач к темам 1–5 .....	110
Эталоны ответов к тестовым заданиям .....	132
Перечень тем рефератов .....	133
Приложения .....	134

## ВВЕДЕНИЕ

Труд является особой формой взаимодействия человека с окружающей средой. Под влиянием труда происходит формирование и совершенствование способностей работающего человека, создающего материальные и культурные ценности. Труд в полной мере стал основным определяющим фактором жизнедеятельности большинства трудоспособного населения.

*Гигиена труда* – наука, изучающая гигиенические условия, характер труда и их влияние на здоровье, работоспособность человека, и разрабатывающая научные основы, а также практические меры по предупреждению отрицательных последствий трудовой деятельности. Главным содержанием гигиены труда является научное обоснование нормативов и средств профилактики профессиональных заболеваний и прогрессирования хронических заболеваний и осложнений у работающих. Гигиена труда – это область практической деятельности, решающая вопросы санитарно-эпидемиологического надзора на действующих, строящихся и проектируемых производственных объектах промышленного и сельскохозяйственного назначений.

Как самостоятельная наука гигиена труда сформировалась в начале XX века, хотя первые сведения о неблагоприятном влиянии трудовой деятельности на здоровье работающих относятся к истории Древней Греции и Рима.

В России первое научное исследование по вопросам гигиены труда принадлежит М.В. Ломоносову и носит назва-

ние «Первые основания металлургии, или рудных дел» (1742 г.). В нем он писал о болезнях легких, организации труда и отдыха у рудокопов. Именно с целью сохранения здоровья «труждающихся» М.В. Ломоносов в своей работе предлагает организацию и проведение необходимых гигиенических мероприятий: усиление крепления горных выработок и предотвращение обвалов, удаление шахтных вод, плотную защитную одежду рудокопов и вентиляцию шахт. Эта работа стала важнейшим вкладом во всю гигиеническую науку горнодобывающего дела. Первая монография, целиком посвященная аспектам гигиены труда, вышла только в 1847 г. под названием «Болезни рабочих с указанием предохранительных мер». Ее автор, А.Н. Никитин, работал врачом на Александровской мануфактуре в Петербурге, что позволило ему наблюдать, изучать условия труда работников и анализировать влияние различных факторов промышленной среды на состояние их здоровья. В этой книге он систематизировал условия труда 120 профессий. Много научных данных о возникновении заболеваний легких и верхних дыхательных путей нашли отражение в его трудах и докладах. Один из учредителей в 1833 г. и первый секретарь Общества русских врачей в Санкт-Петербурге, А.Н. Никитин много выступал на различных научных мероприятиях, рассказывал об условиях труда и путях их улучшения на различных производствах Российской империи.

Изучая основополагающий труд Бернардино Рамаццини «О болезнях ремесленников» (1700 г.) А.Н. Никитин дополнил его новыми 35 главами, главные из которых: «Болезни угольщиков», «Болезни трубочистов», «Болезни молотильщиков и веятелей».

В предисловии автор написал о стремлении «...сколь-ко-нибудь познакомить наших промышленников, ремесленников и проч. с невыгодами, сопряженными с производством, и указать на меры предосторожности... Чтобы мастера сами смогли пользоваться чтением нашей книги, мы старались написать ее слогом, понятным для каждого».

Именно первые работы М.В. Ломоносова и А.Н. Никитина являются главными и основополагающими трудами по вопросам гигиены труда в России.

Книга («Профессиональная гигиена, или гигиена умственного и физического труда») 1877 г. Ф.Ф. Эрисмана, блестяще образованного и высокоодаренного ученого, явилась фундаментом для дальнейшего развития гигиены труда в России. «Гигиена профессий, – как указывает он в предисловии к своей книге, – бесспорно составляет одну из наиболее выдающихся областей общественной гигиены» (организовано санитарное обследование предприятий Московской губернии).

В настоящее время надзорные функции по санитарно-эпидемиологическому контролю, защите прав потребителей переданы Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзору). Служба была создана 09.03.2004 года.

# ТЕМА 1.

## ГИГИЕНА ТРУДА КАК НАУКА.

### ФАКТОРЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ И ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА

**Цель занятия:** ознакомиться с методами исследования реакций организма человека, занятого умственным трудом; научиться использовать полученные результаты в профилактике производственного утомления.

**План проведения занятия:**

студенты знакомятся с методиками оценки функционального состояния нервной системы. Проводят собственные исследования, пишут заключение, дают гигиенические рекомендации.

**Студент должен знать:**

– функциональные изменения в организме при умственной работе.

Студент должен уметь:

– оценивать состояние высшей нервной деятельности, пользуясь интегральными методиками (буквенные и цифровые тесты);

– определять скорость сенсомоторной реакции на звук и свет.

**Студент должен владеть:**

– навыками работы с нормативной документацией;

– определять класс условий труда по показателям напряженности трудового процесса.

Изучение данной темы направлено на формирование у обучающихся **компетенций**:

ОПК-5: способность оценивать морфофункциональные, физиологические и патологические процессы в организме человека для решения профессиональных задач.

### ***Контрольные вопросы***

1. Три блока проблем, изучаемых гигиеной труда.
2. Вредные и опасные факторы производственной среды, последствия их действий.
3. Тяжесть и напряженность трудового процесса. Показатели, их определяющие.
4. Характеристики условий труда по показателям вредности и опасности факторов трудового процесса.
5. Профессиональные и профессионально обусловленные заболевания.
6. Система профилактических мероприятий по обеспечению безопасных условий труда.

### **Задания для самостоятельной подготовки к занятию**

Студенты при подготовке к занятию должны проработать теоретический материал данной темы в соответствии с контрольными вопросами, ознакомиться со справочно-информационным материалом и примерами решения ситуационных задач.

***Вредный производственный фактор*** – фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работающего

при определенных условиях (интенсивность, длительность и др.) может вызвать профессиональное заболевание, временное или стойкое снижение работоспособности, повысить частоту соматических или инфекционных заболеваний, привести к нарушению здоровья потомства.

Вредными производственными факторами могут быть:

1) факторы физической природы – температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое излучение, шум, вибрация, освещение (отсутствие или недостаточность) и т.п.;

2) химические факторы, в том числе некоторые вещества биологической природы (антибиотики, витамины, гормоны, ферменты, белковые препараты), получаемые химическим синтезом;

3) биологические факторы – микроорганизмы-продуценты, живые клетки и споры, содержащиеся в препаратах, патогенные микроорганизмы, грибы и паразиты;

4) факторы трудового процесса – обстоятельства, условия, определяющие трудовой процесс: тяжесть и напряженность труда.

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

- физической динамической нагрузкой;
- массой поднимаемого и перемещаемого груза вручную;
- количеством стереотипных рабочих движений за смену;
- рабочей позой;
- степенью наклона корпуса;
- перемещением в пространстве, обусловленным технологическим процессом.

***Напряженность труда*** – характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника. Показателями, характеризующими напряженность труда являются:

- интеллектуальные нагрузки;
- сенсорные нагрузки;
- эмоциональные нагрузки;
- режим работы.

***Опасный производственный фактор*** – фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной острого заболевания или внезапного резкого ухудшения здоровья, смерти. В зависимости от количественной характеристики и продолжительности действия отдельные вредные производственные факторы могут стать опасными.

В настоящее время отделы надзора за условиями труда Роспотребнадзора и отделения гигиены труда ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» в своей работе руководствуются «Гигиеническими критериями оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов трудового процесса» 2005 г. Данное руководство включает характеристику условий труда, соответствующую четырем классам: оптимальный, допустимый, вредный и опасный.

***Оптимальные условия труда (1-й класс)*** – условия, при которых сохраняется здоровье работающих и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня работоспособности. Оптимальные нормативы установлены для микроклимата.

***Допустимые условия труда (2-й класс)*** – характеризуются такими факторами производственной среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изме-

нения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены и не должны оказывать неблагоприятного действия в ближайшем и отдаленном периодах на состояние здоровья работающих и их потомство. Допустимые гигиенические условия относятся к безопасным.

*Вредные условия труда (3-й класс)* – производственные факторы превышают гигиенические нормативы и оказывают неблагоприятное действие на организм работающих и/или на его потомство. Вредные условия труда делятся на 4 степени вредности:

3.1 – условия труда характеризуются такими отклонениями вредных факторов, которые вызывают функциональные изменения, восстанавливающиеся, как правило, при более длительном (чем к началу следующей смены) прерывании контакта с вредными факторами и увеличивают риск повреждения здоровья.

3.2 – уровни вредных факторов, вызывающие стойкие функциональные изменения, приводящие в большинстве случаев к увеличению профессионально обусловленной заболеваемости (что проявляется повышением уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности и, в первую очередь, теми болезнями, которые отражают состояние наиболее уязвимых органов и систем для данных вредных факторов), появлению начальных признаков или легких форм (без потери профессиональной трудоспособности) профессиональных заболеваний, возникающих после продолжительной экспозиции (15 лет и более).

3.3 – условия труда характеризуются такими уровнями вредных факторов, воздействие которых приводит к развитию, как правило, профессиональных болезней легкой и сред-

ней степени тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в период трудовой деятельности, росту хронической (профессионально обусловленной) патологии, включая повышенные уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

3.4 – условия труда, при которых могут возникать тяжелые формы профзаболеваний (с потерей общей трудоспособности), отмечаются значительный рост числа хронических заболеваний и высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

*Опасные (экстремальные) условия труда (4-й класс)* – условия труда характеризуются уровнем производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или её части) создает угрозу для жизни, высокий риск развития острых профессиональных поражений.

Гигиенические нормативы обоснованы с учетом 8-часовой рабочей смены. При большей длительности смены в каждом конкретном случае возможность работы должна быть согласована со службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

По определению Международной организации труда (МОТ), профессиональное заболевание рассматривается как заболевание, развившееся в результате воздействия факторов риска, обусловленных трудовой деятельностью.

Основные критерии, позволяющие определить профессиональное происхождение заболеваний, следующие:

- наличие связи с конкретным производственным фактором (пыль – пневмокониоз);
- наличие причинно-следственных связей с производственной средой и профессией;

– превышение среднего уровня заболеваемости у определенной профессиональной группы лиц по сравнению со всей когортой населения.

В зависимости от сроков формирования профессиональных заболеваний их подразделяют на острые и хронические:

– **острые профзаболевания** – заболевания, развившиеся внезапно, после однократного (в течение не более одной рабочей смены) воздействия вредных производственных факторов.

– **хронические профзаболевания** – заболевания, которые возникают в результате длительного воздействия вредных факторов.

Диагноз хронического профзаболевания устанавливают центр профессиональной патологии, клиника профболезней, имеющие соответствующие лицензии и сертификаты. При постановке диагноза хронического профзаболевания учитываются: профессиональный маршрут, санитарно-гигиеническая характеристика условий труда, данные периодических медосмотров, сведения о заболеваемости с временной утратой трудоспособности, результаты комплексного обследования.

Конвенция МОТ регламентирует три системы постановки диагноза профессионального заболевания:

- 1) по списку профзаболеваний;
- 2) по общему определению понятия «профессионального заболевания»;
- 3) по списку, дополненному общим определением.

**Профессионально обусловленные заболевания** – группа болезней, полиэтиологичных по своей природе, в возникновение которых производственные факторы вносят определенный вклад. Для этих заболеваний характерны:

- 1) большая распространенность;

2) недостаточная изученность количественных показателей условий труда, определяющих развитие болезней;

3) значительные социальные последствия – негативное влияние на демографические показатели (смертность, продолжительность жизни, частые и длительные заболевания с временной утратой трудоспособности).

К профессионально обусловленным заболеваниям относятся заболевания сердечно-сосудистой системы (артериальная гипертензия, ИБС), нервно-психические заболевания типа невроза, болезни опорно-двигательного аппарата (пояснично-крестцовый радикулит), ряд заболеваний органов дыхания и др.

Профессионально обусловленная заболеваемость – заболеваемость общими (не относящимися к профессиональным) заболеваниями различной этиологии (преимущественно полиэтиологичными), имеющая тенденцию к повышению по мере увеличения стажа работы в неблагоприятных условиях труда и превышающая таковую в профессиональных группах, не подвергавшихся воздействию вредных факторов.

Профилактика профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний состоит из системы мер, направленных на снижение риска развития отклонений в состоянии здоровья и заболеваний работников, предотвращения или замедления их прогрессирования, уменьшения неблагоприятных последствий. Она включает мероприятия медицинского (санитарно-гигиенического, лечебно-профилактического), экономического, правового (государственного) характеров.

В целом, профилактика указанных заболеваний осуществляется путем законодательного регулирования факторов риска (например установление ПДК и ПДУ) и

реализации целевых программ по формированию здоровых безопасных условий труда и быта на производстве, адекватной системы медико-санитарного и медико-социального обеспечения работников.

## **Ситуационные задачи**

### *Задача № 1*

Медицинская сестра процедурного кабинета обслуживает экстренное отделение хирургического профиля на 60 коек. В ее обязанности входит проведение внутривенных инъекций, назначенных врачами, забор крови у вновь поступивших больных на определение группы крови и резус-фактора, а также на биохимический анализ. Кроме того, совместно с врачами, она осуществляет переливание крови и кровезаменителей послеоперационным больным.

По экстренным показаниям ежедневно оперируется 2–3 человека. Каждый день в отделение поступают от 6 до 10 человек. Кабинет работает с 8<sup>00</sup> до 15<sup>00</sup> часов.

#### **Задание:**

1. Оцените класс условий труда по показателям напряженности трудового процесса.
2. Предложите мероприятия по улучшению условий труда.

### *Задача № 2*

На часовом заводе сборка ручных часов осуществляется на конвейере. Каждую смену выпускается 200 часов. Работница выполняет операцию по внесению специального масла в механизм часов. Для работы используются лупа,

пипетка и емкость с маслом. Фактическая продолжительность рабочего дня 8 часов. Работа двухсменная, без ночной смены. Имеется перерыв на обед – 40 минут.

**Задание:**

1. Оцените класс условий труда по показателям напряженности трудового процесса.
2. Предложите мероприятия по улучшению условий труда.

*Задача № 3*

Работа участкового терапевта состоит из приема пациентов в поликлинике и обслуживания больных на дому. Во время приема у кабинета постоянно выстраивается очередь. Ежедневно врач принимает 18–20 больных в кабинете и обслуживает 12–15 вызовов на дом (во время эпидемии гриппа – до 20 вызовов). В среднем 3 часа в смену врачу приходится внимательно выслушивать, наблюдать и общаться с больными, нередко повышая голос, иногда принимает решение о госпитализации. Рабочий день у терапевта длится 6–7 часов. Три дня в неделю врач работает во вторую смену. Имеется 1 регламентированный перерыв – 20 минут (во время приема в поликлинике).

**Задание:**

1. Оцените класс условий труда по показателям напряженности трудового процесса.
2. Предложите мероприятия по улучшению условий труда.

**Список рекомендуемой литературы**

1. Российская энциклопедия по медицине труда / гл. ред. *Н.Ф. Измеров*. – М.: Медицина, 2005. – 656 с.

2. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Руководство Р 2.2.2006-05. – 200 с.

3. Руководство к практическим занятиям по гигиене труда: учеб. пособие / под ред. *В.Ф. Кириллова*. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 416 с.

## **ТЕМА 2. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ**

**Цель занятия:** ознакомиться с проблемами, связанными с производственным шумом и вибрацией, научиться определять класс условий труда по показателям уровня шума и вибрации, использовать полученные результаты в профилактике профессиональной патологии работающих.

**План проведения занятия:**

студенты проводят собственные исследования влияния кратковременного действия шума и локальной вибрации на организм, пишут заключение, дают гигиенические рекомендации.

**Студент должен знать:**

– функциональные изменения в организме при действии шума и локальной вибрации.

**Студент должен уметь:**

– оценивать состояние организма, пользуясь физиологическими методами исследования (треморометрия, динамометрия) и интегральными методиками (буквенные и цифровые тесты).

**Студент должен владеть:**

– навыками работы с нормативной документацией;  
– определять класс условий труда по показателям шума и вибрации.

Изучение данной темы направлено на формирование у обучающихся **компетенций**:

ОПК-5: способность оценивать морфофункциональные, физиологические и патологические процессы в организме человека для решения профессиональных задач.

### ***Контрольные вопросы***

1. Производственный шум как гигиеническая и социальная проблема.
2. Характеристика шума как физического явления, классификация шума.
3. Действие шума на организм работающих, профессиональная патология.
4. Вибрация как производственная вредность, физические характеристики вибрации.
5. Источники вибрации на производстве, классификация вибрации.
6. Действие вибрации на организм работающих, вибрационная болезнь.
7. Профилактика неблагоприятного действия шума и вибрации.

### **Задания для самостоятельной подготовки к занятию**

Студенты при подготовке к занятию должны проработать теоретический материал данной темы в соответствии с контрольными вопросами, ознакомиться со справочно-информационным материалом и примерами решения ситуационных задач.

*Производственный шум* занимает одно из ведущих мест в структуре вредных производственных факторов на рабочих местах большинства отраслей экономики, а профессиональная тугоухость является одним из наиболее массовых и социально значимых видов профессиональной патологии. Согласно данным ВОЗ, потери слуха от шума по вкладу профессиональных факторов в глобальный груз болезней занимают второе ранговое место (16 %) после болей в спине (37 %). По данным Роспотребнадзора России, в структуре профессиональной заболеваемости случаи нейросенсорной тугоухости в последнее десятилетие занимают от 13,9 до 18,7 %, а истинная распространенность этой патологии среди рабочих «шумовых» профессий, по мнению ряда отечественных авторов, ещё выше и достигает 70–77 % в различных видах производств.

По данным Росстата, на начало 2006 года в России только в таких отраслях, как производство и распределение электроэнергии, строительство, транспорт и связь, на работах с повышенными уровнями шума, ультра- и инфразвука работало 2 млн 613 тыс. человек, каждое четвертое рабочее место на промышленных предприятиях страны не отвечает гигиеническим требованиям по шуму, причем эта доля стабильна в течение последних пяти лет.

В гигиенической практике шумом принято называть любой нежелательный звук или совокупность беспорядочно сочетающихся звуков различной частоты и интенсивности, оказывающих неблагоприятное воздействие на организм, мешающих работе и отдыху. По физической сущности шум – это механические колебания частиц упругой среды (газа, жидкости, твердого тела).

Физическое понятие о звуке охватывает как слышимые, так и неслышимые колебания упругих сред. Акустические

колебания с частотой 16 Гц – 20 кГц, воспринимаемые человеком с нормальным слухом, называются звуковыми, акустические колебания с частотой ниже 16 Гц – инфразвуковыми, свыше 20 кГц – ультразвуковыми.

Для гигиенической оценки шумов практический интерес представляет звуковой диапазон частот от 45 до 1 100 Гц.

Шум классифицируется по следующим признакам:

1. В зависимости от спектра выделяют следующие шумы:

– широкополосные – непрерывный спектр звуков шириной более одной октавы (октава – диапазон частот, в котором предыдущая частота меньше последующей в 2 раза);

– тональные, в спектре которых имеются выраженные тоны. Тональный шум превышает уровень в одной третьоктавной полосе частот над соседними на 10 дБ.

2. По времени звучания выделяют:

– шумы постоянные (их уровень за рабочий день – 8 часов – изменяется не более чем на 5 дБ);

– шумы непостоянные (их уровень за рабочий день – 8 часов – изменяется не менее чем на 5 дБ);

Непостоянные шумы подразделяются:

– на колеблющиеся во времени – их уровень постоянно меняется;

– прерывистые – их уровень меняется ступенчато (на 5 дБ и более), причем интервал, в течение которого этот уровень остается постоянным, длится 1 с и более;

– импульсные – состоят из одного или нескольких звуковых сигналов, длительностью менее 1 с, при этом уровни звука, измеренные на временных характеристиках шумомера «импульс» и «медленно», различаются не менее чем на 7 дБА.

Импульсные шумы считаются самыми вредными для человеческого уха, т.к. в силу физиологических причин

(время слухового рефлекса более 1 с) человек не может адекватно отреагировать на них.

3. По частоте различают:

- низкочастотные шумы (31,5 Гц, 63 Гц);
- среднечастотные шумы (125 Гц, 250 Гц, 500 Гц);
- высокочастотные шумы (1 000 Гц и выше).

### *Источники шума*

Шум – наиболее распространенный фактор производственной среды, вызывает у работающих преждевременное утомление, снижается производительность труда, растет общая и профессиональная заболеваемость и травматизм.

В настоящее время трудно назвать производство, где бы не встречались повышенные уровни шума на рабочих местах. К наиболее шумным относятся горнорудная и угольная, машиностроительная, металлургическая, нефтехимическая, лесная, бумажная, легкая и пищевая промышленности. Уровни звука на отдельных рабочих местах достигают 102–115–127 дБА.

Шумы, характерные для цехов или участков различных производств, имеют общую форму спектра: все они широкополосные, с некоторым понижением звуковой энергии в области низких (до 250 Гц) и высоких (к 8 000 Гц) частот.

Вместе с тем в промышленности широко распространены и шумы менее интенсивные (40–60 дБА), которые, однако, гигиенически значимы при работах, связанных с нервной нагрузкой: например, на пультах управления, при машинной обработке информации и других подобных работах, получающих всё более широкое распространение.

Шум является также наиболее неблагоприятным фактором производственной среды на рабочих местах пассажир-

ских, транспортных самолетов и вертолетов; подвижного состава железнодорожного транспорта, морских, речных, рыбопромысловых и других судов; автобусов, грузовых, легковых и специальных автомобилей; сельскохозяйственных машин и оборудования; строительно-дорожных, мелиоративных и других машин. Уровни шума в кабинах современных самолетов колеблются в широком диапазоне (69–85 дБА). В кабинах автомобилей средней грузоподъемности при различных режимах и условиях эксплуатации – 80–102 дБА, в кабинах большегрузных автомобилей – 101 дБА, в легковых автомобилях – 75–85 дБА.

### *Влияние шума на организм*

Большой вклад в изучение проблемы шума внесла профессор Е.Ц. Андреева-Галанина. Она доказала, что шум – это общебиологический раздражитель, который оказывает влияние не только на орган слуха, но в первую очередь – на структуры мозга.

Воздействие шума на организм человека может носить как специфический (слух), так и неспецифический характер (другие органы и системы).

***Специфические изменения (ауральные)*** – рассматриваются влияния на звуковой анализатор. Обычно под влиянием шума у человека медленно прогрессирует понижение слуха по типу кохлеарного неврита (как правило, страдают оба уха одновременно). Снижение слуха связано с дегенеративными изменениями как в волосковых клетках кортиева органа, так и в первом нейроне слухового пути – спиральном ганглии, а также в волокнах кохлеарного нерва.

Типичная картина аудиограммы на ранних стадиях развития процесса обычно характеризуется максимальной поте-

рей слуха на частоте 4 000 Гц. Снижение слуха на 10 дБА неощутимо, на 20 дБА – едва заметно. Только потеря слуха более чем на 20 дБА начинает серьезно мешать человеку, особенно когда к этому добавляются возрастные изменения слуха.

Поражение органа слуха в результате воздействия шума проявляется вначале повышением порога слуха на частоте 4 000 Гц. Это практически не отражается на слуховом восприятии речи, и рабочие не замечают понижение слуха.

Субъективное ощущение понижения слуха наступает по мере прогрессирования процесса, когда снижение восприятия затрагивает область речевых частот – 500, 1 000, 2 500 Гц. При этом может нарушаться способность слышать важные звуковые сигналы, дверные и телефонные звонки, наступает ослабление разборчивости речи. Дальнейшее развитие профессиональной тугоухости характеризуется расширением повреждения звуковосприятия по всему диапазону звуковых частот.

Сроки развития профессиональной тугоухости зависят от интенсивности и частотно-временных параметров шума, длительности его воздействия и индивидуальной чувствительности органа слуха к шуму. Жалобы на головную боль, повышенную утомляемость, шум в ушах не являются специфическими для поражения органа слуха. Это, скорее всего, реакция нервной системы.

Шум, сопровождающийся вибрацией, более вреден для органа слуха, чем изолированный.

***Неспецифическое (экстрауральное)*** действие шума. Рабочие, подвергающиеся воздействию шума, предъявляют жалобы на головные боли, головокружение, снижение памяти, сонливость, повышенную утомляемость, эмоциональную неустойчивость, нарушение сна, боли в области сердца, снижение аппетита. Частота жалоб, их степень зависят от стажа, возраста, интенсивности шума.

Шум может нарушать функцию сердечно-сосудистой системы, вызывать гипертонию (особенно импульсный шум). При воздействии интенсивного шума 95 дБА и выше может быть нарушение витаминного, углеводного, белкового, холестерина и водно-солевого обменов.

Несмотря на то, что шум оказывает влияние на организм в целом, основные изменения отмечаются со стороны органа слуха, центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, причем изменения нервной системы могут предшествовать нарушениям в органе слуха.

Доказана зависимость между заболеваемостью и величиной потерь слуха на речевых частотах 500–2 000 Гц, свидетельствующая о том, что одновременно со снижением слуха наступают изменения, способствующие падению резистентности организма. Так, при увеличении производственного шума на 10 дБА показатели общей заболеваемости работающих возрастают в 1,3 раза.

В настоящее время большое внимание уделяется проблеме профессионального риска нарушений от действия шума. Можно оценить риск нарушения слуха в зависимости от экспозиции и прогнозировать вероятность профзаболеваний. Но при этом не учитывается характер трудовой деятельности, а следовательно, и неспецифическое действие шума, что очень важно для сохранения здоровья и работоспособности лиц операторских профессий.

### *Профилактические мероприятия*

Подразделяются на технические, архитектурно-планировочные, организационные, медико-профилактические.

Технические средства борьбы с шумом: устранение причин возникновения шума или снижение его в источнике;

ослабление шума на путях передачи, непосредственная защита работающего или группы рабочих от воздействия шума.

Наиболее эффективным средством снижения шума является замена шумных технологических операций на малошумные или полностью бесшумные. Большое значение имеет снижение шума в источнике. Этого можно добиться усовершенствованием конструкции или схемы установки, производящей шум, изменением режима её работы, оборудованием источника шума дополнительными звукоизолирующими устройствами или ограждениями, расположенными по возможности ближе к источнику. Одним из наиболее простых технических средств борьбы с шумом на путях передачи является звукоизолирующий кожух, который может закрывать отдельный шумный узел машины (например, коробку передач) или весь агрегат в целом. Таким образом можно снизить уровень шума на 20–30 дБ.

Для ослабления аэродинамического шума, создаваемого компрессорами, вентиляционными установками, системами пневмотранспорта и другими, применяются глушители активного и реактивного типа. Наиболее шумное оборудование размещают в звукоизолирующих кабинах. При больших габаритах машин или значительной зоне обслуживания оборудуют специальные кабины для операторов. Акустическая отделка помещений с шумным оборудованием может обеспечить снижение шума в зоне отраженного звукового поля на 10–12 дБ и в зоне прямого звука до 4–5 дБ в октавных полосах частот. Применение звукопоглощающих облицовок для потолка и стен приводит к изменению спектра шума в сторону более низких частот, что даже при относительно небольшом снижении уровня существенно улучшает условия труда.

В многоэтажных промышленных зданиях особенно важна защита помещений от структурного шума (распространяется по конструкциям здания). Источником может быть производственное оборудование, которое имеет жесткую связь с ограждающими конструкциями. Ослабление передачи структурного шума достигается виброизоляцией и вибропоглощением. Хорошей защитой от ударного шума в зданиях является устройства «плавающих» полов.

Архитектурно-планировочные решения во многом определяют акустический режим производственных помещений, облегчая или затрудняя решение задач по их акустическому благоустройству. Шумовой режим производственных помещений обусловлен размерами и формой, плотностью и видами расстановки машин и оборудования, наличием звукопоглощающего фона и т.д. Планировочные мероприятия должны быть направлены на локализацию звука и уменьшение его распространения. Шумовые помещения, по возможности, следует группировать в одной зоне здания, примыкающей к складским и вспомогательным помещениям и отделять коридорами или подсобными помещениями.

Учитывая, что с помощью технических средств не всегда удастся снизить уровни шума на рабочих местах до нормативных значений, необходимо применять средства индивидуальной защиты органа слуха от шума (антifoны, заглушки). Эффективность индивидуальных средств защиты может быть обеспечена правильным подбором в зависимости от уровней и спектра шума, а также контролем за условиями их эксплуатации.

В комплексе мероприятий по защите человека от неблагоприятного действия шума определенное место занимают медицинские средства профилактики. Важнейшее значение

имеет проведение предварительных и периодических медицинских осмотров.

Принимая во внимание значение индивидуальной чувствительности организма к шуму, исключительно важным является диспансерное наблюдение за рабочими первого года работы в условиях шума (адаптация, утомление – как быстро оно наступило).

Одним из направлений индивидуальной профилактики шумовой патологии является повышение сопротивляемости организма рабочих к неблагоприятному действию шума. С этой целью рабочим шумных профессий рекомендуется ежедневный прием витаминов группы В в количестве 2 мг и витамина С в количестве 50 мг (курс – 2 недели с недельным перерывом). Следует также рекомендовать введение регламентированных дополнительных перерывов с учетом уровня шума, его спектра и наличия средств индивидуальной защиты. Для тех групп работников, где по условиям техники безопасности не допускается использование противошумов (прослушивание сигналов), учитывается только уровень шума и его спектр.

Отдых в период регламентированных перерывов следует проводить в специально оборудованных помещениях. Во время обеденного перерыва работающие при повышенных уровнях шума также должны находиться в оптимальных акустических условиях (не выше 50 дБ – уровень звука).

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

**Вибрация** – это механическое колебательное движение системы с упругими связями. Физическими характеристиками вибрации являются:

1) период колебаний – это время, в течение которого тело совершает одно полное колебание;

2) частота колебаний – число полных колебаний за единицу времени (единица частоты – Герц (1 колебание в секунду));

Частота ( $f$ ) и период колебаний ( $T$ ) связаны между собой обратно пропорционально;

3) для вибрации характерна амплитуда колебания ( $a$ ) – максимальное отклонение тела от положения устойчивого равновесия (измеряется в м, см).

Поскольку вибрация рассматривается как движение, то она имеет такие характеристики:

4) скорость;

5) ускорение.

Скорость ( $V$ ) – это первая производная смещения по времени.

Ускорение ( $W$ ) – вторая производная смещения по времени.

Классификация вибрации:

1. По способу передачи на человека подразделяют:

– на местную (локальную), передающуюся на руки;

– общую, передающуюся через опорные поверхности.

2. По характеру спектра подразделяются:

– на узкополосные;

– широкополосные.

Узкополосные вибрации имеют контролируемые параметры в одной третьооктавной полосе частот более чем на 15 дБ превышение над соседними. Широкополосные обладают непрерывным спектром шириной более 1 октавы.

3. По частотному составу вибрации выделяют:

а) низкочастотные – с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах частот 1, 4 Гц для общей вибрации; 8, 16 Гц – для локальной вибрации;

б) среднечастотные: 8, 16 Гц – для общей вибрации; 31,5 и 63 Гц – для локальной вибрации;

в) высокочастотные: 31,5, 63 Гц для общей вибрации; 125, 1 000 Гц – для локальной.

Частота	Общая вибрация, Гц	Локальная вибрация, Гц
низкая	1 и 4	8 и 16
средняя	8 и 16	31,5 и 63
высокая	31,5 и 63	125 и 1 000

4. По временным характеристикам выделяют вибрации:

– постоянные, для которых величина нормируемого параметра изменяется не более чем в 2 раза (на 6 дБ) за время наблюдения;

– непостоянные – величина нормируемого параметра изменяется не менее чем в 2 раза (на 6 дБ) за время наблюдения, не менее чем за 10 мин при измерении с постоянной времени 1 с.

Непостоянные вибрации делятся:

– на колеблющиеся, т.е. непрерывно меняющиеся во времени;

– прерывистые, с длительностью контакта с человеком более 1 с;

– импульсные, с длительностью контакта менее 1 с.

5. По направлению действия вибрацию подразделяют в соответствии с направлением осей ортогональной системы координат: Xл,о; Yл,о; Zл,о.

6. По виду вибрацию подразделяют:

а) на локальную;

б) общую.

7. По категории общая вибрация подразделяется:

а) на транспортную вибрацию на рабочих местах в транспортных средствах, самоходных и прицепных машинах при движении;

б) транспортно-технологическую вибрацию на рабочих местах в машинах, перемещающихся по подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок;

в) технологическую вибрацию на стационарных рабочих местах.

### *Биологическое действие вибрации*

**Локальная вибрация** – в её восприятии участвуют анализаторы соматической чувствительности: кожный, проприоцептивный, интероцептивный, вестибулярный. В каждом анализаторе преобразование механической энергии в нервный процесс происходит в механорецепторах, расположенных в различных слоях кожи, также участвуют рецепторы сухожилий, фасций и суставов.

При низких частотах (до 10 Гц) колебания, независимо от места их возбуждения, распространяются с весьма малым затуханием, вовлекая в колебательное движение все туловище и голову. С увеличением мышечного напряжения руки проводимость вибраций возрастает, достигая наибольшей величины для частот 30–60 Гц, соответствующих диапазону частот собственных колебаний руки. Особенности механических свойств тела человека и функционирования сенсорных

систем обуславливают неодинаковую чувствительность человека к вибрациям различных частот. У рабочих, длительное время использующих ручные машины, наблюдаются изменения в мышцах плечевого пояса, рук, кистей (электровозбудимость, лабильность мышц). Это наблюдается долго, даже после прекращения работы с вибрацией.

*Действие вибрации на центральную  
и периферическую нервные системы*

Особо чувствительна симпатическая нервная система, регулирующая тонус периферических сосудов, а также отделы периферической нервной системы, связанные с тактильной и вибрационной чувствительностью. Снижаются все виды кожной чувствительности, падает скорость проведения импульса по нерву, возникают парестезии.

Способность капилляров к спазму проявляется при действии вибрации с частотой выше 35–250 Гц. При низких частотах (ниже 35 Гц) наблюдается преимущественно картина атонии капилляров. Длительное воздействие низкочастотной вибрации вызывает развитие ангиодистонического синдрома и костно-мышечных нарушений, высокочастотной вибрации – преимущественно ангиоспазма и полиневропатии.

Наиболее информативными методами для постановки диагноза являются измерение вибрационной чувствительности на частотах 63, 125 и 250 Гц, измерение болевой чувствительности, термометрия с холодной пробой, реовазография, определение статической силы и выносливости кистей рук.

Прогноз риска заболевания таков: воздействие локальной вибрации на уровне ПДУ (112 дБ) не приводит к возникновению заболевания на протяжении 32 лет у 90 % работающих

щих, в то время как максимально допустимый уровень (124 дБ) будет безопасен для такого же процента работающих лишь 4 года.

*Общая вибрация* – её биологическое действие зависит от спектрального состава и продолжительности. Важная роль здесь принадлежит человеческому телу, его биомеханическим свойствам как сложной колебательной системы (входной биомеханический импеданс характеризует величину сопротивления тела колебаниям). Его измерения показали, что при частоте вертикальной вибрации, равной 2 Гц, тело отвечает как жесткая масса. На более высоких частотах тело реагирует как колебательная система с одной или несколькими степенями свободы, что проявляется в резонансном усилении колебаний на отдельных частотах. Степень распространения колебаний по телу зависит от частоты, площади соприкосновения, места прикосновения и направления оси воздействия, демпфирующих свойств ткани, явления резонанса и др. Для стоящего человека (на виброплощадке) есть два резонансных пика на частотах 5–12 Гц и 17–25 Гц, для сидящего – на частотах 4–6 Гц, для лежащего человека – резонанс находится в интервале 3,0–3,5 Гц. В положении стоя колебания внутренних органов грудной и брюшной полости резонансны на частотах 3,0–3,5 Гц; максимальная амплитуда колебаний брюшной стенки – 7–8 Гц, передней стенки грудной клетки – 7–11 Гц.

Физиологические эффекты от общей вибрации определяются деформацией или смещением органов и тканей, что нарушает их нормальное функционирование и приводит к раздражению многочисленных механорецепторов. Возникающие под влиянием низкочастотной вибрации сдвиги в функциональном состоянии вестибулярного аппарата расс-

матриваются как состояние укачивания – болезни движения, которая проявляется в следующих клинических формах: нервной, сердечно-сосудистой, желудочно-кишечной и смешанной. Болезнь движения является важнейшей гигиенической проблемой в условиях труда транспортников.

Двигательная система – главный объект вибрации и в зависимости от частоты проявляется разными эффектами. На низких частотах (1–2 Гц) – это укачивание (справляется общая и региональная мышечная работа). На частотах свыше 2 Гц это не помогает (наоборот, способствует), и вибрация распространяется по всему телу. В результате повышается утомление мышечной системы и создаются условия для микротравм опорно-двигательного аппарата.

Особенно страдают от резонансного диапазона межпозвоночные диски, моторика гладкой мускулатуры желудка и кишечника. Могут быть боли в пояснице, радикулит (водители, трактористы).

Снижается острота зрения, цветоощущение, расстройство фиксации объектов (из-за изменений колебательных движений глазного яблока).

Вибрация может мешать выполнению операций прямым путем, или косвенно – через ухудшение функционального состояния.

Вибрация – это сильный стресс-фактор, влияющий на всё, вплоть до эмоциональной сферы человека. Общая вибрация имеет отдаленный эффект действия как у мужчин, так и у женщин (у мужчин – импотенция: (водители транспортных и транспортно-технологических средств), у женщин – нарушение менструального цикла, альгодисменорея, меноррагии).

*Вибрационная болезнь* – одна из ведущих нозологических форм в структуре хронических профзаболеваний.

Действию вибрации, передающейся на руки, подвергаются значительные контингенты работающих в различных отраслях промышленности. Частота диагностируемой вибрационной болезни среди различных профессиональных групп составляет от 5,2 % при воздействии вибрации ниже ПДУ (111 дБ) до 29,5 % – при максимальном превышении ПДУ (128 дБ). Степень неблагоприятного воздействия вибрации на организм зависит не только от физических характеристик фактора (амплитуда, частота), но и от величины приложенных усилий, веса виброинструмента, охлаждения, смачивания рук.

Вибрационная болезнь от общей вибрации развивается вследствие воздействия вибрации рабочих мест, передающейся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека. Вибрационная болезнь от общей вибрации составляет около 15 % от всей вибрационной патологии и регистрируется у рабочих горнорудной промышленности, строительства, сельского хозяйства, транспорта. Усугубляющими факторами являются статические и динамические нагрузки, вынужденная рабочая поза, неблагоприятный микроклимат.

Несмотря на это, широкое распространение вибрационной техники объясняется её высокой производительностью и значительной экономической эффективностью.

### *Меры профилактики*

При *локальной вибрации* выделяют технические, организационно-технические, административные и медико-профилактические мероприятия.

1. *Технические мероприятия* – максимальное снижение массы инструмента (применение легких материалов); при возможности использовать подогрев рукоятки; не должно быть обдува рук выхлопом сжатого воздуха.

2. *Организационно-технические мероприятия* – защита временем (режим труда и отдыха, введение регулярных перерывов, рациональное использование регламентированных перерывов (для массажа, обогрева)); средства индивидуальной защиты (рукавицы, перчатки антивибрационные, вкладыши, теплая спецодежда).

3. *Административные меры* снижения риска развития профзаболеваний при работах с виброопасными инструментами подразумевают выполнение работодателями своих обязанностей по отношению к работникам виброопасных профессий (качественный инструмент, периодический контроль за ним, соблюдение режима труда и отдыха, обеспечение СИЗ, обучение работников безопасным способам работы, проведение медосмотров).

4. *Медико-профилактические мероприятия* – периодические и предварительные медосмотры, витаминпрофилактика, санаторно-курортное лечение.

*Меры профилактики при общей вибрации:* гигиеническое нормирование, организационно-технические и медико-профилактические.

Наиболее действенными средствами защиты от общей вибрации являются исключение контакта с виброоборудованием путем применения дистанционного управления, промышленных роботов, механизации и автоматизации процессов, замена техопераций, снижение интенсивности вибрации в источнике за счет усовершенствования, использование упругодемпфирующих материалов и устройств, размещенных между источником вибрации и человеком. Например, защита водителей транспортных и транспортно-технологических средств может быть достигнута за счет совершенствования амортизации рабочего места – кресла.

Режим труда и отдыха: обед не менее 40 мин; регламентированные перерывы; СИЗ (спецобувь, подметки, коврики антивибрационные).

Лечебно-профилактические мероприятия, ранняя диагностика и активная диспансеризация, производственная гимнастика, УФ-лучи, витаминoproфилактика, комнаты психологической разгрузки.

### **Ситуационные задачи**

#### *Задача № 1*

На рабочем месте швей-мотористки уровень шума составляет 85 дБ. КУТ по тяжести – 2, по напряженности – 2. Шум действует на швею-мотористку в течение всей рабочей смены, за исключением обеденного перерыва. При обращении к оториноларингологу были жалобы на снижение остроты слуха, на шепотную речь.

#### **Задание:**

1. Определите класс условий труда.
2. Какие исследования необходимо провести для выявления снижения слуховой функции?
3. Предложите мероприятия по снижению шума.

#### *Задача № 2*

При обработке поля в кабине трактористов определялась минеральная пыль, содержащая до 45–63 % кремния диоксида. Среднесменная концентрация в зоне дыхания – 6 мг/м<sup>3</sup> (ПДК – 2 мг/м<sup>3</sup>). Эквивалентные уровни звука в кабине трактора составляют 87дБА (ПДУ – 80 дБА). Эквивалентный кор-

ректированный уровень виброускорения (категория 1 – общая вибрация) по оси Z составляет 123 дБ (ПДУ – 115 дБ).

**Задание:**

1. Дайте оценку условий труда тракториста по уровню шума в кабине трактора.
2. Дайте оценку условий труда тракториста на рабочем месте в кабине трактора по эквивалентному корректированному уровню общей вибрации.
3. Укажите документ, регламентирующий проведение периодических и предварительных медицинских осмотров.

*Задача № 3*

В автоколонне «Сельхозтехника» используются преимущественно грузовые автомобили марки ГАЗ и ЗИЛ, водители, как правило, мужчины, однако в составе водителей при работе в первую смену имеются женщины. Перевозка грузов осуществляется преимущественно в сельские районы по грунтовым дорогам. Парк машин сменяется медленно. Более половины машин эксплуатируются выше нормативного срока. Организованный контроль за условиями труда водителей с проведением инструментальных исследований показал, что на сидении шофёра уровень вибрации по виброускорению составил 129 дБ.

**Задание:**

1. Дайте характеристику вибрации.
2. Определите класс условий труда, учитывая направление оси при измерении вибрации.
3. На какие функции женского организма действует общая вибрация?
4. Предложите мероприятия по снижению вибрации.

## Список рекомендуемой литературы

1. Российская энциклопедия по медицине труда / гл. ред. *Н.Ф. Измеров*. – М.: Медицина, 2005. – 656 с.
2. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Руководство Р 2.2.2006-05. – 200 с.
3. Руководство к практическим занятиям по гигиене труда: учебное пособие / под ред. *В.Ф. Кириллова*. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 416 с.
4. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

### ТЕМА 3.

## ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МИКРОКЛИМАТА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

**Цель занятия:** ознакомиться с методами исследования реакций организма человека, занятого умственным трудом, на изменение микроклимата, научиться использовать полученные результаты в оценке теплового состояния человека.

**План проведения занятия:**

студенты знакомятся с методиками оценки функционального состояния организма человека. Проводят собственные исследования по влиянию переменного микроклимата на организм человека, занятого умственным трудом. Пишут заключение, дают гигиенические рекомендации по поддержанию микроклимата.

**Студент должен знать:**

– функциональные изменения в организме при нагревающим и охлаждающим микроклимате.

**Студент должен уметь:**

– оценивать состояние организма, пользуясь физиологическими методами исследования;

– оценивать состояние высшей нервной деятельности, пользуясь интегральными методиками.

**Студент должен владеть:**

– навыками работы с нормативной документацией;  
– определять класс условий труда по показателям микроклимата.

Изучение данной темы направлено на формирование у обучающихся *компетенций*:

ОПК-5: способность оценивать морфофункциональные, физиологические и патологические процессы в организме человека для решения профессиональных задач.

### ***Контрольные вопросы***

1. Производственный микроклимат, его виды, особенности.
2. Терморегуляция и теплообмен человека.
3. Функциональные изменения в организме при работе в нагревающем и охлаждающем микроклимате.
4. Профессиональная и профессионально обусловленная патология при работах в нагревающем и охлаждающем микроклимате.
5. Меры профилактики переохлаждения и перегревания при работах в помещении и на открытом воздухе.

### **Задания для самостоятельной подготовки к занятию**

Студенты при подготовке к занятию должны проработать теоретический материал данной темы в соответствии с контрольными вопросами, ознакомиться со справочно-информационным материалом и примерами решения ситуационных задач.

Среди многих задач в области гигиены труда весьма важной для сохранения здоровья, обеспечения высокой работоспособности и производительности труда является профилактика охлаждения и перегревания работающих, что,

в свою очередь, может обуславливаться неблагоприятным *микроклиматом на производстве*, представляющим собой комплекс физических факторов, оказывающих влияние на теплообмен организма с окружающей средой и его тепловое состояние. Последнее расценивается как функциональное состояние, обусловленное содержанием и распределением тепла в глубоких (ядро) и поверхностных (оболочка) тканях организма и характеризующееся степенью напряжения механизмов терморегуляции. Параметрами микроклимата, определяющими состояние теплообмена организма, являются температура воздуха, его влажность, подвижность и тепловое излучение (преимущественно инфракрасное).

Роль микроклимата предопределяется тем, что жизнедеятельность человека может нормально протекать лишь при условии сохранения температурного гомеостаза, который достигается в условиях, близких к тепловому комфорту, за счет терморегуляции, а в охлаждающей и нагревающей среде – за счет деятельности различных систем организма (сердечно-сосудистой, дыхательной, выделительной, эндокринной), а также энергетического, водно-солевого и белкового обмена.

Степень напряжения в функционировании перечисленных систем обусловлена воздействием на них неблагоприятного микроклимата и определяет выраженность физиологических нарушений, которые могут сопровождаться ухудшением самочувствия, снижением работоспособности, возникновением заболеваний, снижением производительности труда. Кроме того, на фоне этих функциональных изменений усугубляется действие на организм других вредных производственных факторов (вибрация, шум, химические вещества).

Научно-технический прогресс, включающий автоматизацию и механизацию производственных процессов, приво-

дит к существенному снижению термической нагрузки на организм работающих. Однако ещё в целом ряде случаев в процессе трудовой деятельности рабочие подвергаются воздействию неблагоприятного микроклимата. С нагревающим микроклиматом человек сталкивается в некоторых цехах пищевой, стекольной, текстильной промышленности, в машиностроении, глубоких шахтах, при работах на открытом воздухе в жаркий период года (особенно на территории Средней Азии) и др. Температура воздуха в горячих цехах металлургической промышленности, например, может достигать в летний период 33–400 °С, инфракрасное излучение 700–1 000 Вт/м<sup>2</sup> и более в сочетании со значительным мышечным напряжением (энерготраты от 230 до 350 Вт).

Микроклимат производственных помещений отличается от микроклимата жилых и общественных зданий своей динамичностью в пространстве и во времени, а также наличием большого количества лучистого тепла, присущего технологическому процессу.

### **Классификация производственного микроклимата**

1. Выделяют комфортный микроклимат – это микроклимат, который человек не ощущает, как биение своего сердца, т.е. нет напряжения механизмов терморегуляции. Для него (микроклимата) характерна температура 18–20 °С, влажность 40–60 %, подвижность воздуха 0,1–0,3 м/с.

Комфортный микроклимат должен быть в помещениях, где есть операторский вид деятельности, лабораториях, конструкторских бюро, учебных классах и т.п., т.е. где присутствует умственный труд и нервно-эмоциональное напряжение.

2. Нагревающий микроклимат может быть:

а) с преобладанием радиационного тепла (печи);

б) с преобладанием конвекционного тепла (турбинные цехи, химическое производство).

Человек по-разному реагирует на действие конвекционного и лучистого тепла. Проблема относительной субъективной нечувствительности человека к лучистому теплу и отрицательной радиации имеет важное значение при нормировании и оценке этого параметра, а также использование этого фактора с позиций профилактики охлаждения путем применения технических средств, выгодных с экономической точки зрения.

3. Микроклимат с повышенной влажностью:

а) может быть сочетание повышенной влажности и высокой температуры  $\uparrow \text{Вл} + \uparrow \text{T}$  (красильные цеха ткацких предприятий);

б) может быть сочетание повышенной влажности и низкой температуры или субнормальной температуры  $\uparrow \text{Вл} + \downarrow \text{T}$  (отмечается при рыбопереработки).

4. Охлаждающий микроклимат:

а) отмечаются субнормальные температуры от +10 до -10 °С (судостроительное производство);

б) низкие температуры (ниже -10 °С) – холодильники.

5. Переменный микроклимат: с ним связаны работы на открытом воздухе (геологи, строители, дорожные рабочие и пр.).

## **Теплообмен и терморегуляция организма**

Исследование теплового обмена человека с окружающей средой имеет значение с позиций изучения физиологических реакций организма на воздействие метеофакторов

и обоснования мер профилактики их неблагоприятного воздействия. Организм человека – это саморегулирующая система, физиологический механизм которой направлен на обеспечение количества образованного тепла (теплопродукция) количеству тепла, отданному во внешнюю среду (теплоотдача). Таким образом, для сохранения постоянной температуры тела организм должен находиться в термостабильном состоянии. Для его характеристики принято понятие «тепловой баланс». Тепловой баланс достигается координацией процессов теплопродукции и теплоотдачи. Он осуществляется аппаратом химической и физической терморегуляции человека, а также путем приспособительных действий человека, направленных на создание оптимального микроклимата и использование одежды (поведенческая терморегуляция). Тепловой баланс в общем виде может быть описан уравнением

$$Q_{\text{т.чел.}} + Q_{\text{т.вн.}} = Q_{\text{т. изл.}} + Q_{\text{т.конв.}} + Q_{\text{т.конд.}} + Q_{\text{т.испар.}}$$

Обе части равенства, характеризующие теплообразование и теплоотдачу, являются переменными и зависят как от физиологических, так и от физических параметров. Теплообразование в большей мере зависит от физиологических реакций, теплоотдача – от физических факторов окружающей среды. Теплообразование связано с непрерывно совершающимся биохимическим синтезом белков и других органических соединений, с осмотической работой (перенос ионов), с механической работой мышц (сердечная мышца, гладкие мышцы различных органов, скелетная мускулатура). В покое 50 % тепла образуется в органах брюшной полости (печень), по 20 % – в скелетных мышцах и ЦНС, 10 % – при работе органов дыхания и кровообращения.

Существует 4 вида теплоотдачи: излучение (44–59 %), конвекция (20–30 %), кондукция (3 %), испарение (23–27 %) в условиях комфорта.

### **Функциональные изменения в организме при работе в нагревающем микроклимате**

В условиях нагревающей среды поддержание температурного гомеостаза обеспечивается величиной влаготеперь и испаряющей способностью среды. Сохранение теплового баланса в этом случае достигается значительной нагрузкой на систему терморегуляции и вовлекаемые системы, при этом в первую очередь – на сердечно-сосудистую систему, функциональные возможности которой ограничивают переносимость теплового воздействия человеком. В результате интенсивного потоотделения, сопровождающегося потерями солей (натрия, калия) и воды, в организме увеличивается количество тромбоцитов, вязкость крови, уровень холестерина в плазме крови, что повышает вероятность тромбозов мозговых артерий.

Заболеваемость рабочих горячих цехов (черновые, разлильщики, сталевары и др.), по данным Кроворожского института ГТПЗ, в 1,2–2,1 раза выше заболеваемости рабочих, не подвергающихся постоянному неблагоприятному действию нагревающего микроклимата. Термическая нагрузка в основных цехах металлургического производства обуславливает 39 % заболеваний органов пищеварения и 37 % всех болезней органов дыхания. Наблюдаются заболевания сердечно-сосудистой системы, связанные со значительным напряжением гемодинамики, проявляющиеся в виде стойких миокардиопатий, нейроциркуляторных дистоний по гипертоническому типу.

Изменения миокарда выявлены у шахтеров, работающих в глубоких шахтах, и у рабочих, занятых ремонтом металлургических печей. Установлена более высокая заболеваемость артериальной гипертонией, частота и тяжесть которой повышается с возрастом и стажем работы. Снижение работоспособности наблюдается уже при температуре воздуха 28–30 °С.

Выполнение работы III категории при температуре воздуха 25 °С и влажности 35 % вызывает уменьшение работоспособности на 16,5 %, а в сочетании с 80 % относительной влажностью – на 24 %. При работах в угольных шахтах производительность труда шахтеров снижается на 3–4 % на каждый градус повышения температуры воздуха (в диапазоне 25–29 °С). Повышение температуры воздуха на 1 °С от соответствующего оптимального значения (по показателям ЧСС и влагопотерь) эквивалентно увеличению мощности выполняемой работы на 1 Вт для женщин и на 0,6 Вт для мужчин. Повышенная температура воздуха в горячих цехах значительно снижает надежность и эффективность работы операторов, вызывая существенное снижение уровня функционирования центральной нервной системы, скорости восприятия, переработки информации и уменьшения объема внимания.

1. Изучение отдаленных последствий влияния нагревающего микроклимата на уровне выше допустимого на состояние здоровья рабочих обнаружило статистически достоверно высокий риск смертности как от всех причин (без несчастных случаев, травм и отравлений), так и от болезней системы кровообращения, органов дыхания и злокачественных новообразований.

2. Основную долю болезней системы кровообращения составили гипертоническая болезнь и атеросклеротический кардиосклероз, уровни смертности от которых среди рабо-

тающих в условиях наиболее выраженного нагревающего микроклимата статистически достоверно выше по сравнению с мужским населением Московской области.

У работников обувного производства, работающих в теплый период года в нагревающем микроклимате (температура воздуха 31–33,6 °С, влажность 30–33 %) отмечается выраженное превышение биологического возраста над календарным, что составляло 7,7 года. Таким образом, работа в нагревающем микроклимате приводит к повышению темпов старения.

### ***Профессиональные заболевания:***

- острое – гипертермия (тяжелая форма – тепловой удар); подострое – тепловые судороги; хроническое – хронический перегрев;

- гипертермия может быть легкая – слабость, головная боль, головокружение, тошнота, сухость во рту, жажда; объективно: гиперемия, частый пульс, дыхание учащено, температура тела 38–39 °С; средней степени – утяжеление симптомов; тяжелая степень – резкое падение давления (тепловой коллапс) температура тела 42 °С, бледность, синюшность, частый пульс, дыхание поверхностное, до 50 в минуту, подергивания, психические расстройства, нистагм, потеря сознания.

Тепловые судороги: клиника обезвоживания и гипохлоремии (несколько смен) – судороги в конечностях, слабость, сухость во рту, объективно: кожа сухая, бледная, периодические судороги в голених, бедрах, плечах, животе. Пульс 120 уд./мин. Давление снижено. Вязкость крови. Температура тела повышена незначительно.

Хронический перегрев – заболевание внесено в список профессиональных болезней в 1989 году. Наблюдается вегетососудистая дистония с нарушением терморегуляции, снижение терморезистентности эритроцитов, нарушение

электролитного обмена (5 лет после окончания работы). Снижение терморезистентности эритроцитов является важным фактором для постановки диагноза.

### **Функциональные изменения в организме при работе в охлаждающем микроклимате**

Охлаждающему воздействию микроклимата человек подвергается при работе на открытом воздухе в зимний и переходный периоды года (нефтяники, строители, рабочие горнорудной и угольной промышленности, карьеров, рабочие железнодорожного транспорта, геологи и пр.), а также в производственных помещениях, в которых низкая температура воздуха имеет место по технологическим причинам (хладокомбинат).

В процессе эволюционного развития человек не выработал устойчивого приспособления к холоду. Холод способствует возникновению сердечно-сосудистой патологии, приводит к обострению язвенной болезни, развитию невроаскулитов, обуславливает возникновение заболеваний органов дыхания, увеличивая потери рабочего времени с временной утратой трудоспособности. Возникновение или обострение целого ряда заболеваний (бронхит, пневмония, тонзиллит, язвенная болезнь желудка, эндокринные расстройства и др.) тесно связано, с одной стороны, с действием на организм экстремальных факторов внешней среды, с другой – с фазами адаптивных перестроек. На начальных этапах адаптации преобладают, как правило, острые воспалительные заболевания, обостряются уже имеющиеся патологические процессы, а через 3–5 лет в структуре заболеваемости преобладают ишемическая болезнь сердца (ИБС), артериальная гипертония,

язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, эндокринные расстройства.

Эти заболевания являются следствием хронического стресса и связаны с глубокими перестройками систем эндокринной регуляции, состоянием иммунологической реактивности; охлаждение человека способствует изменению его двигательной реакции, снижению работоспособности (например, производительность труда каменщиков и бульдозеристов зимой ниже на 13 % и 6,5 % соответственно), нарушает координацию и способность выполнять точные операции, ускоряет развитие вибрационной болезни, вызывает процессы торможения в коре головного мозга, что может явиться причиной возникновения различных форм травматизма.

Биологические возможности человека в поддержании температурного гомеостаза весьма ограничены. В охлаждающей среде они определены снижением его теплопотерь за счет уменьшения градиента температур поверхности тела и среды, увеличения термического сопротивления тканей организма, включения химической терморегуляции. Максимальное снижение радиационно-конвективных теплопотерь человека, находящегося в состоянии относительного физического покоя, составляет 20 %. При выполнении физической работы оно ещё ниже в результате увеличения конвекционной составляющей. Повышение метаболизма вследствие включения химической терморегуляции хотя и может достигать довольно большой величины, однако, не имеет решающего значения, поскольку не исключает выраженного охлаждения и последствий, им обусловленных. Кроме того, существенное увеличение метаболизма имеет место лишь в случае нахождения человека в состоянии относительного физического покоя.

По мере увеличения мощности выполняемой работы степень увеличения метаболизма под влиянием охлаждаемого фактора снижается, а при энергозатратах 250 Вт и более обнаружено снижение энергозатрат на выполнение одной и той же работы по сравнению с уровнем в тепловом комфорте. Это противоречит всем современным представлениям о мышечной энергетике. Переносимость человеком холода, хотя и несколько увеличивается при адаптации к этому фактору, но в плане обеспечения температурного гомеостаза и разработки мер профилактики переохлаждения практически не имеет существенного значения. Женщины чаще жалуются на охлаждение поверхности стоп, чем мужчины, что необходимо учитывать при нормировании микроклимата, создании спецодежды и обуви.

***Производственно обусловленные заболевания*** – отраженные температурно-сосудистые реакции в слизистых оболочках верхних дыхательных путей – риниты, бронхиты, пневмонии, ангины. Усугубляется течение ишемической болезни сердца, диабета, болезни Рейно, радикулита, различных невралгий.

***Профессиональные заболевания*** связаны в основном с нервно-сосудистыми периферическими расстройствами. Ознобление конечностей (при низких температурах и высокой влажности) может быть острое и хроническое. Имеет обратимый характер. Отмечаются покраснение, посинение, отечность, парестезия, зуд. Отморожение – 1-й, 2-й степени.

Вегетосенсорная полиневропатия (ангионевроз) без отморожения, длительное охлаждение приводит к дистрофическим изменениям в нервных рецепторах, стволах, периваскулярных сплетениях и сосудистой стенке, проявляясь заболеваниями периферических нервов и сосудов (вегетосенсорный

полиневрит или вегетосенсорная полиневропатия). Снижена кожная чувствительность всех видов, спазм мелких сосудов.

Длительное сочетание общего и местного охлаждения приводит к ангионеврозам (страдают артерии); постепенное течение доводит до остеопороза, остеосклероза, перестройки суставных хрящей.

Облитерирующий эндартериит – наиболее тяжелая форма ангиотрофоневрозов. Заболевание признается профессиональным у рыбаков, рабочих холодильников, лесорубов, лесосплавщиков, геодезистов, топографов, геологов.

### **Профилактика перегреваний и переохлаждений организма**

I. Меры защиты работающих от охлаждения:

а) регламентирование работ – законодательно оговаривается время работ, перерывы, отдых, оговаривается температура наружного воздуха, при которой работы запрещены ( $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  – рекомендуется делать перерывы через каждый час работы на обогрев);

б) совершенствование санитарно-бытового обеспечения. Преобладающий тип бытовок – это контейнерные помещения, не имеющие фундамента, поэтому требуется специальный обогрев для рук и ног. Обогрев работающих должен осуществляться без верхней одежды. Для последней должна быть сушилка. В помещениях для обогрева должна быть установка для питьевой воды и созданы условия для приема горячего чая;

в) использование эффективных способов обогрева – наиболее целесообразно применение лучистого тепла, концентрируемого в зоне пребывания человека. Оно поглощается ограждениями, оборудованием и одеждой работающих;

г) спецодежда – в ряде метеоусловий – единственный способ защиты. Одно из требований, предъявляемых к спецодежде такого вида – это возможность регулирования её теплового сопротивления в соответствии с возможными изменениями метеоусловий и уровнем энергозатрат. Основной принцип рациональной спецодежды – обеспечение инертного слоя воздуха. При прочих равных условиях спецодежда, в виде комбинезона, куртки с брюками обладает большими теплозащитными показателями, чем пальто. В комбинезоне, куртке с брюками предусматриваются специальные устройства, способствующие вентиляции пододежного пространства и снижению термического сопротивления одежды при увеличении физической нагрузки. Необходимо рассматривать комплект одежды для защиты от холода в целом, поскольку охлаждение любой области может быть причиной холодового дискомфорта или поражения при достаточном или даже избыточном утеплении остальной поверхности;

д) мероприятия, повышающие защитные силы организма – закаливание, водные процедуры, УФО, воздушные ванны, физические упражнения, витаминизация рационов питания.

II. Меры профилактики неблагоприятного воздействия нагревающего микроклимата:

а) радикальные меры, направленные на недопущение тепловыделений в рабочую зону или обеспечивающие возможность работы вне зоны нагревающего микроклимата. Внедрение новых технологий и оборудования может исключить необходимость работы в условиях нагревающего микроклимата. Широко используются принцип локализации тепла, экранирование, применение воды, теплоизоляции;

б) меры, направленные на снижение температуры воздуха и интенсивности инфракрасного излучения в рабочей зоне. Основное место принадлежит вентиляции. Наиболее эффективна аэрация – организованная естественная вентиляция, способная обеспечить 40–60-кратный воздухообмен без затрат электроэнергии. Наряду с аэрацией применяют механическую вентиляцию для подачи подготовленного воздуха на отдельные рабочие места. В кабинах кранов, пультов управления, на рабочих местах операторов используется кондиционирование воздуха;

в) санитарно-технические мероприятия – воздушное душирование, радиационное охлаждение;

г) санитарно-гигиенические мероприятия – питьевой режим, режим закаливания, режим труда и отдыха;

д) спецодежда и спецобувь от перегревания – чрезвычайно сложна; должны быть конструктивно решены следующие проблемы:

– образование воздушного слоя под одеждой;

– возможность вентилирования пододежного пространства;

– материал для спецодежды должен быть влагопроводным;

е) периодические и предварительные медицинские осмотры;

ж) мероприятия, направленные на нормализацию физиологических функций организма.

1. Законодательные. Работающие в условиях нагревающего или охлаждающего микроклимата имеют укороченный рабочий стаж, удлиненный отпуск, ранний выход на пенсию (так называемый «горячий стаж» – женщины при наличии 7 лет стажа могут досрочно выйти на пенсию в 45 лет; мужчины при наличии 10 лет стажа – в 50 лет).

2. Защита временем при работе в условиях нагревающего микроклимата (Р 2.2.2006-05). Для обеспечения среднего термического напряжения работающих на допустимом уровне суммарная продолжительность их деятельности в условиях нагревающего микроклимата в течение рабочей смены не должна превышать 7, 5, 3 и 1 часа в зависимости от класса вредности нагревающего микроклимата; рекомендуется также ограничение стажа работы в зависимости от класса вредности нагревающего микроклимата; рекомендуется принимать на работу в нагревающей среде лиц не моложе 25 и не старше 40 лет, обладающих тепловой устойчивостью не ниже средней.

Доказано, что при работе в условиях нагревающего микроклимата класса 3.3 патологические состояния развиваются в среднем через 15,5 лет, а в условиях 3.4 – через 8 лет стажа работы. Учитывая сложность реадaptации, дополнительный отпуск желателен, но не к основному, а вторым в году с использованием его для медицинской профилактики.

В настоящее время активно продолжается поиск лекарственных средств, повышающих или сохраняющих работоспособность человека в экстремальных условиях трудовой деятельности. К таким условиям, в частности, относятся неотложные работы по ликвидации химических аварий на производстве, проведение которых сопряжено с комплексным воздействием на персонал специфических факторов труда: интенсивные физические нагрузки, нагревающий микроклимат, использование изолирующих средств индивидуальной защиты. Одна из основных причин неблагоприятных сдвигов в организме работающих в этих условиях – нарушение отдачи метаболического тепла во внешнюю среду, ведущее к перегреванию. Для повышения устойчивости человека к воздействию нагреваю-

шего микроклимата применяются лекарственные препараты. Однократный прием бемитила (0,5), фенибута (0,25) и обзидана (0,08) способствует повышению устойчивости человека к гипертермии, развивающейся при интенсивной физической нагрузке в условиях затрудненной теплоотдачи (ИСИЗ) в нагревающем микроклимате с температурой  $30 \pm 1$  °С.

Наиболее термопротекторное действие обеспечивает прием фенибута (0,25) с обзиданом (0,08), комбинация которых вызывает ограничение продукции тепла во время непрерывной мышечной работы и снижает воздействие эрготермической нагрузки на сердечную деятельность.

## Ситуационные задачи

### *Задача № 1*

Рабочий, обслуживающий линию, подвешивает детали (вес до 10 кг) на специальные подвески и следит за процессом гальванопокрытия. Передача деталей из одной ванны в другую механизирована. Ванны оборудованы местной вытяжной вентиляцией (бортовые отсосы). Измерение параметров микроклимата проводились на рабочих местах в холодный период года (декабрь) в течение одного дня в начале, середине и в конце рабочей смены, на высоте 1,5 м от уровня пола. Температура воздуха по сухому термометру аспирационного психрометра была в пределах 18–20 °С, по смоченному термометру – 16–18 °С, скорость движения воздуха определялась шаровым кататермометром (фактор прибора  $F = 487$ ,  $t = 44$  с).

#### **Задание:**

1. Определите параметры микроклимата (температура, относительная влажность и подвижность воздуха).

2. Дайте гигиеническую оценку метеорологических условий в гальваническом цехе. Определите класс условий труда.

3. Назовите пути теплоотдачи у работающих в этих условиях.

### *Задача № 2*

Цех – красильное отделение комбината бытового обслуживания. Окраска производится в механических барках периодического действия с растворами, имеющими температуру от 60 до 90 °С. Выгрузка тканей из барок и подача воды механизированы. Реагенты заливает работница вручную ведром емкостью 8–10 литров. Измерения параметров микроклимата проводились в середине рабочего дня в декабре при наружной температуре -25 °С. Результаты измерений: температура воздуха по сухому термометру аспирационного психрометра в цехе на высоте 1,5 м от уровня пола +12 °С, по смоченному термометру +11 °С, скорость движения воздуха определялась шаровым кататермометром (фактор прибора  $F = 610$ ,  $t = 71$  с). На потолке имеется конденсат.

#### **Задание:**

1. Определите параметры микроклимата.

2. Оцените метеорологические условия в красильном отделении комбината бытового обслуживания. Определите класс условий труда.

3. Назовите пути теплоотдачи у работающих в этих условиях.

4. Укажите оздоровительные мероприятия.

### *Задача № 3*

На ткацких станках осуществляется процесс образования ткани из нитей основы и утка путем их взаимного переплетения. Ряд операций требует постоянного напряжения и быстрого восприятия зрительных раздражителей, которые возникают при обнаружении обрыва нити и необходимости его ликвидации, при распутывании основы, проборке и т.д. Тепловыделения возможны за счет работы многочисленных моторов и трения быстродвижущихся машин. Температура и относительная влажность воздуха в помещениях цеха должна поддерживаться в соответствии с технологическими требованиями.

Измерение параметров микроклимата проводились в теплый период года в течение дня в начале, середине и конце рабочей смены на высоте 1,5 м от пола. Средняя температура воздуха в помещениях ткацкого цеха составляла 24,3–25,8 °С, средняя относительная влажность – 49,9 – 54,2 % при максимальной влажности 58 %. Скорость движения воздуха была в пределах 0,1 – 0,3 м/с.

#### **Задание:**

1. Назовите приборы, необходимые для измерения параметров микроклимата.
2. Оцените метеорологические условия в помещениях ткацкого цеха. Определите класс условий труда.
3. Какими путями преимущественно осуществляется теплоотдача у работающих в этих условиях?

## Список рекомендуемой литературы

1. Российская энциклопедия по медицине труда / гл. ред. *Н.Ф. Измеров*. – М.: Медицина, 2005. – 656 с.
2. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Руководство Р 2.2.2006-05. – 200 с.
3. Руководство к практическим занятиям по гигиене труда: учеб. пособие / под ред. *В.Ф. Кириллова*. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 416 с.
4. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

## ТЕМА 4. ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЯДОВ

**Цель занятия:** ознакомиться с основными параметрами, характеризующими степень токсичности и опасности химических веществ в условиях производства.

**План проведения занятия:**

Студенты знакомятся с экспериментальными методами определения основных параметров токсикометрии. Используя параметры токсикометрии, решают задачи по установлению класса опасности химических веществ; используя физические константы соединений, делают заключение о действии данных веществ на организм работающих. Пишут заключение о профилактике при работе с данными химическими веществами.

**Студент должен знать:**

– параметры токсикометрии (показатели токсичности и опасности).

**Студент должен уметь:**

– используя параметры токсикометрии, определить класс опасности химического соединения.

**Студент должен владеть:**

– навыками работы с нормативной документацией.

Изучение данной темы направлено на формирование у обучающихся **компетенций:**

ОПК-5: способность оценивать морфофункциональные, физиологические и патологические процессы в организме человека для решения профессиональных задач.

### ***Контрольные вопросы***

1. Промышленная токсикология как раздел гигиены труда, ее цели и задачи.
2. Схема исследования химических веществ, внедряемых в производство.
3. Ориентировочная оценка токсичности и опасности веществ по некоторым химическим и физико-химическим свойствам.
4. Оценка токсичности и опасности веществ в условиях острого эксперимента.
5. Оценка токсичности и опасности веществ в условиях хронического воздействия. Обоснование ПДК.
6. Отдаленные последствия действия промышленных ядов.

### **Задания для самостоятельной подготовки к занятию**

Студенты при подготовке к занятию должны проработать теоретический материал данной темы в соответствии с контрольными вопросами, ознакомиться со справочно-информационным материалом и примерами решения ситуационных задач.

*Токсикология* – это наука о ядах в широком понимании. *Промышленная токсикология* – это раздел гигиены труда, изучающий действие на организм химических факторов с целью создания безвредных и безопасных условий на производстве. Развитие промышленной токсикологии связано

с прогрессом производительных сил, увеличением объёма продукции химической, горнорудной, угольной, нефтедобывающей, металлургической промышленности. Отечественная токсикология в теоретическом и практическом плане в первую очередь развивалась как промышленная токсикология. Началом промышленной токсикологии, её основной концепцией является теория и практика разработки ПДК химических вредных веществ. В 30-е годы формировались основные теоретические постулаты гигиенического нормирования и экспериментального обоснования ПДК химических веществ в различных средах.

У истоков отечественной промышленной токсикологии стояли виднейшие учёные Н.В. Лазарев и Н.С. Правдин.

Основные задачи промышленной токсикологии были сформулированы Н.С. Правдиным:

- 1) гигиеническое нормирование содержания вредных веществ в объектах производственной среды и в биосредах;
- 2) гигиеническая экспертиза токсических веществ;
- 3) гигиеническая стандартизация сырья и продуктов.

Следует отметить, что интерес к изучению болезней, связанных с профессиональной деятельностью, возник ещё в эпоху Предвозрождения (XV–XVI вв.), имеется описание условий труда и некоторых заболеваний ремесленников той эпохи, а также приёмы лечения. Кто же были эти новаторы? Алхимик и врач *Теофраст Парацельс (1493–1541)*, металлург и врач *Георгий Агрикола (1494–1555)*, городской врач ряда городов Северной Италии *Бернардино Рамаццини (1633–1714)*.

– Парацельс написал трехтомную монографию о болезнях рудокопов и литейщиков, опубликованную в 1530 году.

– Георгий Агрикола в своих сочинениях выступал не только как врач, но и как организатор безопасной работы в шахтах («О горном деле в металлургии» в 12 томах).

– Рамаццини описал болезни ремесленников. В то время как Парацельс и Агрикола ограничивали свои интересы одной отраслью производства, Рамаццини описал около 70 профессий и считается по праву *отцом профессиональной патологии* («Рассуждения о болезнях ремесленников»).

В начале XX века появились специальные Клиники профболезней. Первая – в Милане в 1910 году. В начале XX века наука о действии токсических соединений стала на новый путь, т.к. появилась экспериментальная медицина. Первая книга, содержащая клинический и экспериментальный материал, – труд Флюри и Церника «Вредные газы» (1931 год). В монографии Гендерсона и Хаггарда под тем же названием (1932 год) предпринята попытка дать не только описание, но и *теорию действия летучих ядов*.

XX век – век химии, это питательная среда для экспериментальной токсикологии.

В настоящее время известно 14 млн химических соединений, широко используются 300 тыс. веществ. Ежегодно синтезируется 100 000 новых соединений. В основном это органические соединения, они получают право «на жизнь», пройдя только через руки токсиколога.

Так что же такое **«профессиональные»** или **«производственные яды»**? Это химические вещества, которые в виде сырья, промежуточных или готовых продуктов встречаются в условиях производства и при проникновении в организм вызывают нарушение его нормальной деятельности. Наряду с развитием выраженных профессиональных болезней промышленные яды могут обусловить *понижение устойчивос-*

*ти организма и вызвать повышение общей заболеваемости тех рабочих, которые в течение длительного времени подвергаются их воздействию.*

Промышленные химические вещества могут проникать в организм через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт и неповрежденную кожу. Однако основным путём попадания являются лёгкие.

В решении задач оздоровления окружающей среды и охраны здоровья человека большая роль принадлежит гигиене и токсикологии, главной целью которых является предупреждение, распознавание и лечение заболеваний химической этиологии, а также предупреждение и устранение отдаленных последствий вредного действия химических веществ.

### **Особенности гигиенического нормирования вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны**

Гигиеническое нормирование вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны по сравнению с другими объектами окружающей среды отличается рядом особенностей, обусловленных тем, что производственные яды характеризуются определенным уровнем, режимом и продолжительностью воздействия.

Конечной задачей гигиенического ограничения содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны является разработка их предельно допустимой концентрации (ПДК) или ориентировочного безопасного уровня воздействия (ОБУВ). ***ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны*** – это концентрация, которая при ежедневной (кроме выходных дней) 8-часовой (но не более 40 часов в неделю) работе, за весь период

трудовой деятельности, не вызывает возникновения заболеваний или отклонений в состоянии здоровья работающего и его потомков, обнаруживаемых современными методами исследований во время работы или в отдаленные сроки жизни.

Различают ПДК максимально разовые и среднесменные. Максимально разовые ПДК устанавливаются для всех без исключения химических веществ, широко применяемых в промышленном или сельскохозяйственном производстве. Среднесменные ПДК разрабатываются, наряду с максимально разовыми, для производственных ядов, обладающих выраженными кумулятивными свойствами.

**Максимально разовой предельно допустимой концентрацией** является концентрация вредного вещества в зоне дыхания работающих, усредненная периодами кратковременного отбора проб воздуха (15 минут).

**Среднесменная предельно допустимая концентрация** – это средняя концентрация, полученная при непрерывном или прерывистом отборе проб воздуха за период, составляющий не менее 75 % времени рабочей смены, или средневзвешенная по времени всей рабочей смены в зоне дыхания работающих на местах постоянного или временного их пребывания.

Для химических веществ, загрязняющих кожу и обладающих кожно-резорбтивным действием, помимо ПДК в воздухе рабочей зоны устанавливается ПДУ загрязнения кожи.

### **Этапы токсиколого-гигиенических исследований**

Токсиколого-гигиенические исследования следует проводить по четкому плану. Полное исследование нового соединения занимает 8–10 лет, что полностью соответствует срокам

внедрения химического соединения от этапа лабораторного синтеза до создания крупнотоннажного производства.

Потребителя всегда интересует, насколько токсично одно или другое соединение. Данные о токсичности и других свойствах вредных веществ необходимы для составления гигиенических сертификатов, токсикологических паспортов, заполнения научно-технической документации (ГОСТ, ТУ и т.п.).

**Первый этап исследования** – токсикологическая экспертиза. Делается подробный анализ литературных данных о биологическом действии изучаемого или близких по химической структуре соединений. Это позволяет в определенной степени предсказать трансформацию вещества и указать на возможные опасности, связанные с его производством и применением.

Исходя из физико-химических свойств и имеющихся в литературе данных прогнозируются возможные параметры токсичности и проводится токсикологический эксперимент. Лабораторной моделью являются млекопитающие: белые мыши, крысы и др.

Исследование включает следующие разделы:

1. Установление  $Cl_{50}$   
2. Установление  $Dl_{50}$  } для мышей и крыс.

3. Регистрация картины отравления при ингаляции и энтеральной заправке.

4. Выявление действия яда при контакте со слизистыми глаза и кожей.

5. Определение кумуляции действия яда в трехнедельном эксперименте.

Всё это позволяет составить заключение о токсичности и опасности яда, рекомендовать необходимые меры предосторожности для работающих, рассчитать ориентировочную

ПДК для воздуха рабочей зоны. Устанавливается класс опасности соединения. На основе этих материалов может быть выдан гигиенический сертификат.

На этом этапе можно сделать заключение об экономической целесообразности дальнейшего внедрения нового химического соединения.

**Второй этап исследования.** Включает проведение более развернутых токсикометрических исследований в объеме токсикологического паспорта:

1. Определение  $Cl_{50}$  и  $Dl_{50}$  на мышах и крысах при разных путях поступления яда в организм.

2. Установление половой и видовой чувствительности животных.

3. Изучение кожно-раздражающих и сенсибилизирующих свойств на разных видах животных (мыши, крысы, морские свинки).

4. Определение пороговых концентраций действия яда.

При наличии химического метода анализа рекомендуется ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) для воздуха рабочей зоны. Банный этап позволяет установить необходимость дальнейшего изучения химического вещества. Можно разрешить выпустить пробную партию химического вещества при условии ограниченного его использования. Если химическое соединение относится к 1-му или 2-му классу опасности, то его использование недопустимо без установления гигиенического норматива по полной программе.

Гигиенический отбор химических веществ производится на основании гигиенической оценки химических веществ в соответствии с классификацией химических соединений по основным критериям.

Если препарат по одному из показателей относится к 1-му классу гигиенической классификации, то он очень опасен для людей и теплокровных животных и не подлежит внедрению в практику. 2-й класс может использоваться только ограниченно.

Не определяют ПДК (в ГН):

- 1) у веществ не в виде паров и аэрозолей (в производстве);
- 2) относящихся к 4-му классу опасности (работает 10 человек), тоннажность – менее 1 тонны; высокая  $t$  кипения  $> 165\text{ }^{\circ}\text{C}$ , КВИО  $< 3$ , концентрация насыщения ниже расчетной ПДК.

**Полная токсикологическая оценка** совпадает с проектированием многотоннажного производства и широким внедрением химического вещества. Она должна быть завершена до приёма в эксплуатацию промышленного объекта, что вполне возможно, если учесть что ОБУВ этого вещества был известен проектным организациям к моменту разработки рабочих чертежей и учитывался в ходе проектирования.

Полная токсикологическая оценка предполагает проведение подострых и хронических экспериментов с использованием минимум 4 видов лабораторных животных (крысы, мыши, кролики, морские свинки). При проведении экспериментов устанавливаются все параметры острой токсичности и опасности, предусмотренные токсикометрической схемой.

Особое внимание уделяется установлению порогов острого и хронического общетоксического и возможного специфического действия. Если обнаружен специфический эффект при однократном воздействии, то в обязательном порядке устанавливается пороговый уровень соответствующего специфического действия (канцерогенного, мутагенного, тератогенного и т.д.) в хроническом эксперименте.

***Основная задача полной токсикологической оценки*** сводится к экспериментальному обоснованию величины ПДК, которая в дальнейшем экстраполируется на людей.

На данном этапе могут проводиться дополнительные исследования, направленные на изучение интимных механизмов действия вещества, с целью разработки методов диагностики, патогенетической терапии и профилактики интоксикаций.

***Клинико-гигиеническая корректировка ПДК*** осуществляется в течение первых трёх лет, но может продолжаться и далее для изучения отдаленных последствий. Этот этап предполагает проведение натурных исследований, т.е. сопоставление данных, характеризующих санитарное состояние объекта, для которого разработан норматив, с данными о состоянии здоровья контингента населения, подвергающегося воздействию изучаемого вещества.

Выявление повышенной заболеваемости и изменений в состоянии здоровья того или иного контингента по сравнению с контрольной группой свидетельствует о недостаточной надежности разработанного норматива и служит основанием к его пересмотру и снижению.

На этом этапе применяются современные методы гигиенических и статистических исследований. Широкое распространение получил метод многофакторного математического анализа.

***Клинико-гигиенический метод*** не может заменить экспериментальный, но дополняет последний и даёт возможность проверить утверждённую на основе эксперимента ПДК (из 2331 химического соединения, для которых зарегистрированы ПДК экспериментально, только 43 прошли клинико-гигиеническую апробацию; это приоритетные загрязнители воздуха рабочей зоны).

Таким образом, поэтапная комплексная количественная оценка токсичности и опасности вредного химического вещества может служить надежной основой для построения системы профилактических мероприятий.

Наряду с нормированием отдельных токсических продуктов важное значение приобретает нормирование их смесей.

При наличии в воздухе нескольких веществ, обладающих суммарным действием, сумма отношений их фактических концентраций ( $C_1, C_2, C_3$ ) к предельно допустимым концентрациям, согласно формуле Аверьянова, не должна превышать 1:

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1.$$

При *потенцировании* эффекта характер комбинированного действия отдельных смесей оценивается по этой же формуле.

При наличии в атмосфере нескольких веществ, обладающих независимым действием, сохраняются значения ПДК для каждого вещества в отдельности. СанПиН 1.2.3685-21 содержит гигиенические нормативы вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Перечень ПДК и ОБУВ внесен в санитарное законодательство и используется при осуществлении санитарного надзора. Этот перечень используется также предприятиями, учреждениями, занимающимися проектированием, размещением, строительством, реконструкцией и эксплуатацией промышленных объектов с целью разработки мероприятий по улучшению качества воздушной среды. ОБУВ утверждается на ограниченное время (2 года для воздуха рабочей зоны). Обязательным условием является наличие химического метода определения вещества.

## Прогноз и токсикологический эксперимент

По данным ряда авторов, прибыль, получаемая от систематического применения прогнозов, в 50 раз выше затрат на прогнозирование. Ценность предсказаний заключается не только в точности прогноза, но и в его вкладе в стратегию планирования. Актуальным становится совершенствование методов прогнозирования экологической ситуации и оценки степени риска, связанного с появлением и использованием огромного количества новых химических соединений.

При изучении токсичности необходимо использовать для прогноза закономерности связи физико-химических свойств с токсичностью вещества. Это удешевляет и убыстряет определение токсичности и опасности вещества.

Предвидеть действие химического вещества проще, когда есть данные о действии других, близких к нему членов этого же гомологического ряда. Знание физико-химических констант оказывается полезным для ориентировочного расчета показателей токсичности. Установлены значительные коэффициенты корреляции между  $Cl_{50}$  и  $Dl_{50}$  с показателями преломления, кипения, удельным весом, молекулярной массой и другими для ряда наркотических веществ.

**Биологическое действие** органических веществ, определяемое физико-химическими свойствами, играющими роль при накоплении вещества в месте действия, было названо Н.В. Лазаревым неэлектролитным или неспецифическим, в отличие от специфического действия, зависящего от химической активности яда. Зависимость между силой биологического действия и физико-химическими свойствами органических веществ дала Н.В. Лазареву основание для классификации неэлектролитов, позволяющее при знании

физико-химических свойств того или иного вещества в известной мере предвидеть и многие стороны его биологического действия.

### **Условия, влияющие на характер и силу токсического действия**

**Токсичность** – это мера несовместимости вредного вещества с жизнью. Степень токсичности зависит от вида, пола, возраста и индивидуальной чувствительности организма, строения и физико-химических свойств яда, его количества, факторов внешней среды.

Учение о связи между структурой химических веществ, физико-химическими свойствами и биологическим действием является одной из основ токсикологии как науки. Изучение связи строения и токсического действия даёт возможность прогнозировать опасность новых химических веществ.

Существует, по крайней мере, четыре направления исследований по проблеме «структура-действие»:

1) изучение изменения биологической активности при введении различных радикалов в структуру вещества;

2) определение зависимости активности химических соединений от оптической изомерии молекулы;

3) изучение зависимости активности химических соединений от пространственного расположения атомов в молекуле;

4) исследование зависимости активности веществ от плотности электрических зарядов отдельных элементов, входящих в состав молекулы.

В самых общих чертах чужеродные для организма соединения по характеру биологического действия можно разделить на две категории:

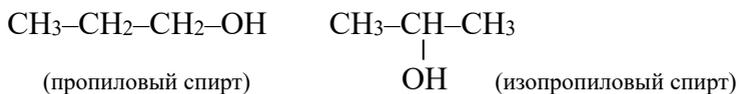
– инертные соединения, не поддающиеся трансформации или претерпевающие медленные превращения, как правило, оказывают **неспецифическое действие (угнетающее)**. Это действие известно как наркотическое, физическое. Н.В. Лазарев предложил термин «неэлектролитное».

– многие вещества обладают **специфическим действием**. Обычно это вещества, которые претерпевают в организме изменения.

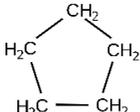
Чаще всего имеет место сочетание неэлектролитного и специфического действия.

Взаимосвязь между структурой и биологическим эффектом была прослежена на примере ряда веществ с несспецифическим (наркотическим) действием.

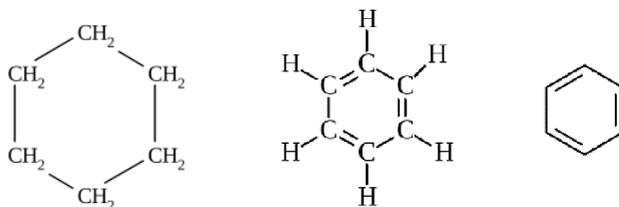
1. В соответствии с **правилом разветвленных цепей** соединения с нормальной углеродной цепью имеют более выраженный токсический эффект по сравнению со своими разветвленными изомерами. Так, нормальный пропиловый и бутиловый спирты более сильные наркотики, чем изопропиловый и изобутиловый. Циклические углеводороды с одной длинной боковой цепью более токсичны, чем их изомеры с двумя и более боковыми цепями (этилциклогексан токсичнее, чем диметилциклогексан).



2. **Замыкание цепи углеродных атомов** увеличивает силу действия углеводородов при ингаляционном поступле-

нии (циклопентан  токсичнее пентана  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—}$

$\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$ ). Переход от полиметиленового кольца к ароматическому увеличивает токсичность соединений: пары бензола токсичнее, чем пары циклогексана:



3. **Введение *ОН-группы*** ослабляет действие соединения: спирты менее токсичны, чем соответствующие им углеводороды ( $\text{CH}_4$  – метан и  $\text{CH}_3\text{OH}$  – метиловый спирт).

4. **Введение галогена** в молекулу органического соединения почти всегда увеличивает токсичность соединения. Имеет значение место присоединения галогена – атом галогена, находящийся в открытой цепи, гораздо более активен, чем связанный с углеродом циклической или ароматической молекулы. Введение галогена в молекулу углеводорода усиливает неэлектролитное действие и несёт с собой изменения трёх родов: 1) изменяются физико-химические свойства молекулы; 2) изменяются способности к химическим реакциям; 3) в зависимости от положения галоида в молекуле, изменяются процессы превращения вещества в организме. Токсичность галогенпроизводных в зависимости от галогена нарастает в ряду фтор < хлор < бром < йод.

5. Введение в молекулу нитро- ( $\text{NO}_2$ ), нитрозо- ( $\text{NO}$ ) и аминогруппы ( $\text{NH}_2$ ), ацетилирование и карбоксилирование резко изменяет токсические свойства соединений. Особо

высока токсичность нитро- и аминопроизводных ароматических углеводородов (нитробензол, динитробензол, анилин, и пр.). Прямой зависимости между силой действия и количеством нитро- или аминогрупп нет. Возможно сосудорасширяющее, гипотензивное действие, действия на ЦНС и метгемоглобинообразование. Наличие карбоксильной группы или ацетилирование *резко уменьшают токсичность*, т.к. увеличивается гидрофильность молекулы и вещество выводится из организма.

6. Первые члены гомологических рядов, которые можно считать производными метана, обладают более сильным общим токсическим или специфическим действием, чем последующие (муравьиная кислота, формальдегид, метанол токсичнее, чем уксусная кислота, ацетальдегид и этанол).

7. Наличие в молекуле кратных связей – ненасыщенность соединения – обычно говорит об усилении его способности к химическим реакциям, а потому и о повышении химической токсичности.

8. На силу действия органических соединений заметно влияет пространственное расположение в молекуле замещающих радикалов (изомерия положения). Большой токсичностью обладают пара-изомеры, затем мета-изомеры и ещё меньшей – орто-изомеры.

9. Правило Ричардсона (1869 г.) – наркотическое действие возрастает в гомологическом ряду с увеличением числа атомов углерода (с возрастанием молекулярного веса).

*Неорганические вещества*, попадая в организм, диссоциируют на ионы и в таком виде взаимодействуют с компонентами клеток и тканей. Токсичность неорганических соединений определяется токсичностью образующихся ионов, чаще – одного из ионов, являющегося наиболее токсичным. В связи с этим наиболее вероятна корреляция токсичности

с характеристиками этих ионов. Для проявления токсичности металлов большое значение имеет их способность к комплексообразованию. ***Чем больше элемента в норме содержит организм, тем этот элемент менее токсичен.*** Вместе с тем, чем ниже нормальное содержание элемента в организме, тем относительно больше колебания его уровня могут быть безвредными для человека. Концентрация Ni и Co для достижения смертельного эффекта должна быть повышена в организме в 1 000 и более раз, в то же время фосфор и калий, широко представленные в организме, могут вызвать смертельный исход при небольшом превышении их концентраций.

Анализ соотношения токсичности с электронной структурой элементов привел к выводу: уменьшение электронной стабильности элемента ведет к повышению токсических свойств, т.е. химически более активный элемент более токсичен.

### **Отдаленные последствия влияния химических соединений на организм**

По мнению И.В. Саноцкого, под термином «*отдаленный эффект*» следует понимать развитие болезнетворных процессов и патологических состояний, проявляющихся качественно новыми реакциями организма после химических и других воздействий в отдаленные сроки после прекращения их влияния.

В основе отдаленных эффектов лежат изменения наиболее тонких структур и механизмов обменных процессов на клеточном, субклеточном и молекулярном уровнях.

К последствиям интоксикации промышленными ядами, имеющими многомесячный или даже многолетний латентный период, относятся ***нарушения развития плода***

(эмбриотропное или тератогенное действие), *повреждение наследственного аппарата клетки* (мутагенное действие) и *злокачественное перерождение клетки* (канцерогенное действие). Эмбрион не способен реагировать на патогенные факторы реактивными процессами, поэтому любое воздействие вызывает в его тканях только альтерацию, начиная с обменных нарушений и кончая гибелью тканевых элементов. Это приводит к развитию стойких нарушений в формировании органов, т.е. возникают пороки развития или уродства.

Чувствительность плода зависит от срока беременности. Наиболее уязвимы эмбрионы млекопитающих в первые 2 месяца беременности. Оценивая опасность промышленного яда для плода, необходимо учитывать не только возможность прямого воздействия вещества, преодолевшего плацентарный барьер, но и косвенное влияние, связанное с развитием интоксикации в организме матери. Многие промышленные яды вызывают снижение плодovitости, гибель плодов или нарушение внутриутробного развития (бензин, бензол, ртуть, свинец). У работниц табачного производства уменьшено число беременностей, чаще встречаются выкидыши.

Возможно *тератогенное действие* химических веществ. Наиболее частые изменения обнаруживаются в центральной нервной и костной системах, органах зрения. Среди поражений скелета наиболее часты нарушения строения черепа (волчья пасть), патология конечностей, среди изменений центральной нервной системы – задержка психомоторного развития, различная неврологическая патология, микро и гидроцефалия, среди поражений глаз – слепота, аномалии зрительной функции.

Наблюдения за работницами химической промышленности позволили выявить такие нарушения неонатального

периода у новорожденных, как уменьшение веса, задержка роста, вялость, заторможенность, снижение мышечного тонуса, позднее отторжение пупочной культи, высокая заболеваемость детей.

В различных странах существуют списки химических веществ, действующих на репродукцию и развитие. Эти списки содержат вещества как «достаточно доказанные для человека», так и с вероятным действием на репродуктивную систему. Страны, имеющие специальные механизмы защиты репродуктивного здоровья работающих, могут иметь короткий список, который включает только вещества, обозначаемые как «достаточно доказанные для человека». Такой список имеется, например, в Финляндии. В нашей стране принят перечень химических веществ, опасных для репродукции, который включен в СанПиН 2.2.0555-96 и содержит более 150 веществ.

Такие списки периодически дополняются и пересматриваются. На основании сопоставления классов условий труда по Р 2.2.2006-05, учёта этиологической доли, характера и степени клинических проявлений и медико-социального ущерба предложены категории риска профессионально обусловленных нарушений репродуктивного здоровья женщин. Чем вреднее класс условий труда, тем значимее ущерб, причиняемый репродуктивному здоровью.

Исследования эмбриотоксического и тератогенного действия проводят чаще всего на беспородных и линейных крысах (что обусловлено одинаковым с человеком типом плаценты). Крыса устойчива к инфекционным заболеваниям, быстро адаптируется к стрессовым ситуациям. Продолжительность беременности 20–26 дней. В одном помёте может быть до 18 детёнышей, за год – 5–9 помётов. Продолжительность жизни 2,5–3 года. Имеет гемохориальный тип плаценты.

3 этапа изучения эмбрионального развития:

1) оценка эмбриотоксического и тератогенного действия;

2) оценка проходимости плацентарного барьера и накопление вещества в плаценте и эмбрионе;

3) изучение состояния потомства в постнатальном периоде.

При изучении эмбриотоксического и тератогенного действия применяется комбинированная схема исследования, где **показателями эмбриотоксического действия являются:** индекс плодовитости, общая эмбриональная предимплантационная и постимплантационная смертность, среднее число особей в помёте, масса, размер и длина эмбриона. Для вычисления этих показателей используют данные о количестве живых и погибших эмбрионов и числе желтых тел.

**Показателями тератогенного действия служат** внешние аномалии развития эмбрионов, наличие аномалий развития внутренних органов, распределение эмбрионов по полу, состояние окостенения зачатков различных костей скелета.

Показателем прохождения вещества через плаценту является непосредственное определение его количества в плаценте и в эмбрионе.

При обосновании гигиенических нормативов с учётом эмбриотоксического действия необходимо изучение постнатального развития потомства. Исследуются интегральные и специфические показатели. Из интегральных – динамика массы тела, двигательная активность, условно-рефлекторная деятельность. Специфическими показателями являются: день открытия глаз (N = 16-й день), день отлипания ушей (N = 13-й день), день появления шерстяного покрова (N = 5-й день).

Одним из видов отдаленных эффектов воздействия факторов окружающей среды на организм является способность вызывать наследственные изменения генетического материала – *мутации*, которые в половых клетках могут приводить к спонтанным абортам, мертворождениям, врожденным порокам развития, увеличению частоты наследственных заболеваний, развитию канцерогенеза, нарушению эмбрионального развития и старению.

Следствием мутагенных эффектов химических соединений в зародышевых клетках является образование генетически неполноценных гамет, приводящее к гибели зиготы, эмбриона, плода, рождению ослабленных детей с пороками развития, наследственными болезнями.

В настоящее время установлено мутагенное действие и обнаружены клинические эффекты у рабочих при воздействии асбеста, свинца, воды питьевой хлорированной, хлорированных алифатических углеводов, винилхлорида, продуктов переработки нефти и каменного угля, окиси этилена.

Наиболее распространенными методами исследования мутагенной активности на лабораторных животных являются цитогенетический анализ клеток соматической ткани, метод доминантных леталей.

У животных цитогенетический анализ чаще всего проводят на клетках костного мозга, реже – на клетках регенерирующей печени, эмбриональной ткани и культуры лейкоцитов периферической крови. Метод определения доминантных леталей в мужских половых клетках при воздействии мутагенных факторов, проявляющихся в первом поколении, является наиболее доступным и простым. Частоту возникновения доминантных летальных мутаций учитывают по

повышенной эмбриональной смертности у интактных беременных самок, спаренных с подопытными самцами.

Можно изучать мутагенные свойства химических веществ косвенным путём, используя тест-системы на вирусах, бактериях, грибах, растениях, клетках человека и культуре тканей. Лучше всех работают тест-системы с применением микроорганизмов (короткий период роста, большие выборки, большая пропускная способность, хорошая изученность в генетическом отношении).

Наибольшее распространение получил тест Эймса, в котором в качестве тест-организмов применяются гистидинзависимые штаммы палочки мышинного тифа. Мутагенный эффект у этих штаммов регистрируется путём учета обратных мутаций по гистидину (неспособности расти на средах, лишенных гистидина) и способности микробной клетки самостоятельно синтезировать для своей жизнедеятельности гистидин.

Наиболее ценными являются результаты, полученные при наблюдении на людях, т.к. экстраполяция с животных на человека затруднительна (разный метаболизм). Можно использовать исследования в культуре лейкоцитов периферической крови и анкетный метод.

Изучение соматических мутаций позволяет не только обнаружить мутагенный эффект, но и прогнозировать канцерогенную опасность химических соединений. Это подтверждается наличием корреляции между мутагенным и бластоогенным действием. Среди известных в настоящее время канцерогенов лишь немногие встречаются в природе в естественном состоянии (некоторые металлы, канцерогены химического происхождения). Большинство химических канцерогенов – искусственные органические соединения, «рожденные» деятельностью человека.

Развитие опухоли возможно много времени спустя после прекращения действия химического вещества. Вероятность появления опухоли находится в прямой, а срок её возникновения – в обратной зависимости от дозы. Действие очень малых доз также не проходит бесследно, поскольку оно может суммироваться. Немалую опасность представляют и так называемые *коканцерогены*, которые сами по себе не вызывают развитие опухоли, но способны резко усиливать действие истинных канцерогенов (фиброгенные пыли).

Подавляющее большинство профессиональных опухолей – рак кожи, легких, мочевого пузыря.

Изучение бластомогенных свойств веществ требует большого количества методов, т.к. ни один из них не является достаточно надёжным.

Для выявления канцерогенеза используют следующие методы:

1) метод радиоактивных индикаторов – изучается движение токсических веществ при различных путях введения в организм, пути и скорости выведения;

2) определение массы внутренних органов – под влиянием бластомогенных веществ изменяется масса внутренних органов; сравнивают с контрольной группой;

3) патолого-анатомические и гистохимические методы исследования.

*Гонадотоксическое действие* химических факторов проявляется в нарушении овариально-менструальной функции, появлении выкидышей, ослаблении половой потенции и бесплодии у мужчин и женщин. Веществами, оказывающими выраженное гонадотоксическое действие, являются бензол и его гомологи, хлорорганика, свинец, никель, марганец. Они способны вызвать ускоренное семяизвержение,

снижение количества сперматозоидов; увеличение количества выкидышей и мёртворождений. Причем выраженность гонадотоксического действия находится в прямой зависимости от концентрации (дозы) химического соединения.

В последние годы расширяются работы по исследованию действия химических веществ на гонады. Нарушение менструальной функции выявлены у женщин, работающих в производствах хлористого аллила, хлорметила, окиси этилена, анилина, ФОС, пестицидов, селена, синтетических эстрогенов, металлов, бензола, стирола. Появились сведения о влиянии производственных химических факторов (карборил, дибромхлорпропан, хлоропрен, хлордекон, свинец и др.) на половую функцию мужчин: уменьшение количества и функциональных способностей сперматозоидов.

В последние годы появились работы, свидетельствующие об образовании хромосомных aberrаций в сперматозоидах и овоцитах (при концентрации свинца 25 мкг%). Такие хромосомные изменения часто бывают несовместимыми с жизнью и заканчиваются выкидышами на ранних сроках беременности. Исследования хромосомных aberrаций в клетках плода и родителей может пролить свет на этиологию этих изменений.

Мужские половые клетки формируются в период полового созревания в течение всей жизни. Поэтому мужские гонады более чувствительны, чем женские. Сейчас до 20 % браков бесплодны и в 50 % «виноваты» мужчины.

Для изучения гонадотоксического действия в эксперименте используют морфологические, функциональные и биохимические методы исследования на разных видах половозрелых животных. Наибольшее распространение получили морфологические методы. Изучают сперматогенез, состояние

овоцита и фолликула. Наиболее ранними изменениями сперматогенеза при воздействии химических веществ являются уменьшение среднего числа сперматогоний и увеличение числа канальцев со слущенным эпителием. Функциональное состояние сперматозоидов определяется по количеству живых сперматозоидов, дегенеративных форм, резистентности осмотической и кислотной.

Функциональное состояние яичников оценивается по изменениям в эстральном цикле – учитывается продолжительность, длительность отдельных фаз, ритмичность их чередования.

Интегральным методом оценки состояния гонад является способность к оплодотворению и зачатию (поскольку нельзя исключить функциональное состояние ЦНС, сопровождающееся снижением полового инстинкта).

**К отдаленным последствиям** влияния химических веществ на *сердечно-сосудистую систему* могут быть отнесены: ускоренное склерозирование сердца и сосудов миокарда, почек, мозга, сетчатки, ускоренное развитие гипертонического синдрома, вегетососудистой дистонии, а также сердечно-сосудистой патологии у потомства, обусловленной действием этих факторов на генетический аппарат родителей и непосредственно на плод. Возможно как прямое повреждающее действие на миокард и стенку сосудов, так и опосредованное – через нейроэндокринную регуляцию.

В качестве наиболее адекватного метода оценки опасности развития отдаленных последствий влияния химических соединений на сердечно-сосудистую систему рекомендуется изучение влияния этих соединений на спонтанные, генетически обусловленные сердечно-сосудистые заболевания у тех немногих видов лабораторных животных, которым они

свойственны и у которых они имеют существенное сходство с аналогичной патологией человека. Методы оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы самые разнообразные: ЭКГ, АД, биохимия, морфология, методы функциональных и экстремальных нагрузок. В качестве интегральных показателей рекомендуется определять продолжительность жизни, массу тела, потребление кислорода, мышечную работоспособность, поведенческие реакции и пр.

И.В. Саноцким был предложен оригинальный методический подход для изучения отдаленных последствий влияния химических соединений на сердечно-сосудистую систему. Сущность его состоит в том, чтобы, воздействуя на интактных животных химическими соединениями в малых количествах, проследить за *скоростью развития естественных процессов старения сердца, сосудов и организма в целом*.

Таким образом, в целях гигиенического нормирования химических веществ в рабочей зоне необходимо учитывать отдаленные последствия действия ядов, используя для этого целый комплекс методов.

*К мероприятиям по снижению опасности* применения канцерогенов, мутагенов и эмбриотропных веществ, следует отнести изъятие их из практики, прекращение производства и замену соединениями, не вызывающими отдаленных последствий. Если это невозможно, то – максимальное снижение концентрации и ограничение контакта человека с опасными химическими веществами.

## Ситуационные задачи

### Задача № 1

Бромтрифторметан (фреон 13B1),  $\text{CBrF}_3$  относится к классу смешанных галогенпроизводных алканов. Газ без запаха. Применяется в качестве хладагента, как пламягасящее средство. Молекулярный вес 148,9. Плотность  $2,27 \text{ г/см}^3$ . Концентрация насыщения  $333,6 \text{ мг/л}$  ( $\text{C}^{20}$ ). Коэффициент масло/вода – 1,2. В воде не растворим.  $\text{Cl}_{50}$  для белых мышей –  $350 \text{ г/м}^3$ , для белых крыс –  $430 \text{ г/м}^3$ .

#### Задание:

1. Охарактеризуйте данное вещество.
2. Определите класс опасности.
3. Каковы меры профилактики при работе с данным веществом?

### Задача № 2

Четыреххлористый углерод ( $\text{CCl}_4$ ) относится к классу хлорпроизводных алканов. Бесцветная жидкость с ароматическим запахом. Применяется в качестве растворителя масел, смол, битумов, лаков, полимеров, резины; как обезжириватель; как пестицид. Молекулярный вес 153,8. Плотность  $1,59 \text{ г/см}^3$ . Температура кипения  $76,5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Концентрация насыщения  $50 \text{ мг/л}$  ( $\text{C}^{20}$ ). Коэффициент растворимости вода/воздух – 8,6, коэффициент распределения масло/вода – 1 000. В экспериментальных исследованиях на крысах были получены следующие параметры токсикометрии:  $\text{Cl}_{50}$  –  $56 \text{ мг/л}$ ,  $\text{Lim ac}$  –  $1,9 \text{ мг/л}$ ,  $\text{Lim ch}$  –  $0,041 \text{ г/л}$ .

### **Задание:**

1. Определите класс опасности данного соединения, дайте заключение о его потенциальной опасности в отношении возможности острых и хронических отравлений.
2. Каковы меры профилактики при работе с данным веществом?

### *Задача № 3*

Хлорэтан ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ ) применяется как растворитель бутилкаучука; в холодильниках; в химической промышленности; в медицине. Молекулярный вес 64,52. В обычных условиях – газ с эфирным запахом, малорастворимый в воде, хорошо – в органических растворителях,  $d = 0,926$ ; температура кипения –  $13,1^\circ\text{C}$ ; концентрация насыщения ( $\text{C}^{20}$ ) – 3512 мг/л. Коэффициент растворимости вода/воздух – 1,28. Коэффициент масло/вода – 1,74. В остром эксперименте установлена  $\text{Cl}_{50}$  – 160 мг/л.

### **Задание:**

1. Определите класс опасности данного соединения.
2. Каковы меры предупреждения при работе с веществом?

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Российская энциклопедия по медицине труда / гл. ред. *Н.Ф. Измеров*. – М.: Медицина, 2005. – 656 с.
2. Руководство к практическим занятиям по гигиене труда: учеб. пособие / под ред. *В.Ф. Кириллова*. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 416 с.

## **ТЕМА 5. РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ РАБОТЕ С РАДИОАКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ И ИСТОЧНИКАМИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

**Цель занятия:** ознакомиться с основными элементами защиты для создания безопасных условий работы с источниками ионизирующих излучений.

**План проведения занятия:**

Студенты знакомятся с методами защиты медицинского персонала и пациентов при воздействии ионизирующего излучения. Рассчитывают защиту от закрытых источников ионизирующего излучения. Знакомятся с аппаратурой, используемой для дозиметрического контроля. Решают задачи по защите персонала от внешнего облучения. Проводят практическую работу по оценке радиационного фона на различных этажах учебного корпуса, на улице. Пишут заключение о проделанной работе, делают выводы.

**Студент должен знать:**

– характеристики  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -излучения, единицы измерения активности радиоактивного вещества, единицы экспозиционной и поглощенной дозы.

**Студент должен уметь:**

– произвести расчет основных параметров защиты от внешнего облучения.

***Студент должен владеть:***

– навыками работы с нормативной документацией.

Изучение данной темы направлено на формирование у обучающихся **компетенций**:

ОПК-2: способен проводить и осуществлять контроль эффективности мероприятий по профилактике инфекционных заболеваний у детей, формированию здорового образа жизни и санитарно-гигиеническому просвещению населения.

***Контрольные вопросы***

1. Явление радиоактивности, количественная характеристика. Источники радиационного излучения.
2. Экспозиционная и поглощённая дозы, единицы измерения.
3. Предельно допустимая доза излучения. Документ, устанавливающий ПДД для различных групп населения.
4. Основные принципы защиты внешнего облучения (количество, время, расстояние, экран).
5. Дозиметрический контроль лиц, работающих с закрытыми источниками.

**Задания для самостоятельной  
подготовки к занятию**

Студенты при подготовке к занятию должны проработать теоретический материал данной темы в соответствии с контрольными вопросами, ознакомиться со справочно-информационным материалом и примерами решения ситуационных задач.

***Радиоактивность*** – самопроизвольное превращение ядер одних химических элементов в ядра атомов других эле-

ментов с выделением энергии в виде ионизирующих излучений (альфа-, бета-, нейтронного, гамма-). Превращение элементов в таких случаях называется радиоактивным распадом.

**Ионизирующим** называется такое излучение, взаимодействие которого с веществом приводит к образованию в этом веществе ионов разного знака.

Виды радиоактивного распада: альфа-распад, бета-распад, деление ядер тяжелых элементов, термоядерные реакции.

– **Альфа-распад** характерен для естественных радиоактивных элементов с большими порядковыми номерами. В процессе внутриядерных превращений из ядра атома выбрасывается альфа-частица, заряд уменьшается на 2 единицы, а атомная масса – на 4 единицы. Альфа-частица представляет собой ядро атома гелия с атомной массой 4 единицы и зарядом +2. При относительно крупных размерах и большом заряде частица обладает высокой энергией (3–10 МэВ), для нее характерны большая линейная передача энергии (ЛПЭ) и значительная линейная плотность ионизации (ЛПИ равна до  $10^3$ – $10^4$  пар ионов на каждый см пути пробега). Проникающая способность альфа-частицы невелика: путь пробега в воздухе – 2–10 см, в алюминии – 15–70 мкм, в воде и биологических тканях – 30–130 мкм, т.е. в коже она задерживается эпидермисом, не достигая глубоких слоев эпителия. Лист бумаги является абсолютным экраном, поэтому внешнее воздействие альфа-излучения на человека практически безопасно, но крайне опасно при поступлении внутрь организма: с одной стороны, значительно повышается риск канцерогенного действия, с другой, – внутри органов и тканей создается высокая плотность ионизации, чем и обусловлен патогенный эффект.

– **Электронный бета-распад** характерен для естественных и искусственных радионуклидов. Бета-излучение – это

поток электронов ядерного происхождения. Электронный бета-распад возникает в тех случаях, когда в ядре неустойчивость вызвана превышением количества нейтронов над протонами. При этом нейтрон превращается в протон с испусканием электрона. Заряд увеличивается на 1 единицу, а массовое число остается без изменения. Вместе с бета-частицей выбрасываются нейтральные частицы (антинейтрино) ничтожно малой массы, составляющие с электронами некую постоянную величину. Возвращение возбужденного ядра в основное состояние сопровождается испусканием гамма-квантов.

– *Позитронный бета-распад* наблюдается у некоторых искусственных радионуклидов. Позитрон – элементарная частица, подобная электрону, но с положительным зарядом. При выбросе позитрона в ядре один из протонов превращается в нейтрон, при этом выбрасывается нейтрино- и гамма-излучение.

– Удельная плотность ионизации для бета-частиц – до 100 пар ионов, длина пробега в воздухе в зависимости от энергии до 3–5 МэВ, в биологических тканях – несколько сантиметров. При защите от воздействия бета-излучения следует использовать экраны из легких материалов с малым атомным номером, например из стекла, полимерных материалов, алюминия. В экранах из тяжелых материалов бета-частицы генерируют тормозное рентгеновское излучение, от которого также нужна защита.

– *Гамма-излучение* имеет минимальную плотность ионизации (до одной пары ионов на каждый сантиметр пути пробега), заряд и масса отсутствуют, путь пробега в воздухе – несколько сотен метров. Биологические ткани практически не являются экранами. Гамма-излучение является опасным источником внешнего облучения для человека.

Для лечебных и диагностических целей в медицинских учреждениях применяются как закрытые, так и открытые источники ионизирующих излучений, использование которых сопряжено с воздействием на организм радиации.

**Закрытые источники** – это такие источники, устройство которых исключает поступление радионуклидов в окружающую среду в условиях применения и износа, на которые они рассчитаны. Человек подвергается только внешнему облучению.

**Открытыми** называются такие источники ионизирующего излучения, при использовании которых возможно поступление содержащихся в них радионуклидов в окружающую среду. При этом возможно не только внешнее облучение, но и внутреннее при попадании РН в организм человека.

Ионизирующая радиация при воздействии на человека может вызвать два вида эффектов, которые клинической медициной относятся к болезням: детерминированные и стохастические.

**Детерминированные эффекты излучения** – клинически выявляемые вредные биологические эффекты, вызванные ионизирующим излучением, в отношении которых предполагается существование порога, ниже которого эффект отсутствует, а выше – тяжесть эффекта зависит от дозы (лучевая болезнь, лучевой дерматит, лучевая катаракта, лучевое бесплодие, аномалии развития плода и др.).

**Стохастические (вероятностные) эффекты** излучения – вредные биологические эффекты, вызванные ионизирующим излучением, не имеющие дозового порога возникновения, вероятность возникновения которых пропорциональна дозе и для которых тяжесть проявления не зависит от дозы (злокачественные опухоли, лейкозы, наследственные болезни).

Для количественной характеристики воздействия ионизирующей радиации используют понятия доз. Доза ионизирующего излучения – энергия излучения, предназначенная для передачи или переданная веществу и рассчитанная на единицу массы.

**Экспозиционная доза** – отражает степень ионизации воздуха под влиянием ионизирующей радиации. Системная единица этой дозы кулон/кг, внесистемная – рентген.

Для характеристики степени воздействия ионизирующего излучения на биологические объекты используют понятие поглощенной дозы. Это фундаментальная дозиметрическая величина представляет собой величину энергии излучения, поглощенной единицей массы облученного тела. Единица поглощенной дозы в системе СИ – грей (Гр),  $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$ ; внесистемная единица – рад,  $1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр}$ .

**Доза эквивалентная** – поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на соответствующий коэффициент вида излучения. Коэффициент для рентгеновского и  $\gamma$ -излучения (фотонов любых энергий),  $\beta$ -излучения (электронов) равен единице, для  $\alpha$ -частиц, осколков деления, тяжелых ядер – 20. Единицей эквивалентной дозы является зиверт (Зв); внесистемная единица – бэр (Бэр),  $1 \text{ бэр} = 0,01 \text{ Зв}$ . Для рентгеновского и гамма-излучения  $1 \text{ зв} = 1 \text{ Дж/кг}$ .

**Доза эффективная эквивалентная** – величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных (стохастических) последствий облучения всего тела человека, или отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности. Она равна сумме произведений эквивалентной дозы в органах и тканях умноженной на соответствующие взвешивающие коэффициенты, которые колеблются от 0,12 – красный костный мозг до 1,0 – все тело. Единица измерения –

зиверт (Зв). Мощность дозы – доза излучения за единицу времени (мр/с, мкр/ч, мбэр/ч и т.д.).

### ***Основные принципы радиационной безопасности***

1. Принцип нормирования – непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников излучения.

2. Принцип обоснования – запрещение всех видов деятельности по использованию ионизирующей излучений, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному радиационному фону облучением.

3. Принцип оптимизации – поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника ионизирующих излучений.

Нормами радиационной безопасности установлены следующие категории облучаемых лиц:

– персонал (группы А – лица работающие с источниками излучения и Б – лица, находящиеся в зоне возможного воздействия ионизирующего излучения, но не занятые непосредственной работой с источниками излучения);

– все население.

Для категорий облучаемых лиц установлены три класса нормативов:

– основные пределы доз;

– допустимые уровни монофакторного воздействия, являющиеся производными от основных пределов доз;

– контрольные уровни, их значения должны учитывать достигнутый в организации уровень радиационной безопас-

ности и обеспечивать условия, при которых радиационное воздействие будет ниже допустимого.

**ПДД** (предельно допустимая доза) – норматив, обозначающий предельное количество вещества, попадание которого в организм не оказывает на него вредного действия.

Основные пределы доз облучения (ПД) не включают в себя дозы от природного и медицинского облучения, а также дозы вследствие радиационных аварий. На эти виды облучения устанавливаются специальные ограничения.

#### Предельно допустимые дозы внешнего облучения, мЗв/год

Нормируемые величины	Дозовые пределы	
	Персонал (группа А)	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза в год в хрусталике	150	15
коже	500	50
кистях и стопах	500	50

Сотрудники радиологических отделений больниц, работающие непосредственно с источниками ионизирующего излучения, а также рентгенологи, рентген-лаборанты относятся к категории «персонал» группы А. Вспомогательный персонал, работающий в сфере воздействия источников ионизирующего излучения, но непосредственно не контактирующих с ними, относятся также к категории персонал, но группе Б. Согласно этой классификации, для персонала

группы А допускается предел дозы 20 мЗв в год, для персонала группы Б – 5 мЗв в год.

Соблюдение предела годовой дозы предотвращает возникновение детерминированных эффектов, а вероятность стохастических эффектов сохраняется при этом на приемлемом уровне.

Эффективная доза для персонала не должна превышать за период трудовой деятельности (50 лет) – 1000 мЗв, а для населения за период жизни (70 лет) – 70 мЗв. При такой дозе не выявляются изменения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами исследований.

В соответствии с целью медицинского облучения населения принципы контроля и ограничения радиационных воздействий в медицине основаны на получении необходимой и полезной диагностической информации или терапевтического эффекта при минимально возможных уровнях. При этом не устанавливаются пределы доз, но используются принципы обоснования назначения радиологических медицинских процедур и оптимизации мер защиты пациентов.

При проведении профилактических медицинских рентгенодиагностических исследований практически здоровых лиц годовая эффективная доза облучения этих лиц не должна превышать 1 мЗв.

Основными принципами защиты от внешнего облучения являются:

- защита количеством – использование для работы источников с минимально возможным выходом ионизирующих излучения;

- защита временем – проведение работы с источником в течение минимального времени;

– защита расстоянием – максимально возможное отделение от источника;

– защита экранами – основана на способности материалов поглощать радиоактивное излучение.

**Радиационный контроль** – контроль за соблюдением Норм радиационной безопасности, Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности, а также получение информации об уровнях облучения людей и о радиационной обстановке в учреждении и в окружающей среде. Радиационный контроль позволяет получить информацию о радиационной обстановке в организации, в окружающей среде и об уровнях облучения людей. Он включает в себя дозиметрический и радиометрический контроль.

Основными контролируруемыми параметрами являются:

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

С целью оперативного контроля для всех контролируемых параметров устанавливаются контрольные уровни. Значение этих уровней устанавливается таким образом, чтобы было гарантировано не превышение основных дозовых пределов. Администрация организации может вводить дополнительные, более жесткие числовые значения контролируемых параметров – административные уровни.

Контроль за соблюдением Норм радиационной безопасности в организациях, независимо от форм собственности, возлагается на администрацию этой организации (производственный контроль). Контроль за облучением населения возлагается на органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

**Дозиметрический контроль** – комплекс организационных и технических мероприятий по определению доз облучения людей с целью количественной оценки эффекта воздействия на них ионизирующих излучений.

Радиометрический контроль – комплекс организационных и технических мероприятий по определению интенсивности излучения РВ, содержащихся в окружающей среде, и степени радиоактивного загрязнения людей, техники, сельскохозяйственных животных и растений, а также элементов окружающей среды.

Приборы радиационного контроля:

– **Дозиметры** (Д), которые предназначены для измерения и регистрации дозы ионизирующего излучения (экспозиционной, поглощенной, эквивалентной) и мощности дозы.

– **Радиометры** (Р), предназначенные для измерения и регистрации плотности потока ионизирующего излучения и активности радионуклидов.

– **Спектрометры** (С) предназначены для измерения распределения ионизирующих излучений по энергии частиц или фотонов или по каким-либо другим параметрам В зависимости от вида ионизирующего излучения бывают альфа-, бета-, гамма-спектрометры.

## Дозиметрия внешнего облучения

При проведении дозиметрического контроля используют приборы, которые по своему назначению можно разделить на 2 группы:

1. Индивидуальные дозиметры, регистрирующие эффективную дозу.

2. Рентгенометры для измерения мощности эквивалентных доз гамма- и рентгеновского излучения при групповом контроле за лучевой нагрузкой.

В основе работы приборов лежат ионизационный, сцинтилляционный, люминесцентный, фотографический, химический методы регистрации ионизирующих излучений.

**Ионизационный метод** дозиметрии основан на измерении ионизации в газе, заполняющем ионизационную камеру регистрационного прибора. При этом ионизация газа вызывается освобождающимися под действием фотонного излучения электронами, которые, достигнув измерительных электродов, разряжают их. Вследствие этого возникает ток насыщения. Ионизационные камеры используются при регистрации фотонов с энергией от 20 КэВ и выше. Существенным недостатком таких камер является их низкая чувствительность.

Наиболее чувствительным детектором в дозиметрии фотонного излучения является газоразрядный счетчик. Он лежит в основе работы в таких приборах, как комплекс индивидуальных дозиметров (КИД-2).

**Сцинтилляционный метод** дозиметрии фотонного излучения основан на регистрации фотоэлектронным умножителем (ФЭУ) вспышек света, возникающего в сцинтилляторе под действием излучения, когда возбужденные под действием радиации атомы и молекулы переходят в основное состояние.

Сцинтилляционные детекторы применяют для регистрации гамма-, бета-, альфа- и нейтронного излучений.

*Люминесцентный метод* основан на накапливании части энергии поглощенного ионизирующего излучения и отдачи его в виде светового свечения после дополнительного воздействия ультрафиолетовым излучением (или видимым светом) (РФЛД – радиофотолюминесцентные дозиметры) или нагревом (ТЛД – термолюминесцентные дозиметры).

Под действием излучения в люминофоре (щелочно-галлоидных соединениях типов LiF, NaI, фосфатных стекол, активированных серебром) создаются центры фотолюминесценции, содержащие атомы и ионы серебра.

В радиофотолюминесцентных дозиметрах (РФЛД) преобразование поглощенной энергии ионизирующего излучения в видимую люминесценцию осуществляется при освещении люминофоров ультрафиолетовым светом.

В термолюминесцентных дозиметрах (ТЛД) освобождение поглощенной энергии осуществляется под воздействием высокой температуры (около 200 °С). Разработаны различные модели ТЛД. Их достоинством являются малые размеры, удобство в работе. В практике в основном используется КТД-02 (комплект дозиметров термолюминесцентных), регистрирующий гамма-излучение в диапазоне энергий от 0,06 до 1,25 МэВ, измеряемая мощность дозы – от 5 до  $10 \times 10^6$  мР.

Большинство выпускаемых в настоящее время приборов не являются универсальными, они могут использоваться в сравнительно в небольшом диапазоне энергий, поэтому при выборе аппаратуры для дозиметрического контроля необходимо учитывать вид и энергию излучения, диапазон чувствительности, погрешность измерений и др.

## **Конструктивные особенности приборов и характер проведения контроля радиационной обстановки**

По этому признаку приборы делят на четыре группы:

- 1) приборы для индивидуального дозиметрического контроля;
- 2) носимые приборы для группового дозиметрического контроля;
- 3) переносные приборы группового дозиметрического или радиационного технологического контроля;
- 4) стационарные приборы и многоканальные установки для непрерывного дистанционного дозиметрического и радиационного контроля.

Оценивая радиационный фон местности, измеряют мощность поглощенной дозы в воздухе на высоте 110 см от поверхности земли. Проводят 3–5 измерений с выведением среднего показателя.

Измерение радиационного фона в помещении проводят методом «конверта», т.е. в середине комнаты и по углам на расстоянии 1 м от стены. При контроле уровня облучения персонала измеряется мощность дозы излучения на рабочих местах на высоте 10, 90 и 150 см от уровня пола. В смежных помещениях измерения проводятся на тех же уровнях, вплотную у стен, прилегающих к помещениям с источником ионизирующего излучения, не менее чем в 5 точках по всей длине стены, а также на стыке стен, против дверей, смотровых окон и т.д.

## Ситуационные задачи

### *Задача № 1*

Оператор постоянно работает на расстоянии 1 м от источника излучения в течение 36 часов в неделю. С какой максимальной активностью источника он может работать?

### *Задача № 2*

В лаборатории работают с источником излучения 10 мг-экв. Ra на расстоянии 1 м от него. Определить допустимое время работы за неделю.

### *Задача № 3*

Сестра рентгенологического отделения в течение 6 часов ежедневно готовит препараты радия активностью 3,3 мг-экв. Ra. На каком расстоянии она должна работать?

### *Задача № 4*

Лаборант, производящий фасовку радиоактивного золота Au-198 с энергией излучения 0,4 МэВ, получит без защиты через неделю дозу облучения 10 мЗв. Какой толщины должен быть свинцовый экран, чтобы создать безопасные условия труда для лаборанта?

## Список рекомендуемой литературы

1. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности, НРБ – 99/2009». – М., 2009 г.

2. Гигиена: учебник. 2-е изд., испр. и доп. / под ред. Ю. В. Лизунова, С.М. Кузнецова. – СПб.: Спецлит. 2017. – С. 502–519.

3. *Пивоваров Ю.П.* Руководство к лабораторным занятиям по гигиене и экологии человека. – М., 2001. – С. 244–253.

4. СанПиН 2.6.1.1192-03 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований».

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

*Выберите один правильный ответ*

1. ЧТО ТАКОЕ «ШУМ КАК ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ВРЕДНОСТЬ»

- а) распространение в воздушной среде звуковых волн
- б) механические колебания частиц упругой среды, возникающие под действием воздушной среды
- в) совокупность звуков различной силы и частоты, оказывающих неблагоприятное воздействие на организм работающих, мешающих работе и отдыху
- г) любой нежелательный звук
- д) механическое колебательное движение системы с упругими связями

2. ДЛЯ БОРЬБЫ С ШУМОМ БОЛЕЕ РАЦИОНАЛЬНЫМ ЯВЛЯЕТСЯ ЕГО УМЕНЬШЕНИЕ

- а) в источнике образования
- б) по пути распространения
- в) путем применения средств индивидуальной защиты

3. ВИБРАЦИЯ КАК ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ВРЕДНОСТЬ – ЭТО

- а) механические колебания воздушной среды, воспринимаемые человеком в процессе производственной деятельности

- б) механические колебания воздушной среды, воспринимаемые человеком при контакте с колеблющимся телом, в процессе производственной деятельности
- в) электромагнитные колебания, воспринимаемые человеком в процессе трудовой деятельности

#### 4. ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СЛУХОВОГО АППАРАТА СЛЕДУЕТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ СЛЕДУЮЩИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

- а) хронорефлексометрию, энцефалографию, электромиографию
- б) тональную аудиометрию, камертон, шепотную речь

#### 5. КРИТЕРИИ ТЯЖЕСТИ ТРУДА – ЭТО

- а) физическая динамическая нагрузка, масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную, стереотипные рабочие движения, статическая нагрузка, рабочая поза
- б) сенсорные нагрузки, интеллектуальные нагрузки, монотонность нагрузок, эмоциональные нагрузки, режим работы

#### 6. ПОКАЗАТЕЛЬ ВЫНОСЛИВОСТИ – ЭТО

- а) время, в течение которого может выполняться работа заданного усилия
- б) вес, который может поднять рабочий за отрезок времени
- в) способность организма противостоять стрессовым ситуациям

7. НАИБОЛЕЕ ПРАВИЛЬНО И ПОЛНО ОПРЕДЕЛИТЕ ПОНЯТИЕ «АКТИВНЫЙ ОТДЫХ»

- а) физиологически обоснованное мероприятие по ускоренному восстановлению работоспособности, которая снизилась за счет утомления
- б) средство сохранения работоспособности на постоянном уровне
- в) обеспечение согласованности процессов динамического стереотипа
- г) обеспечение совершенствования трудовых навыков

8. ПРИ РАБОТЕ НА КЛАВИАТУРЕ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТА

- а) региональная    б) глобальная    в) локальная

9. У РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ОТСУТСТВИИ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ МОЖЕТ РАЗВИТЬСЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ПОРАЖЕНИЕ ГЛАЗ

- а) глаукома    б) катаракта    в) электроофтальмия

10. ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ МИКРОКЛИМАТА (ТЕМПЕРАТУРА, ВЛАЖНОСТЬ, СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА) РАБОЧЕЙ ЗОНЫ УСТАНОВЛЕННЫ С УЧЕТОМ СТЕПЕНИ

- а) тяжести работы
- б) напряженности работы
- в) тяжести и напряженности работы

11. ОПРЕДЕЛЯЮЩИМ В РАЗВИТИИ СУДОРОЖНОЙ БОЛЕЗНИ ЯВЛЯЕТСЯ НАРУШЕНИЕ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ

- а) углеводного
- б) белкового
- в) жирового
- г) витаминного
- д) водно-солевого

12. ПРИ РАБОТЕ В УСЛОВИЯХ ОХЛАЖДАЮЩЕГО МИКРОКЛИМАТА У РАБОЧИХ ХОЛОДИЛЬНИКОВ, РЫБОКОМБИНАТОВ МОГУТ РЕГИСТРИРОВАТЬСЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

- а) энцефалопатия
- б) судорожная болезнь
- в) облитерирующий эндартериит

13. ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ (ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ) ЯДЫ – ЭТО

- а) химические вещества, которые в виде сырья, промежуточных или готовых продуктов встречаются в условиях производства и при проникновении в организм вызывают нарушение его нормальной жизнедеятельности
- б) химические вещества преимущественного фиброгенного действия, вызывающие у работающих развитие пневмокониозов

14. ОСТРОЕ ПРОФЗАБОЛЕВАНИЕ (ОТРАВЛЕНИЕ) – ЭТО ЗАБОЛЕВАНИЕ, ВОЗНИКШЕЕ ПОСЛЕ ДЕЙСТВИЯ

- а) однократного (в течение одной рабочей смены)
- б) многократного и длительного (в течение более одной рабочей смены)

15. ПРАВИЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЯ DL50 (CL50)

- а) величина, при воздействии которой погибает более 50% животных в группе
- б) величина, при воздействии которой погибает менее 50 % животных
- в) доза (концентрация), определяемая расчетными статистическими методами с использованием результатов острых опытов, при введении которой вероятно гибель 50 % экспериментальных животных

16. В СООТВЕТСТВИИ С ГОСТом ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ЯДЫ ПО СТЕПЕНИ ТОКСИЧНОСТИ ПОДРАЗДЕЛЯЮТСЯ

- а) на чрезвычайно токсичные, высокотоксичные, умеренно токсичные, малотоксичные
- б) сильнодействующие, высокотоксичные, средней токсичности, малотоксичные

17. К ОТКРЫТЫМ ИСТОЧНИКАМ ИЗЛУЧЕНИЯ ОТНОСИТСЯ

- а) стеклянная ампула с раствором золота-198, находящаяся в свинцовом контейнере в сейфе
- б) кобальт-60, запаянный в стальную бусинку
- в) золото-198 в виде проволоки, введенной в ткань опухоли
- г) порошок стронция-90 в металлическом цилиндре, используемый в качестве источника излучения в телегамма-установке

18. НАИБОЛЬШИЙ ВКЛАД В КОЛЛЕКТИВНУЮ ЛУЧЕВУЮ НАГРУЗКУ НАСЕЛЕНИЯ ВНОСИТ

- а) рентгенодиагностика
- б) радиотерапия
- в) флюорография
- г) рентгенотерапия

19. НАИМЕНЬШИЙ РАДИАЦИОННЫЙ ФОН ОТ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТМЕЧАЕТСЯ В ЗДАНИЯХ, ПОСТРОЕННЫХ

- а) из бетона
- б) шлакоблоков
- в) кирпича
- г) дерева

20. РАЗМЕЩЕНИЕ РЕНТГЕНОВСКОГО КАБИНЕТА ДОПУСКАЕТСЯ

- а) в жилых зданиях и детских учреждениях
- б) в пристройке к жилому зданию с отдельным входом
- в) в стационаре, смежно с палатами для беременных и детей
- г) рядом с бассейнами, душевыми, где возможно протекание воды через перекрытия.

## ЭТАЛОНЫ РЕШЕНИЯ СИТУАЦИОННЫХ ЗАДАЧ К ТЕМАМ 1–5

### Тема 1. Гигиена труда как наука. Факторы производственной среды и трудового процесса

#### Задача № 1

Показатели напряженности трудоового процесса	Класс условий труда			
	оптималь- ный (напря- женность труда лег- кой сте- пени)	допустимый (напряжен- ность труда средней степени)	Вредный (напряженный труд)	
	1	2	3.1	3.2
1. Интеллектуальные нагрузки				
1.1. Содержание работы		Решение простых за- дач по ин- струкции (3–2)		
1.2. Восприятие сигналов и их оценка		Восприятие сигналов с последую- щей коррек- цией дей- ствий и опе- раций		

Показатели напряженности трудового процесса	Класс условий труда			
	оптимальный (напряженность труда легкой степени)	допустимый (напряженность труда средней степени)	Вредный (напряженный труд)	
			3.1	3.2
1	2			
1.3. Распределение функций по степени сложности задания		Обработка, выполнение задания и его проверка		
1.4. Характер выполняемой работы		Работа по установленному графику		
<b>2. Сенсорные нагрузки</b>				
2.1. Деятельность сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	До 25			
2.2. Плотность сигналов за 1 час работы	До 75			
2.3. Число производственных объектов одновременного наблюдения	До 5			
2.4. Размер объекта различия в мм (% времени смены)		5–1,1 мм Более 50 %		
2.5. Работа с оптическими приборами	-			

Показатели напряженности трудового процесса	Класс условий труда			
	оптимальный (напряженность труда легкой степени)	допустимый (напряженность труда средней степени)	Вредный (напряженный труд)	
	1	2	3.1	3.2
2.6. Наблюдение за экранами видеотерминалов	-			
2.7. Нагрузка на слуховой анализатор	Разборчивость слов от 100 % до 90 %. Помехи отсутствуют			
2.8. Нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю)		До 20		
<b>3. Эмоциональные нагрузки</b>				
3.1. Степень ответственности за результаты собственной деятельности			Несет ответственность за функциональное качество основной работы	
3.2. Степень риска для собственной жизни				Вероятна
3.3. Степень ответственности за безопасность других лиц	Исключена			

Показатели напряженности трудового процесса	Класс условий труда			
	оптимальный (напряженность труда легкой степени)	допустимый (напряженность труда средней степени)	Вредный (напряженный труд)	
			3.1	3.2
1	2	3.1	3.2	
3.4. Количество конфликтных ситуаций за смену		1–3		
<b>4. Монотонность нагрузок</b>				
4.1. Число элементов, необходимых для реализации простого задания		9–6		
4.2. Продолжительность (в секундах) выполнения простых заданий	Более 100			
4.3. Время активных действий (в % к продолжительности смены)	20 и более			
4.4. Монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения в % от времени смены)	Менее 75			
<b>5. Режим работы</b>				
5.1. Фактическая продолжительность рабочего дня	6–7 ч			
5.2. Сменность работы	Односменная			

Показатели напряженности трудового процесса	Класс условий труда			
	оптимальный (напряженность труда легкой степени)	допустимый (напряженность труда средней степени)	Вредный (напряженный труд)	
			3.1	3.2
1	2	3.1	3.2	
5.3. Наличие регламентированных перерывов и их продолжительность				Перерывы отсутствуют
Количество показателей КУТ	10	8	1	2

*Вывод:* исходя из полученных данных (10 показателей относятся к оптимальному классу условий труда, 8 показателей – к допустимому) ОКУТ = 2. Допустимый класс условий труда.

*Рекомендации:* работа в перчатках, необходимо сделать регламентированные перерывы.

## Задача № 2

Показатели напряженности трудового процесса	Класс условий труда			
	оптимальный (напряженность труда легкой степени)	допустимый (напряженность труда средней степени)	вредный (напряженный труд)	
	1	2	3.1	3.2
<b>1. Интеллектуальные нагрузки</b>				
1.1. Содержание работы		Решение простых задач по инструкции (3–2)		
1.2. Восприятие сигналов и их оценка		Восприятие сигналов с последующей коррекцией действий и операций		
1.3. Распределение функций по степени сложности задания	Обработка и выполнение задания			
1.4. Характер выполняемой работы		Работа по установленному графику		
<b>2. Сенсорные нагрузки</b>				
2.1. Деятельность сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	До 25			

Показатели напряженности трудового процесса	Класс условий труда			
	оптимальный (напряженность труда легкой степени)	допустимый (напряженность труда средней степени)	вредный (напряженный труд)	
			3.1	3.2
1	2	3.1	3.2	
2.2. Плотность сигналов за 1 час работы	До 75			
2.3. Число производственных объектов одновременного наблюдения	До 5			
2.4. Размер объекта различия в мм (% времени смены)			1–0,3 мм (часовой механизм)	
2.5. Работа с оптическими приборами (% времени смены)				Более 75
2.6. Наблюдение за экранами видеотерминалов	—			
2.7. Нагрузка на слуховой анализатор		Разборчивость слов от 90 % до 70 %. Имеются помехи		
2.8. Нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю)	До 16			

Показатели напряженности трудового процесса	Класс условий труда			
	оптимальный (напряженность труда легкой степени)	допустимый (напряженность труда средней степени)	вредный (напряженный труд)	
	1	2	3.1	3.2
<b>3. Эмоциональные нагрузки</b>				
3.1. Степень ответственности за результат собственной деятельности	Несет ответственность за выполнение отдельных элементов заданий			
3.2. Степень риска для собственной жизни	Исключена			
3.3. Степень ответственности за безопасность других лиц	Исключена			
3.4. Количество конфликтных ситуаций за смену		1–3		
<b>4. Монотонность нагрузок</b>				
4.1. Число элементов, необходимых для реализации простого задания			5–3	
4.2. Продолжительность (в секундах) выполнения простых заданий		100–25		
4.3. Время активных действий (в % к продолжительности смены)	20 и более			

Показатели напряженности трудового процесса	Класс условий труда			
	оптимальный (напряженность труда легкой степени)	допустимый (напряженность труда средней степени)	вредный (напряженный труд)	
			3.1	3.2
1	2			
4.4. Монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения в % от времени смены)	Менее 75			
<b>5. Режим работы</b>				
5.1. Фактическая продолжительность рабочего дня		8–9 ч		
5.2. Сменность работы		Двухсменная работа без ночной смены		
5.3. Наличие регламентированных перерывов и их продолжительность				Перерывы отсутствуют
Количество показателей КУТ	11	8	2	2

*Вывод:* исходя из полученных данных (11 показателей относятся к оптимальному классу условий труда, 8 показателей – к допустимому) ОКУТ = 2. Допустимый класс условий труда.

*Рекомендации:* необходимо сделать регламентированные перерывы, чтобы дать отдых органам зрения.

### Задача № 3

Показатели напряженности рудового процесса	Класс условий труда			
	оптимальный (напряженность труда легкой степени)	допустимый (напряженность труда средней степени)	вредный (напряженный труд)	
			3.1	3.2
1. Интеллектуальные нагрузки				
1.1. Содержание работы			Решение сложных задач с выбором по известным алгоритмам	
1.2. Восприятие сигналов и их оценка			Восприятие сигналов с последующим сопоставлением фактических значений с их номинальными значениями	
1.3. Распределение функций по степени сложности задания			Обработка, проверка и контроль за выполнением задания	
1.4. Характер выполняемой работы			Работа в условиях дефицита времени	

Показатели напряженности рудового процесса	Класс условий труда			
	оптимальный (напряженность труда легкой степени)	допустимый (напряженность труда средней степени)	вредный (напряженный труд)	
	1	2	3.1	3.2
2. Сенсорные нагрузки				
2.1. Деятельность сосредоточенного наблюдения (% времени смены)		26–50		
2.2. Плотность сигналов за 1 час работы	До 75			
2.3. Число производственных объектов одновременного наблюдения				Более 25 (компьютер)
2.4. Размер объекта различия в мм (% времени смены)		5–1,1 мм Более 50 %		
2.5. Работа с оптическими приборами	-			
2.6. Наблюдение за экранами видеотерминалов (часов в смену)			До 4	
2.7. Нагрузка на слуховой анализатор	Разборчивость слов от 100 до 90 %. Помехи отсутствуют			
2.8. Нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю)			До 25	

Показатели напряженности рудового процесса	Класс условий труда			
	оптимальный (напряженность труда легкой степени)	допустимый (напряженность труда средней степени)	вредный (напряженный труд)	
	1	2	3.1	3.2
<b>3. Эмоциональные нагрузки</b>				
3.1. Степень ответственности за результат собственной деятельности			Несет ответственность за функциональное качество основной работы	
3.2. Степень риска для собственной жизни				Вероятна
3.3. Степень ответственности за безопасность других лиц				Вероятна
3.4. Количество конфликтных ситуаций за смену		1–3		
<b>4. Монотонность нагрузок</b>				
4.1. Число элементов, необходимых для реализации простого задания			5–3	
4.2. Продолжительность (в секундах) выполнения простых заданий		100–25		
4.3. Время активных действий (в % к продолжительности смены)	20 и более			

Показатели напряженности рудового процесса	Класс условий труда			
	оптимальный (напряженность труда легкой степени)	допустимый (напряженность труда средней степени)	вредный (напряженный труд)	
	1	2	3.1	3.2
4.4. Монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения в % от времени смены)	Менее 75			
5. Режим работы				
5.1. Фактическая продолжительность рабочего дня	6–7 ч			
5.2. Сменность работы		Двухсменная работа без ночной смены		
5.3. Наличие регламентированных перерывов и их продолжительность		Перерывы недостаточной продолжительности – 5,5% рабочего времени (20 мин)		
Количество показателей КУТ	5	6	8	3

*Вывод:* исходя из полученных данных (8 показателей относятся к классу 3.1, 3 показателя к классу – 3.2) ОКУТ = 3.2. Вредный класс условий труда.

*Рекомендации:* соблюдение режима труда и отдыха, организация работы администраторов по разделению потока больных.

## **Тема 2. Гигиеническая оценка физических факторов производственной среды**

### *Задача № 1*

1. Уровень шума на рабочем месте превышает нормативы в 80 дБ на 5 дБ (СанПиН 1.2.3685-21). Согласно Р 2.2006-05, класс условий труда 3.1.

2. Связь между ухудшением слышимости шепотной речи и профессией имеется, так как шум постоянный. Для обоснования этого следует провести тональную аудиометрию и пробу с камертоном.

3. Мероприятия: режим труда и отдыха, уход за машинами.

### *Задача № 2*

Уровень шума в кабине тракториста превышает ПДУ (80 дБ) на 7 дБ. Согласно Р 2.2.2006-05, класс условий труда 3.2. Вибрация общая 1-й категории, тракторист выполняет работу сидя (вибрация распространяется по оси Z), норматив (согласно СанПиН 1.2.3685-21) равен 115 дБ, превышение на 8 дБ. Документ, регламентирующий проведение периодических и предварительных медицинских осмотров – приказ №29 от 28.01.2021 г.

### *Задача № 3*

Вибрация общая 1-й категории, направление оси при измерении данного вида вибрации Z. Норматив (ПДУ) вибрации согласно СанПиН 1.2.3685-21 составляет 115дБ, превышение на 14 дБ. Согласно Р 2.2.2006-05, класс условий труда 3.3. Общая вибрация действует на детородные функции женского организма. Мероприятия по снижению вибрации: замена машин, подрессоривание сидений, профилактическая работа при приеме на работу.

### Тема 3. Гигиеническая оценка влияния микроклимата производственной среды на организм человека

#### Задача № 1

Вес деталей до 10 кг, исходя из этого категория работ по тяжести составляет IIб (табл. 5.1 СанПиН 1.2.3685-21). Пользуясь таблицей относительной влажности в зависимости от показаний влажного и сухого термометра, определяем относительную влажность – 83 %, температура в помещении 20 °С. Вычисляем скорость движения воздуха:

1. Вычисляем величину  $H = F/t = 487/44 = 11$ .

2. Вычисляем величину  $Q = t_{\text{тела}} - t_{\text{в помещении}} = 36,5 \text{ °C} - 20 \text{ °C} = 16,5$ .

3. Соотношение  $H/Q = 11/16,5 = 0,66$ .

По таблице «Скорость движения воздуха в зависимости от отношения  $H/Q$ »  $0,66 = 1,22 \text{ м/с}$ .

Сравниваем полученные показатели с нормативными данными табл. 5.2 СанПиН 1.2.3685-21.

Показатель	Норматив для IIб	Фактическое значение	КУТ
Температура, °С	15–22	20	2
Влажность, %	15–75	83	3.1
Скорость движения воздуха, м/с	0,2–0,4	1,22	3.1
ОКУТ – 3.1			

Пути отдачи: конвекцией (в большей степени), излучением.

## Задача № 2

Работница поднимает ведро весом 10 л, исходя из этого категория работ по тяжести составляет III (табл. 5.1 СанПиН 1.2.3685-21). Пользуясь таблицей относительной влажности в зависимости от показаний влажного и сухого термометра, определяем относительную влажность – 89 %, температура в помещении 12 °С. Вычисляем скорость движения воздуха:

1. Вычисляем величину  $N = F/t = 610/71 = 8,59$ .

2. Вычисляем величину  $Q = t_{\text{тела}} - t_{\text{в помещении}} = 36,5 \text{ °C} - 12 \text{ °C} = 24,5$ .

3. Соотношение  $N/Q = 8,59/24,5 = 0,35$ .

По таблице «Скорость движения воздуха в зависимости от отношения  $N/Q$ »  $0,35 = 0,08 \text{ м/с}$ .

Сравниваем полученные показатели с нормативными данными табл. 5.2 СанПиН 1.2.3685-21.

Показатель	Норматив для III	Фактическое значение	КУТ
Температура, 0С	13–21	12	3.1
Влажность, %	15–75	89	3.1
Скорость движения воздуха, м/с	0,2–0,4	0,08	3.1
ОКУТ – 3.1			

Пути отдачи: излучением (радиационное).

Оздоровительные мероприятия:

- организационные (создать допустимый микроклимат);
- технологические (механизировать процесс);
- санитарно-технические (вентиляция помещений);
- медико-профилактические (санитарно-просветительская работа, повышение уровня здоровья).

### Задача № 3

Приборы, необходимые для измерения параметров микроклимата: термометры, измерители температуры и влажности воздуха.

Категория работ по тяжести, согласно табл. 5.1 СанПиН 1.2.3685-21, – IIа.

Пользуясь табл. 5.2 СанПиН 1.2.3685-21, сравниваем норматив с данными задачи.

Показатель	Норматив для IIа	Фактическое значение	КУТ
Температура, 0С	18–27	25,8	2
Влажность, %	15–75	58	2
Скорость движения воздуха, м/с	0,1–0,4	0,1–0,3	2
ОКУТ – 2			

Теплоотдача может осуществляться за счет излучения и испарения (конвекция маловероятна).

## Тема 4. Оценка токсичности промышленных ядов

### Задача № 1

Бромтрифторметан – газ с молекулярным весом 148,9, следовательно данная молекула не будет проникать через гематоэнцефалический и плацентарный барьеры (больше 100). Плотность 2,27 г/см<sup>3</sup> означает, что данное соединение в 2 раза тяжелее воздуха и поэтому будет находиться внизу

рабочего помещения. Концентрация насыщения 333,6 мг/л при 20 °С – газ быстро наполняет рабочую зону. Коэффициент масло/вода – 1,2 (невысокий) – вещество не проникает через кожу.  $Cl_{50}$  для белых мышей – 350 г/м<sup>3</sup> (следует перевести в мг/м<sup>3</sup>) – 350 000 мг/м<sup>3</sup>, согласно табл. 1 приложения, соответствует 4-му классу опасности, то есть соединение малоопасное. Рассчитаем КВИО (показатель опасности) – см. табл. 2 приложения  $KВИО = C^{20} / Cl_{50}$ . Переводим концентрацию насыщения ( $C^{20}$ ) в мг/м<sup>3</sup>:

$$333,6 \text{ мг/л} = 333\,600 \text{ мг/м}^3.$$

$$KВИО = 333\,600 / 350\,000 = 0,95.$$

Согласно табл. 1 приложения 1, вещество по КВИО относится к 4-му классу опасности.

*Вывод:* Бромтрифторметан – вещество 4-го класса опасности, малоопасное. Профилактикой для данного вещества будет являться вентиляция рабочих помещений.

### *Задача № 2*

Четыреххлористый углерод ( $CCl_4$ ) имеет молекулярный вес 153,8, следовательно данная молекула не будет проникать через гематоэнцефалический и плацентарный барьеры (больше 100). Плотность 1,59 г/см<sup>3</sup> – в 1,5 раза тяжелее воздуха, будет находиться в рабочей зоне на уровне живота человека. Температура кипения 76,5 °С – низкотемпературное соединение. Коэффициент растворимости вода/воздух низкий (8,6), свидетельствует о том, что данное вещество быстро насыщает кровь, возможно острое отравление. Концентрация насыщения небольшая (50 мг/л) – медленно насыщает рабочую зону. Коэффициент распределения масло/вода – 1 000, то есть через кожу может проникать свободно.

$Cl_{50} - 56 \text{ мг/л} = 56\,000 \text{ мг/м}^3$  – 4-й класс опасности (табл. 1 приложения 1).

По табл. 2 приложения 1 КВИО =  $C^{20}/Cl_{50}$ .

КВИО =  $50/56 = 0,89$  – 4-й класс опасности.

$Z_{ac} = Cl_{50}/Lim_{ac} = 56/1,9 = 29,5$  – 3-й класс опасности.

$Lim_{ch} - 0,041 \text{ г/л} = 41 \text{ мг/л}$ ,  $Z_{ch} = Lim_{ac}/Lim_{ch} = 1,9/41 = 0,046$  – 4-й класс опасности.

*Вывод:* четыреххлористый углерод – вещество 3-го класса опасности.

*Меры профилактики:* изоляция всех кожных покровов.

### Задача № 3

Хлорэтан ( $CH_3CH_2Cl$ ) имеет молекулярный вес 64,52, следовательно, данная молекула свободно проникает через все барьеры в организме. Плотность 0,926 схожа с удельным весом воздуха, будет находиться в зоне дыхания. Температура кипения  $13,1 \text{ }^\circ\text{C}$  – низкокипящее соединение. Концентрация насыщения 3 512 мг/л – заполняет все помещение мгновенно. Коэффициент вода/воздух – 1,28 – быстро насыщает кровь. Коэффициент масло/вода 1,74, то есть не проникает через кожу.

$Cl_{50} - 160 \text{ мг/л} = 160\,000 \text{ мг/м}^3$  – 4-й класс опасности (табл. 1 приложения 1).

По табл. 2 приложения 1 КВИО =  $C^{20}/Cl_{50}$ .

КВИО =  $3\,512/160 = 21,95$  – 3-й класс опасности.

*Вывод:* хлорэтан – вещество 3-го класса опасности.

*Меры предупреждения:* защита органов дыхания.

**Тема 5. Радиационная безопасность  
при работе с радиоактивными веществами  
и источниками ионизирующего излучения**

*Задача № 1*

Для определения максимальной активности источника используем формулу

$$m = \frac{120 \cdot r^2}{t}, \text{ где}$$

120 – постоянный коэффициент;

$m$  –  $\gamma$ -активность источника облучения, мг-экв. Ра;

$t$  – время облучения в часах за рабочую неделю;

$r$  – расстояние от источника.

Подставляем имеющиеся значения в формулу

$$m = \frac{120 \cdot 1}{36} = 3,3 \text{ мг – экв. Ра.}$$

Таким образом, оператор может работать без экрана в течение данного отрезка времени на данном расстоянии с предельно-допустимой активностью источника.

*Задача № 2*

Для определения допустимого времени работы за неделю используем формулу

$$t = \frac{120 \cdot r^2}{m}, \text{ где}$$

120 – постоянный коэффициент;

$m$  –  $\gamma$ -активность источника облучения, мг-экв. Ра;

$t$  – время облучения в часах за рабочую неделю;

$r$  – расстояние от источника.

Подставляем имеющиеся значения в формулу

$$t = \frac{120 \cdot 1}{10} = 12 \text{ ч в неделю.}$$

Таким образом, определенное время работы позволяет создать безопасные условия (при постоянной работе без превышения ПДД).

### *Задача № 3*

Для определения необходимого расстояния используем формулу

$$r = \frac{m \cdot t}{120}, \text{ где}$$

120 – постоянный коэффициент;

$m$  –  $\gamma$ -активность источника облучения, мг-экв. Ра;

$t$  – время облучения в часах за рабочую неделю;

$r$  – расстояние от источника.

Подставляем имеющиеся значения в формулу

$$r = \frac{3,3 \cdot 36 \text{ (неделя)}}{120} = 1 \text{ м.}$$

Таким образом, вычисленное расстояние до источника излучения медицинской сестры позволяет работать безопасно при данном источнике излучения и времени.

### *Задача № 4*

Определяем коэффициент ослабления (кратность ослабления) по формуле

$$K = \frac{P}{P_0}, \text{ где}$$

$K$  – кратность ослабления;

$P$  – полученная доза;

$P_0$  – допустимая доза 1 мЗв.

Подставляем имеющиеся значения в формулу

$$K = \frac{10 \text{ мЗв}}{1 \text{ мЗв}} = 10 \text{ раз.}$$

Далее по табл. 1 из приложения 2 находим пересечение линии, соответствующей кратности ослабления 10 и энергии облучения 0,4 МэВ. Необходимая толщина свинцового экрана должна быть 13 мм.

Таким образом, рассчитанная по таблицам, учитывающим кратность ослабления и энергию излучения, толщина экрана из свинца ослабит мощность  $\gamma$ -излучения до предельно допустимых уровней.

**ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ  
К ТЕСТОВЫМ ЗАДАНИЯМ**

1. в	6. а	11. д	16. а
2. а	7. а	12. в	17. г
3. б	8. в	13. а	18. в
4. б	9. б	14. а	19. г
5. а	10. а	15. в	20. б

## **ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ РЕФЕРАТОВ**

1. Утомление. Теории утомления.
2. Причины стабильности показателей профессиональных болезней опорно-двигательного аппарата.
3. Тепловой стресс.
4. Холодовой стресс.
5. Вахтовый метод труда: плюсы и минусы.
6. Сенсорная тугоухость.
7. Вибрационная болезнь.
8. Альтернативные методы исследования в токсикологии.
9. Охрана репродуктивного здоровья в Пермском крае.
10. Применение «исцеляющих лучей».

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### ПРИЛОЖЕНИЕ 1

#### **Класс опасности вредных веществ в зависимости от величины применяемых для характеристики критериев**

Критерий опасности	Класс опасности			
	1	2	3	4
ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup>	Менее 0,1	0,1 – 1,0	1,1 – 10,0	Более 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	Менее 15	15 – 150	151 – 5 000	Более 5 000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	Менее 100	100 – 500	501 – 2 500	Более 2 500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м <sup>3</sup>	Менее 500	500 – 5 000	5 001 – 50 000	Более 50 000
КВНО	Более 300	300 – 30	29 – 3	Менее 3
Зона острого действия	Менее 6	6,0 – 18,0	18,1 – 54,0	Более 54
Зона хронического действия	Более 10,0	10,0 – 5,0	4,9 – 2,5	Менее 2,5

## Основные параметры токсикометрии

1. Средние смертельные дозы или концентрации:  $D_{150}$ ,  $C_{150}$ .
2. Абсолютно смертельные дозы или концентрации:  $D_{100}$ ,  $C_{100}$ .
3. Порог острого действия:  $Lim\ ac$ .
4. Коэффициент возможности ингаляционного отравления:

$$КВИО = C^{20}/C_{150},$$

где  $C$  – концентрация вещества при 20 °С.

5. Зона острого действия:  $Z_{ac}$ ,

$$Z_{ac} = C_{150}/Lim\ ac.$$

6. Коэффициент кумуляции:  $K_k$ .
7. Порог хронического действия  $Lim\ ch$ .
8. Зона хронического действия:  $Z_{ch}$ ,

$$Z_{ch} = Lim\ ac/Lim\ ch.$$

9. Безопасные уровни воздействия: ПДК, ОБУВ.
10. Коэффициент запаса:  $J_s$ ,

$$J_s = Lim\ ch/ПДК.$$

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Толщина защиты из свинца (в мм) в зависимости от кратности ослабления и энергии гамма-излучения (широкий пучок, $\rho = 11,3 \text{ г/см}^3$ )

Кратность ослабле- ния	Энергия гамма-излучения, МэВ									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
1,5	0,5	1	1,5	2	2	3	4	6	7	8
2	1,0	2	3	4	5	7	8	10	11,5	13
5	2	4	6	9	11	15	19	22	25	28
8	2	5	8	11	15	19,5	23,5	28	32	35
10	3	5,5	9	13	16	21	26	30,5	35	38
20	3	6	11	15	20	26	32,5	38,5	44	49
30	3,5	7	11,5	17	23	30	36,5	43	49,5	55
40	4	8	13	18	24	31	38	45	52	58
50	4	8,5	14	19,5	26	31,5	39,5	46	53	60
60	4,5	9	14,5	20,5	27	32,5	42	49,5	56	63
80	4,5	10	15,5	21,5	28	37	45	53	60	67
100	5	10	16	23	30	38,5	47	55	63	70
200	6	12,5	19	26	34	44	53	63	72	80
500	6,5	14	22	31	40	51	61	72	82	92
1×10 <sup>3</sup>	7	15	24	3и3	44	57	69,5	81	92	102
2×10 <sup>3</sup>	8,5	17	27	38	50	63	76	88	100	111
5×10 <sup>3</sup>	9	19	30	42	55	70	85	99	112	124
8×10 <sup>3</sup>	10	20	31,5	44	57	73,5	90	104	118	130
1×10 <sup>4</sup>	10,5	21	33	45,5	59	75	91	106	120	133
2×10 <sup>4</sup>	11	22	35	48,5	63	80	97	113	128	142
5×10 <sup>4</sup>	11,5	23,5	37	52	69	87	105	123	140	156
1×10 <sup>5</sup>	11,5	24	38	54	72	92	111	130	148	165

Окончание таблицы

Кратность ослабле- ния	Энергия гамма-излучения, МэВ									
	1,25	1,5	1,75	2	2,2	3	4	6	8	10
1,5	9,5	11	12	12	12	13	12	10	9	9
2	15	17	18,5	20	20	21	20	16	15	13,5
5	34	38	41	43	44	46	45	38	33	30
8	42	48	52,5	55	57	59	58	50	43	38
10	45	51	56	59	61	65	64	55	49	42
20	58	66	72	76	78	83	82	71	63	56
30	65	73	80	85	88	93	92	80	2	68
40	68,5	78	86	91	91	100	99	87	78	68
60	72	82	90	96	100	106	105	92	83	73
60	75	85	95	101	104	110	109	97	87	77
80	80	92	101	107	111	117	116	104	94	82
100	84,5	96,5	106	113	117	122	121	109	99	87
200	96,5	111	122	129	134	140	138	126	114	102
500	113	129	142	150	154	163	161	149	133	119
1×10 <sup>3</sup>	123	141	155	165	170	180	178	165	151	133
2×10 <sup>3</sup>	135	154	168	179	185	197	195	181	166	148
5×10 <sup>3</sup>	149	170	186	198	205	219	217	203	185	166
8×10 <sup>3</sup>	158	180	196	208	215	230	229	215	196	175
1×10 <sup>4</sup>	161	183	201	213	221	235	234	220	201	180
2×10 <sup>4</sup>	172	195	214	227	235	251	250	236	217	195
5×10 <sup>4</sup>	188	214	233	247	255	273	272	258	237	215
1×10 <sup>5</sup>	201	227	247	262	270	289	289	275	253	229

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гигиена: учебник. – 2-е изд., испр. и доп. / под ред. Ю.В. Лизунова, С.М. Кузнецова. – СПб.: Спецлит, 2017. – С. 502–519.

2. Измеров Н.Ф., Каспаров А.А. Медицина труда: введение в специальность: учеб. пособие для слушателей системы последиplomного профессионального образования врачей. – М., 2002. – 390 с.

3. Пивоваров Ю.П. Руководство к лабораторным занятиям по гигиене и экологии человека. – М., 2001. – С. 244–253.

4. Артамонова В.Г., Мухин Н.А. Профессиональные болезни: учеб. для студентов мед. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 2004. – 479 с.

5. Российская энциклопедия по медицине труда / гл. ред. Н.Ф. Измеров. – М.: Медицина, 2005. – 656 с.

6. Руководство к практическим занятиям по гигиене труда: учеб. пособие / под ред. В.Ф. Кириллова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 416 с.

7. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Руководство Р 2.2.2006-05. – 200 с.

8. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

9. СанПиН 2.6.1.1192-03 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований».

10. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности, НРБ – 99/2009». М., 2009.

Учебное издание

# ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ГИГИЕНЫ ТРУДА

Учебное пособие

Авторы-составители:

*Киреенко Л.Д., Киланова М.В., Кириченко Л.В.,  
Рязанова Е.А., Хохрякова В.П., Селиванова С.А.,  
Мошенцова Л.П., Лир Д.Н., Лебедева А.Г.*

Редактор *Н.А. Щепина*  
Корректор *А.А. Ефимова*

---

Подписано в печать 14.11.2023 г. Формат 60×90/16.

Усл. печ. л. 8,8. Тираж 50 экз. Заказ № 15.

---

Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО  
ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России  
614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 27

Отпечатано в типографии ИП Серегина О.Н.  
Адрес: 614107, г. Пермь, ул. Металлистов, д. 21, кв. 174