**Л.В.Максименко, Н.А.Дрожжина,
Е.А.Пивень**

Руководство к лабораторным занятиям по гигиене труда

Книга 3

Под редакцией профессора Д.И.Кичи

**Для студентов специальности
«Лечебное дело»**

**Москва
Российский университет дружбы народов
2010**

ББК

Утверждено
РИС Ученого совета
Российского университета
дружбы народов

Рецензенты

Заведующий кафедрой общей гигиены с курсом экологии ГОУ ВПО Рязанского Государственного Медицинского университета им. Акад. И.П.Павлова Росздрава д.м.н. проф. А.А.Ляпкало

Заведующий Окружным Консультативно-диагностическим Центром Северо-Западного административного округа г.Москвы д.м.н. проф. А.В.Бреусов

Максименко Л.В., Дрожжина Н.А., Пивень Е.А.
Руководство к лабораторным занятиям по гигиене труда: Учеб. пособие для студентов специальности «Лечебное дело». Книга 3 / Под ред. проф. Д.И.Кичи. – М.: РУДН, 2010. – с 149

ISBN

В учебном пособии изложены методы санитарно-гигиенических исследований и гигиенической оценки работоспособности, состояния рабочей среды по природе воздействующих факторов (физических, химических). По каждому фактору вредного воздействия на организм работающих представлены меры профилактики. Каждой лабораторной работе предшествует изложение необходимо теоретического материала, составленного на основе действующего в РФ санитарного законодательства и в соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения и Международной организации труда.

В пособии учтена специфика преподавания дисциплины для иностранных студентов, обучающихся в российских высших учебных заведениях медицинского профиля, и интересы врачей практического здравоохранения. Приведен список нормативных документов РФ. Отражены некоторые аспекты международной деятельности в области медицины труда. В пособии представлены 36 таблиц, 6 рисунков и 4 приложения.

Подготовлено в соответствии с учебной программой по общей гигиене, утвержденной Министерством образования и науки РФ, и предназначено для обучающихся высших учебных заведений по специальности «Лечебное дело».

©Российский университет дружбы народов, Издательство, 2010
©Максименко Л.В., Дрожжина Н.А., Пивень Е.А., 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие		4
Раздел 1	Физиологические основы трудового процесса	14
Тема 1	Физиологические основы трудового процесса. Исследование роли активного отдыха в снижении утомления	14
Раздел 2	Гигиеническая оценка факторов производственной среды	34
Тема 1	Гигиеническая оценка физических факторов производственной среды, принципы их гигиенического нормирования. Профилактика профессиональных заболеваний, вызванных факторами физической природы	34
Тема 2	Гигиена труда при использовании источников ионизирующих излучений в медицине	58
Тема 3	Гигиеническая оценка химических факторов производственной среды	82
Раздел 3	Система профилактических мероприятий и охраны труда работающих	107
Тема 1	Система профилактических мероприятий и охраны труда работающих. Гигиенические основы промышленной вентиляции. Виды производственной вентиляции	107
Приложение 1	Перечень профессиональных заболеваний РФ	131
Приложение 2	Об утверждении Положения о расследовании и учете профессиональных заболеваний	134
Приложение 3	Международный информационный листок опасностей по профессии	138
Приложение 4	Классы условий труда по показателям напряженности трудового процесса	142
Список нормативных документов		147

Предисловие

Гигиена труда - раздел гигиены, изучающий влияние трудовых процессов и окружающей производственной среды на организм человека и разрабатывающий гигиенические нормативы и мероприятия для обеспечения благоприятных условий труда и предупреждения профессиональных болезней.

Основные научные направления: физиология трудовых процессов, их влияние на организм и разработка мероприятий для предупреждения утомления и повышения производительности труда; промышленная токсикология (установление предельно допустимых концентраций токсичных веществ в воздухе рабочей зоны и разработка мероприятий для предупреждения профессиональных отравлений); изучение воздействия различных видов производственной пыли, установление предельно допустимых концентраций пыли в производственных помещениях и разработка способов предупреждения профессиональных пылевых заболеваний – пневмокониозов; изучение воздействия на организм физических факторов производственной среды (микроклиматических условий, шума и вибрации, ультра- и инфразвука, электромагнитного радиочастотного и ионизирующего излучения и др.) и установление предельно допустимых уровней и доз их воздействия; разработка профилактических мероприятий для предупреждения профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний. Относительно новым направлением в гигиене труда явилось изучение биологических факторов на здоровье работающих и разработка профилактических мероприятий, что особенно актуально для труда медицинских работников, сотрудников лабораторий и микробиологических производств.

В своих исследованиях гигиена труда использует физические, химические и биологические методы для изучения действующих факторов производственной среды, физиологические, патофизиологические, морфологические и биохимические методы – при изучении механизма действия производственных факторов на организм, клинические и статистические – при изучении состояния здоровья и заболеваемости работающих.

Исследования в области гигиены труда проводятся как в лабораториях (с целью гигиенического нормирования факторов среды в эксперименте на лабораторных животных), так и на производстве (изучение показателей разных видов заболеваемости смертности работающих).

Профессиональное заболевание (ПЗ) – заболевание, развившееся в результате воздействия факторов риска, обусловленных трудовой деятельностью (МОТ, 1996). ПЗ - хроническое или острое заболевание, являющееся результатом воздействия на организм вредного (вредных) производственного (производственных) фактора (факторов) и повлекшее временную или стойкую утрату профессиональной трудоспособности (№ 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний», 1998). Кроме того, выделяют профессионально обусловленные болезни, на которые страхование не распространяется.

Единой унифицированной классификации ПЗ до настоящего времени нет, хотя в 1990 г.утвержден Европейский перечень ПЗ. Каждая страна - член Международной организации труда (МОТ) устанавливает свой перечень ПЗ и определяет меры их профилактики и социальной защиты пострадавших.

Список ПЗ в РФ[1] основан на этиологическом принципе и включает 150 заболеваний (Приложение 1). Право устанавливать диагноз хронического ПЗ (или интоксикации) вменено только специализированным ЛПУ и их подразделениям (центрам профпатологии, клиникам и отделам профзаболеваний), имеющим соответствующую лицензию и сертификат (Приложение 2).

При установлении диагноза ПЗ учитываются сведения о профессиональном маршруте за весь период трудовой деятельности; данные санитарно-гигиенической характеристики условий труда работника с указанием конкретных параметров всех вредных производственных факторов и их экспозиции; данные предварительного (при приеме на работу) и периодических медицинских осмотров; сведения об обращаемости работника в учреждения здравоохранения за медицинской помощью и о его болезнях, в том числе с временной утратой трудоспособности; результаты комплексного клинико-функционального обследования, свидетельствующие о наличии изменений, характерных для данного ПЗ.

По данным МОТ ежегодно в мире умирает 2 млн. 200 тыс. человек от несчастных случаев, травматизма на рабочих местах и профессиональных заболеваний.

По оценкам экспертов выявляемость ПЗ в РФ крайне низка относительно развитых стран, где уровни профессионального риска, как правило, ниже, а системы управления безопасностью и гигиеной

---

[1] Приказ Минздравмедпрома РФ № 90 от 14.03.1996

труда эффективнее. Так, уровень вновь выявляемых случаев ПЗ в Австрии, ФРГ, Финляндии и США в 90-е годы составлял 30-60, в Латвии – около 20, а в РФ – около 2 случаев на 10 тыс. рабочих (рис. 1).

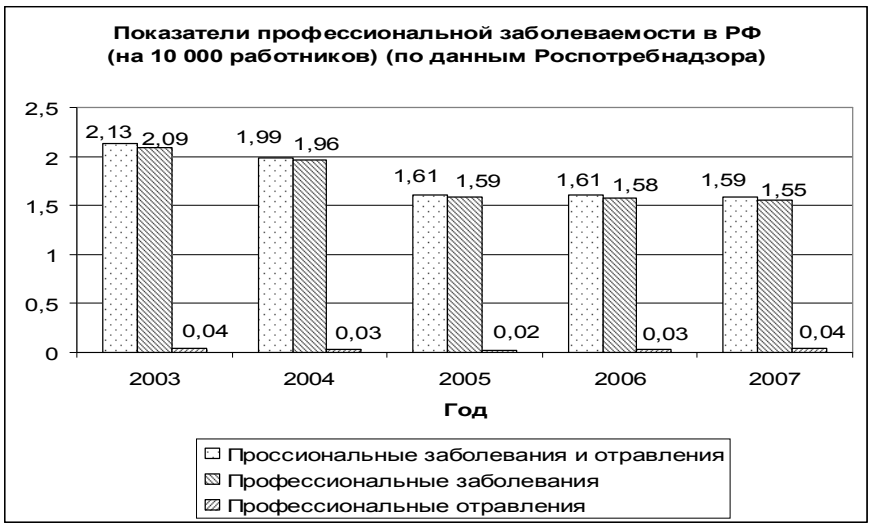


Рис. 1. Показатели профессиональной заболеваемости в РФ (2003-2007)

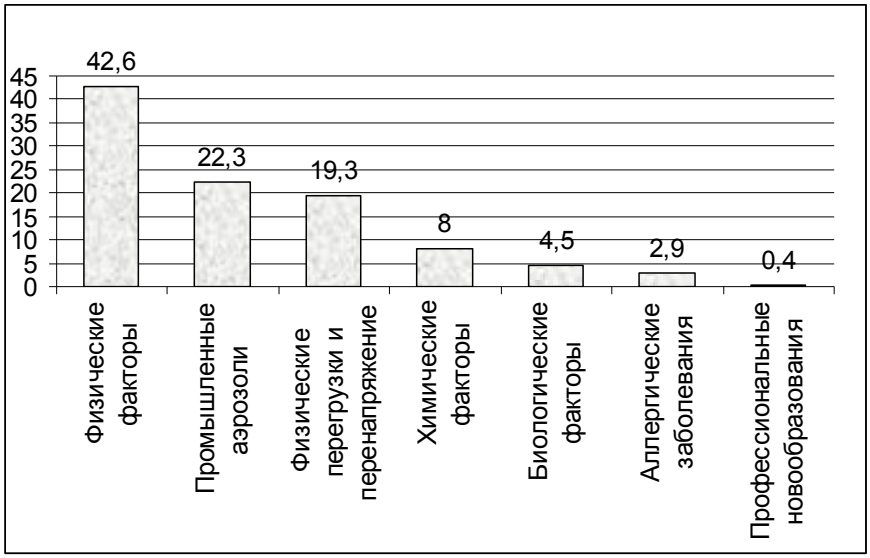


Рис. 2. Удельный вес профессиональных заболеваний и отравлений, вызванных факторами производственной среды в РФ (2007 г.)

В среднем по РФ за последние годы при проведении периодических медицинских осмотров выявляется лишь от 56% до 64% профзаболеваний от всех выявленных случаев. «Недовыявляемость» профпатологии наносит серьезный ущерб здоровью работающих граждан и безопасности России в целом, поскольку ведет к хронизации профессиональной патологии, что снижает вероятность ее излечения, утяжеляет состояние и не позволяет своевременно провести мероприятия по улучшению условий труда.

В структуре профессиональных заболеваний в РФ в 2007 г. 98,66% составили хронические и 1,34% - острые профессиональные заболевания и отравления (в 2006 г. 98,41% и 1,59%).

В структуре нозологических форм профессиональных заболеваний и отравлений преобладают заболевания, вызванные *физическими факторами, промышленными аэрозолями, физическими перегрузками и перенапряжением отдельных систем и органов* (рис. 2).

Среди профессиональных отравлений в 2007 г. преобладали отравления ртутью, марганцем в сварочном аэрозоле, хлором, углерода оксидом, сероводородом, сероуглеродом. Всего зарегистрировано 9 случаев профзаболеваний и отравлений со смертельным исходом; 10,1% с постановкой двух и более диагнозов профзаболеваний; признаны инвалидами 20,5% от лиц с профзаболеваниями (0,3% - I группа, 16,6% - II группа, 83,1% - III группа); 50,6% случаев профзаболеваний закончились утратой трудоспособности.

Наибольшая профессиональная заболеваемость (на 10000 работников) распределилась (2007 г.) по видам экономической деятельности следующим образом:

- добыча полезных ископаемых – 24,26 (2005 г. – 24,10), +0,7%
- обрабатывающие производства – 3,28 (2005 г. – 2,60), +26,2%
- сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство – 3,16 (2005 г. – 0,98), +222,5%
- рыболовство и рыбоводство – 1,83 (2005 г. – 0,07), +2514,3%
- транспорт и связь – 1,67 (2005 г. – 1,10), +51,8%
- производство и распределение электроэнергии, газа и воды – 0,93 (2005 г. – 1,10), -15,5%
- строительство – 0,91 (2005 г. – 0,30), +203,3%
- здравоохранение и предоставление социальных услуг – 0,75 (2005 г. – 0,90), -16,7% и т.д.

Как видно, среди видов экономической деятельности с наибольшей профзаболеваемость ее снижение за 2 года произошло толь-

ко в производстве и распределении электроэнергии, газа и воды и в здравоохранении и предоставлении социальных услуг.

Таблица 1

Причины профессиональных заболеваний и отравлений (РФ, 2007 г.)

Причины	Удельный вес, %
1. Хронические профзаболевания	
Несовершенство технологических процессов	45,7
Конструктивные недостатки средств труда	34,9
Несовершенство рабочих мест	4,0
Профессиональный контакт с инфекционным агентом	3,2
Несовершенство санитарно-технических установок	3,0
Неприменение СИЗ	1,9
Несовершенство СИЗ	1,7
Нарушение правил техники безопасности	0,1
2. Острые профзаболевания (отравления)	
Нарушение правил техники безопасности	29,4
Неприменение СИЗ	16,7
Неисправность машин	8,8
Аварии	7,8
Отступления от технологического регламента	6,9
Несовершенство технологических процессов	5,9
Отсутствие СИЗ	3,9
Несовершенство рабочих мест	3,9
Несовершенство санитарно-технических установок	2,9
Отсутствие санитарно-технических установок	2,9
Профессиональный контакт с инфекционным агентом	2,0

Анализ причин профессиональных заболеваний и отравлений по РФ позволяет разрабатывать профилактические мероприятия в плане совершенствования или замены технологии процессов, технических, санитарно-технических систем, организации рабочих мест и средств индивидуальной защиты, укрепления трудовой и исполнительской дисциплины, в том числе в плане организации гигиенического (производственного) контроля и охраны труда (табл. 1). Так, удельный вес рабочих мест, не отвечающих нормативам по отдельным физическим факторам, составил следующие величины: шум (24,8%), освещенность (17,9%), электромагнитные поля (14,6%), вибрация (13,8%), микроклимат (9,3%). Доля проб воздуха рабочей зоны, в которых превышена предельно-допустимая концентрация (ПДК) по парам и газам – 3,1%, в том числе 1 и 2 класса опасности – 4,2%, пыли и аэрозолям – 9,5%, в том числе 1 и 2 класса опасности – 7,3%.

В РФ промышленные предприятия классифицированы на по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия работающих:

- 1 группа – удовлетворительные (2007 г. - 22,67%, 2003 г. – 22,8%),
- 2 группа – неудовлетворительные (2007 г. - 60,82%, 2003 г. – 52,2%),
- 3 группа – крайне неудовлетворительные (2007 г. - 16,51%, 2003 г. – 24,9%).

Смертность от профессиональных заболеваний и отравлений в РФ не регистрируется. В целом уровень смертности населения трудоспособного возраста превышает соответствующий уровень по Евросоюзу в 4,5 раза. Уровень смертности от всех несчастных случаев, отравлений и травм, в т.ч. производственно обусловленных, превышает не только соответствующий уровень в развитых (в 2,5 раза), но и в развивающихся странах (в 1,5 раза). При этом 20 - 40% трудопотерь обусловлено заболеваниями, прямо или косвенно связанными с неудовлетворительными условиями труда.

Обозначенной в последнее десятилетие проблемой гигиены труда является ***рост риска онкологических заболеваний*** (всего идентифицировано около 350 химических канцерогенов, с которыми сталкиваются работающие в производственных условиях). В странах Евросоюза около 16 млн. человек (это >10% работающих) подвержены влиянию вредных производственных факторов, в том числе, канцерогенных веществ. В РФ численность работающих в неблагоприятных условиях труда значительно выше (30% работающих). При этом случаев выявленных профессиональных онкологических заболеваний – единицы. Так, за 10 лет (1991 - 2000 гг.) в России зарегистрировано 335 случаев профессиональных онкологических заболеваний. В США ежегодно выявляются около 20 тыс. случаев онкологических профессиональных заболеваний.

Второй проблемой гигиены труда является ***труд женщин***. Доля женщин, работающих в условиях, не отвечающих гигиеническим нормативам, составляет от 6,2% (строительство) до 20,4% (добыча полезных ископаемых) от общего числа работающих женщин (2007 г.). Часть женщин допускается к работе, классифицированной как тяжелый физический труд (от 2% на транспорте до 4,8% при добыче полезных ископаемых), к работе с химическими веществами 1-го и 2-го класса опасности, канцерогенами и аллергенами, в условиях высокого уровня шума и вибрации и пр. Около 20% случаев профзаболеваний (отравлений) приходится на женщин.

Мировой проблемой является ***детский труд*** (часто незаконный). По данным МОТ в развивающихся странах 250 миллионов работающих детей 5-14 лет, 120 миллионов из них трудятся полный рабочий день. Наибольшее число работающих детей в Азии, Африке и Латинской Америке. В странах Восточной Европе их число значительно возросло за последние годы. В РФ официально работает более 1,3 млн. детей, по официальным данным Росстата в 2006 году работало 219, 9 тысяч подростков 15-17 лет, по некоторой неофициальной статистике - 3,5 миллиона детей 14-18 лет работают, включая занятия проституцией, съемки в порнофильмах, работу на семейных предприятиях и сельскохозяйственных полях. Здесь не учтены дети и младенцы, используемые в попрошайничестве и пр. Некоторые формы детского труда разрешены законодательством при условии, если труд ребенка не представляет опасности для жизни, не мешает его образованию, не причиняет вред здоровью и физическому, психическому, духовному и моральному развитию. Каждый ребенок имеет право на защиту от экономической эксплуатации. В 2002 г. принята международная Конвенция №182 о запрещении и немедленных мерах по искоренению наихудших форм детского труда. Основной причиной проблемы детского труда является более выраженное воздействие факторов вредности на растущий и развивающийся детский организм, пренебрежение мерами безопасности при организации труда, не говоря о том, что регламентация труда и гигиенические нормативы устанавливаются для взрослых, а медицинские профилактические осмотры работающих детей не проводятся.

Таким образом, анализ профессиональной заболеваемости и условий труда показывает несостоятельность доктрины «нулевого риска» в производственных условиях, а сочетанное воздействие вредных факторов, даже если они ниже установленных предельно допустимых величин, вызывает нарушения здоровья работающих. Доктрина «приемлемого риска» требует установления уровней «приемлемого риска» и принятия мер по исключению условий труда, когда риск для здоровья признается чрезмерным («недопустимым»).

Современная классификация условий труда в России основывается на двух видах критериев (Р 2.2.2006–05):

- гигиенические критерии (по превышению предельно-допустимых величин химических и биологических факторов, ионизирующих излучений, неионизирующих электромагнитных излучений и полей, вибро-акустических факторов, аэроионизации воздуха, показа-

телей микроклимата и световой среды, тяжести и напряженности трудового процесса),

- медико-социальные критерии (по уровню медико-статистических показателей профессиональной заболеваемости и тяжести их последствий).

Выделяют 4 класса условий труда.

1 класс (оптимальные условия труда) – здоровье работающих и высокий уровень работоспособности сохраняется (оптимальные нормативы установлены для микроклиматических параметров и факторов трудового процесса; для других факторов оптимальным является их отсутствие или непревышение безопасных уровней).

2 класс (допустимые условия труда) – факторы производственной среды и трудового процесса не превышают гигиенических нормативов для рабочих мест и не оказывают вредного воздействия на здоровье работающих и их потомство; а функциональное состояние организма работающих восстанавливается во время регламентированных перерывов или к началу следующей смены.

3 класс (вредные условия труда) - факторы производственной среды и трудового процесса превышают гигиенические нормативы для рабочих мест и оказывают вредное воздействие на здоровье работающих. Во вредных условиях труда выделяют 4 степени вредности:

Класс 3.1 (вредные условия труда 1-ой степени) - функциональные изменения в организме восстанавливаются только после более длительного отдыха, чем к началу следующей смены, или после полного прерывания контакта с вредными факторами.

Класс 3.2 (вредные условия труда 2-ой степени) – стойкие функциональные нарушения, начальные признаки или легкие формы профессиональных заболеваний без потери профессиональной трудоспособности возникают при продолжительной профессиональной экспозиции (стаж $\geq$ 15 лет); профессионально обусловленная заболеваемость увеличивается.

Класс 3.3 (вредные условия труда 3-ей степени) - профессиональные болезни легкой и средней степени тяжести, как правило, с потерей профессиональной трудоспособности.

Класс 3.4 (вредные условия труда 4-ой степени) - профессиональные и профессионально обусловленные заболевания в тяжелой форме с потерей общей трудоспособности; увеличение хронической патологии.

4 класс (опасные и экстремальные условия труда) – уровни факторов вредности создают угрозу для жизни работающих и высо-

кий риск развития острых профессиональных поражений, в том числе тяжелых форм.

Профилактические меры по снижению уровня профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний, отравлений и травм:

1) ***защита количеством***: снижение количества (концентрации, дозы, уровня) или полное устранение вредного фактора путем совершенствования технологий и техники, санитарной техники, средств индивидуальной защиты (СИЗ) и строгого соблюдения установленных гигиенических регламентов и нормативов;

2) ***защита временем***: разработка и внедрение в практику законодательных актов, ограничивающих стаж работы во вредных условиях труда, продолжительность рабочей смены (≤8 часов) и соблюдения режима труда и отдыха;

3) ***увеличение выявляемости профзаболеваний на донозологической и ранней клинической стадии***: повышение эффективности профилактических медицинских осмотров;

4) ***создание своевременной, полной и качественной медико-санитарной помощи работающим в тяжелых и неблагоприятных условиях труда и пострадавшим на производстве***;

5) ***дополнительная охрана здоровья работающих женщин и детей*** при запрете на преступную эксплуатацию детского труда;

6) ***создание преемственности и согласованности онкологической и профпатологической службы***;

7) ***создание единой системы медико-социальной и медико-профессиональной реабилитации пострадавших*** в лечебно-профилактических, санаторно-курортных учреждениях, санаториях-профилакториях предприятий и организаций.

Международные Информационные Листки Опасностей по Профессиям

Международные Информационные Листки Опасностей по Профессиям[2] - это многоцелевой источник информации, содержащий сведения об опасностях, риске и мерах по их предот-

---

[2] Международные Информационные Листки Опасностей по Профессиям - это проект Международной Организации Труда (ILO). Он развивается в сотрудничестве с Европейским Сообществом и национальными центрами ILO и CIS по всему миру.

вращению по отношению к конкретным профессиям. Эти листки предназначены для тех, кто профессионально работает в области охраны здоровья и профилактики производственного травматизма на рабочем месте, включая: производственных врачей и медсестер, инженеров по охране труда, гигиенистов, специалистов по обучению и информации, инспекторов, представителей работодателей и трудовых коллективов, руководителей служб охраны труда и других компетентных лиц.

Информационные Листки перечисляют в типовой форме различные опасности, которым работник может подвергаться при нормальном течении работы, что позволяет предусматривать меры по предотвращению производственных несчастных случаев и заболеваний. Зная, что вызывает травмы и заболевания, легче разработать и осуществить необходимые меры по их предотвращению.

Формат информационного листка — четыре страницы.

- Страница 1: информация по наиболее актуальным опасностям, относящимся к профессии.
- Страница 2: более подробное описание различных опасностей, относящихся к профессии, с обозначением мер их предотвращения.
- Страница 3: предложения по мерам предотвращения отдельных опасностей.
- Страница 4: специализированная информация, предназначенная прежде всего для специалистов по охране труда и включающая такую информацию, как краткое описание профессии, перечень обязанностей, примечания и ссылки (Приложение 3).

РАЗДЕЛ 1. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА

Тема 1. Физиологические основы трудового процесса. Исследование роли активного отдыха в снижении утомления

Цель работы: освоить методы оценки работоспособности по показателям функционального состояния организма; уметь выявить динамику работоспособности и дать рекомендации по снижению утомления и предупреждению переутомления.

Вопросы теории: классификация факторов вредности производства, физиологическая характеристика динамики работоспособности, фазы и физиологические основы работоспособности, доминанта А.А.Ухтомского, оценка тяжести и напряженности труда, факторы нерациональной организации труда, меры профилактики переутомления, значение активного отдыха, перенапряжение отдельных органов и систем организма и профилактика связанных с ним профессиональных заболеваний.

Студент должен:

знать: физиологические основы работоспособности, физиологические показатели работоспособности и методы их определения и оценки.

уметь: проводить исследование функционального состояния организма в процессе трудовой деятельности, оценивать работоспособность и разрабатывать рекомендации по снижению утомления.

Классификация производственных факторов вредности:

1. Факторы организации трудового процесса: чрезмерная физическая тяжесть, значительное нервно-психическое напряжение, перенапряжение отдельных мышц, органов и систем, нерациональный режим труда и отдыха.

2. Факторы производственной среды: физические, химические, биологические.

Факторы вредности, обусловленные нерациональной организацией трудового процесса, и профилактические меры, направленные на предупреждение профессиональных заболеваний, вызванных этими факторами, лежат в области организации труда.

Физиология труда как научное направление участвует в изучении трудового процесса как социальной проблемы, что является ее важнейшей чертой и особенностью.

Работа как периодически повторяющиеся циклы двигательных актов с привлечением мышечной деятельности требует координированного приспособления к возросшим в связи с работой потребностям организма в системах крови и кровообращения, дыхания и обмена, в первую очередь обеспечивающих рабочую деятельность организма.. В основе профессиональной работы человека лежит *устойчивая система нервных процессов возбуждения и торможения* в ее корковом представительстве – «динамический стереотип» (И.П.Павлов) или «***доминанта***», т.е. доминантная совокупность центров, определяющих выполнение двигательных актов (А.А.Ухтомский).

Результат работы зависит от работоспособности организма, а производительность труда в первом приближении может служить мерой работоспособности. Упражнение (тренировка) увеличивают работоспособность.

Три фазы работоспособности:

1. фаза врабатывания (нарастания работоспособности),
2. фаза высокой и устойчивой работоспособности,
3. фаза утомления (снижения работоспособности).

В фазу *врабатывания* в результате воспроизведения трудового цикла идет генерализация всех условных рефлексов, динамический стереотип постепенно усваивается, наблюдается координация всех систем организма. В коре головного мозга разлитое и умеренно сильное возбуждение в центрах, ответственных за выполнение элементов рабочего процесса, постепенно усиливается и концентрируется. Объединение центров воз-

будимости становится очагом, по поводу которого развертываются все прочие события центральной деятельности. Таким образом, формируется ***доминанта***. В других центрах нервной системы наблюдается торможение, т.е. отсутствие возбуждения. Продолжительность фазы врабатывания 5-90 мин. при физическом труде, 5-150 мин. при умственном труде.

В фазу *высокой и устойчивой работоспособности* деятельность организма гармонична и целостна, ритм и темп деятельности отдельных участков нервной системы скоординированы, все движения экономичны. Любое возбуждение, попавшее в сферу деятельности очага (доминанты), стимулирует его к разряду в эффекторный аппарат.

«Внешним выражением доминанты становится стационарно поддерживаемая работа или рабочая поза, подкрепляемая в данный момент разнообразными раздражениями и исключающая для данного момента другие работы или позы. Доминантная установка центров – это не локус центральной массы, а длительное возбуждение в совокупности центров» (А.А.Ухтомский).

Инертность (устойчивость) доминанты объясняет «динамический стереотип» Павлова. Продолжительность этой фазы зависит от характера работы, физического состояния работающего и опыта (стажа) работы и удерживается ≥ 2-2,5 часов.

Фаза развития утомления – упадок дееспособности после более или менее продолжительной работы (Лагранж, А.А.Ухтомский). Утомлению соответствует ослабление доминанты, при котором возбуждение разливается на другие участки коры головного мозга, а на месте доминанты возникает охранительное, запредельное торможение. Возникает расстройство координационной функции ЦНС. Работоспособность снижается. Продолжительность фазы от нескольких минут до 1-1,5 часов. Признаком утомления служит ухудшение качественных и количественных показателей и рост травматизма при физическом, снижение темпов работы и нарастание числа ошибок при умственном труде.

В умственном труде выделяют несколько периодов фазы утомления: период полной компенсации (поддержание работоспособности на прежнем уровне за счет волевых усилий и мотивации к продолжению работы), период неустойчивой компенсации (компенсационные изменения различных систем несогласованны, возникает чувство усталости), период прогрессивного снижения работоспособности (утомление выражено, работоспособность очевидно снижена).

Фаза утомления рассматривается, с одной стороны, как защитная реакция организма, с другой - как необходимый этап трудового процесса, достижение которого обеспечивает дальнейшее (после отдыха) повышение работоспособности. Утомление – специфический раздражитель восстановительных процессов, необходимое условие тренировки, упражнения, ведущее к увеличению показателя производительности труда в следующем трудовом цикле (рабочей смене).

Переутомление – более стойкое снижение работоспособности, которое ведет к развитию болезни и снижению иммунитета. Клиническая картина переутомления определяется функциональными нарушениями в центральной нервной системе. Основной причиной переутомления является нарушение режима работы и отдыха. Переутомление в отличие от утомления является патологическим процессом, выход из которого требует большего времени отдыха, чем к началу следующего рабочего дня, или медикаментозного вмешательства. В основе заболевания лежит перенапряжение возбудительного или тормозного процессов, нарушение их соотношения в коре больших полушарий головного мозга, что позволяет считать патогенез переутомления аналогичным патогенезу неврозов. Существенное значение в патогенезе имеет эндокринная система и в первую очередь гипофиз и кора надпочечников**.** Признаками переутомления являются чувство усталости, отмечаемое уже перед началом работы, отсутствие интереса к выполняемой работе и окружающей обстановке, апатия, раздражительность, отсутствие аппетита, головокружение и головная боль. Социально значимым последствием утомления и переутомления является повышенный производственный травматизм. Рассмотренные фи-

зиологические процессы лежат в основе любых видов деятельности.

Трудовая деятельность условно делится на мышечный (физический), сенсорный и умственный (интеллектуальный) труд. Любой вид труда сопровождается в той или иной степени энерготратами и увеличением потребления кислорода (рис. 3), психическим и эмоциональным напряжением с определенной интеллектуальной нагрузкой (табл. 2).

Рис. 3. Прирост выдыхаемого углекислого газа при интеллектуальной нагрузке (чтение книги)

Таблица 2

Удельный вес умственной нагрузки при разных видах деятельности

Вид деятельности	Загрузка умственной деятельностью
Домашняя уборка (мытье полов, вытирание пыли)	9%
Работа на строгальном станке	15%
Работа на токарном станке	50%
Управление автомашиной на спокойных дорогах	35%
Управление автомашиной в крупном городе	59%
Печатание текста на пишущей машинке	73%
Чтение	100%

Тяжесть трудового процесса определяется энерготратами организма (ккал, Дж) за час, рабочую смену, сутки. Реакция организма на физическую нагрузку рассматривается как разновидность рабочего напряжения, проявляющаяся в функ-

циональном напряжении нейромышечного, опорно-двигательного аппаратов, регулирующих (нервная, гормональная) и обеспечивающих кровообращение, дыхание, газообмен и терморегуляцию организма систем. При физическом труде высшие психические функции (внимание, память, эмоциональная и интеллектуальная сферы) испытывают меньшее напряжение. Субъективное чувство тяжести труда определяется не только величиной энерготрат, но и физической подготовленностью, степенью адаптации к виду работы и ее условиям, адекватностью питания, степенью утомления, социальными мотивами.

Различают общую и локальную, динамическую и статическую работу (последняя более утомительна, т.к. мышечное напряжение длится непрерывно).

Таблица 3

Физиологические показатели состояния организма при физическом труде

Класс условий труда	Энерготраты, ккал/ч (Дж/сек)	Потребление кислорода, л/мин	Пульс, уд./мин.
1	<150 (172)	<0,5	<90
2	150-250 (172-293)	0,5-1,5	90-120
3	>250 (293)	>1,5	>120

По тяжести труда выделяют 1 класс (оптимальные условия - легкая физическая нагрузка), 2 класс (допустимые условия - средняя физическая нагрузка), 3 класс (вредные условия - тяжелый физический труд) 1-ой и 2-ой степени (табл. 3, 4).

Тяжесть труда оценивают по 7 показателям физической нагрузки, причем нормативы для полов разнятся (табл. 5):

1) физическая динамическая нагрузка (кг*м) при региональной нагрузке (с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса и перемещении груза на расстояние до 1 м), при общей нагрузке (с участием мышц рук, ног и корпуса и перемещении груза на расстояние 1-5 м, >5 м);

2) масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную (2 раза в час, в течение смены, суммарная масса перемещаемых в течение 1 часа с рабочей поверхности и с пола грузов);

3) стереотипные рабочие движения за смену при локальной (мышцы кисти и пальцев рук) и региональной (мышцы рук и плечевого пояса) нагрузке;

4) статическая нагрузка – удержание груза (кгс-с) одной, двумя руками, с участием мышц корпуса и ног;

5) рабочая поза (% времени стоя или в неудобной позе);

6) вынужденные наклоны корпуса (>30^0) за смену;

7) перемещения в пространстве по вертикали и по горизонтали, обусловленные технологическим процессом.

Таблица 4

Физиологические нормативы физического напряжения при труде в возрасте 18 - 49 лет

Критерии напряжения	**Предельно-допустимые величины**				**Оптимум**
	При работе продолжительностью (часы)				
	1-2	**3-4**	**5-6**	***7-8***	***7-8***
Частота сердечных сокращений в 1 мин. при работе.					
Общей	130	120	110	100	85-95
Региональной	120	110	100	90	75-85
Локальной	100	95	90	85	75-82
При операциях с преобладанием статической нагрузки	105	100	95	90	80-87
Энерготраты (ккал/мин.)					
Общая работа	9,0	7,5	6,0	4,2	1,8-3,5
Региональная	6,0	4,2	3,5	2,8	1,7-2,5
Локальная	2,8	2,5	2,1	1,7	1,2-1,5
Минутный объем дыхания (л/мин.)					
Общая работа	40	30	24	18	10-15
Региональная	28	21	18	14	9-13
Локальная	15	12	10	9	7-8
Кожно-легочные влагопотери (г/ч)	800	600	420	250	70-120
Снижение статической выносливости при усилии в 0,75 максимальной силы мышц (%)	5	10	15	20	5-10

Примечания: Общая работа - участвуют обширные группы мышц (ног, туловища и др.); региональная работа - мышцы плечевого пояса и верхних конечностей, локальная работа - мышцы предплечья и кисти.

Таблица 5

Классы условий труда по показателям тяжести трудового процесса (Р 2.2.2006-05)

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

Продолжение табл. 5

1	2	3	4	5
2.3. Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены:				
2.3.1. С рабочей поверхности для мужчин для женщин	до 250 до 100	до 870 до 350	до 1500 до 700	>1500 >700
2.3.2. С пола для мужчин для женщин	до 100 до 50	до 435 до 175	до 600 до 350	>600 >350
3. Стереотипные рабочие движения (количество за смену)				
3.1. При локальной нагрузке (с участием мышц кистей и пальцев рук)	до 20 000	до 40 000	до 60 000	>60 000
3.2. При региональной нагрузке (при работе с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса)	до 10 000	до 20 000	до 30 000	>30 000
4. Статическая нагрузка - величина статической нагрузки за смену при удержании груза, приложении усилий (кгс - с)				
4.1. Одной рукой: для мужчин для женщин	до 18 000 до 11 000	до 36 000 до 22 000	до 70 000 до 42 000	>70 000 >42 000
4.2. Двумя руками: для мужчин для женщин	до 36 000 до 22 000	до 70 000 до 42 000	до 140000 до 84 000	>140 000 >84 000
4.3. С участием мышц корпуса и ног: для мужчин для женщин	до 43 000 до 26 000	до 100 000 до 60 000	<200 000 <120 000	>200 000 >120 000

Продолжение табл. 5

1	2	3	4	5
5. Рабочая поза				
5. Рабочая поза	Свободная, удобная поза, возможность смены рабочего положения тела (сидя, стоя). Нахождение в позе стоя до 40% времени смены.	Периодическое, до 25 % времени смены, нахождение в неудобной (работа с поворотом туловища, неудобным размещением конечностей и др.) и/или фиксированной позе (невозможность изменения взаимного положения различных частей тела относительно друг друга). Нахождение в позе стоя до 60 % времени смены.	Периодическое, до 50 % времени смены, нахождение в неудобной и/или фиксированной позе; пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках и т. п.) до 25 % времени смены. Нахождение в позе стоя до 80 % времени смены	Периодическое, более 50% времени смены нахождение в неудобной и/или фиксированной позе; пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках и т. п.) более 25 % времени смены. Нахождение в позе стоя более 80 % времени смены.
6. Наклоны корпуса				
Наклоны корпуса (вынужденные >30°), кол-во за смену	до 50	51 – 100	101 – 300	свыше 300
7. Перемещения в пространстве, обусловленные технологическим процессом				
7.1. По горизонтали	до 4	до 8	до 12	более 12
7.2. По вертикали	до 1	до 2,5	до 5	более 5

В результате воздействия факторов физической нагрузки могут возникать профессиональные заболевания, обусловленные как физической тяжестью работы, так и перенапряжением отдельных систем и органов в результате вынужденного положения тела (сидя, стоя, с поворотом туловища и пр.): заболевания опорно-двигательного аппарата (заболевания позвоночника - искривления, смещение позвонков, плоскостопие, дистрофические поражения локомоторного аппарата - деформирующий спондилез, остеохондрозы, артрозы и др.), мышечных групп (травмы мышц рук, ног, спины, грыжи, опущение внутренних органов), периферической нервной (координаторный невроз) и сосудистой системы (варикозное расширение вен) и пр.

Тяжесть умственного труда чаще выражают в количестве и качестве перерабатываемой информации в единицу рабочего времени. Определение тяжести умственного труда в энергетических показателях затруднительны, т.к. выявляемое повышение обмена веществ и потребление кислорода, обусловленное возрастанием тонуса скелетной мускулатуры, при напряженном умственном труде, относительно невелики.

Напряженность трудового процесса.

Напряженность труда – характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника при ограничении подвижности.

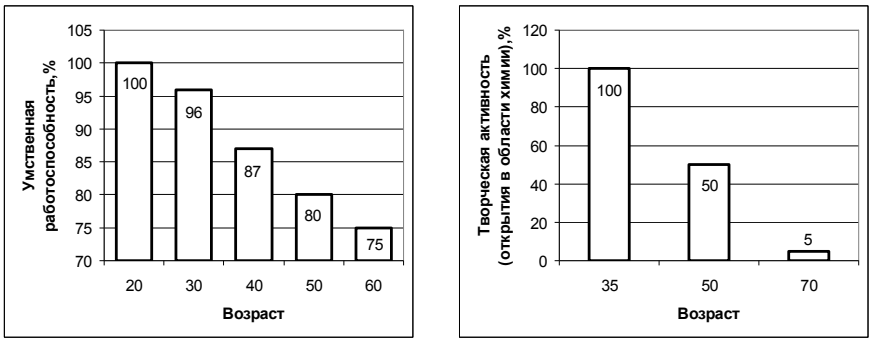
Факторы напряженности труда: интеллектуальные нагрузки (высокая плотность обращений к интеллектуальным процессам), сенсорные нагрузки (неоптимальные условия восприятия информации), эмоциональные нагрузки (конфликтные условия, вероятность аварии, высокая ответственность и пр.), степень монотонности нагрузок (высокая концентрация и устойчивость внимания или, наоборот, необходимость частого переключения внимания - политония), неадекватный режим работы и отдыха. Кроме того, выделяют напряжение ожидания (необходимость поддержания готовности рабочих функций в условиях отсутствия деятельности) и мотивационное напряжение (необходимость выбора критериев для принятия решений).

По напряженности трудового процесса условия труда делят на 3 класса:1 класс (оптимальный) – напряженность труда легкой степени; 2 класс (допустимый) – напряженность труда средней степени; 3 класс (вредный) – напряженный труд 1 и 2 степени (Р 2.2.2006-05) (Приложение 4).

Формы умственного труда: монотонный (однообразие выполняемых функций) и творческий (принятие решений и выработка новой информации). Напряженность умственного труда определяется восприятием информации, ее переработкой и решением интеллектуальных задач.

Умственная работоспособность – есть интегральная способность человека решать интеллектуальные задачи в рамках заданных временных пределов и параметров эффективности; это количество и качество интеллектуальной работы при наибольшем умственном напряжении. Доминанта при умственном труде охватывает сравнительно небольшую область нервных центров, что обуславливает их быстрое утомление. В основе умственного труда лежат высшие психические процессы – внимание, память, интеллектуальная деятельность.

Факторы, влияющие на умственную работоспособность: методические, организационные, гигиенические и другие условия реализации трудового процесса, а так же хронобиологические, интеллектуальные, мотивационные, социальные, психофизиологические, возрастно-половые и прочие характеристики работающего. Например, с возрастом снижается и творческая активность и умственная работоспособность. Максимум умственной работоспособности приходится на 20 лет (рис. 4 А), пик творческой активности сдвинут в более старшие возрастные группы за счет необходимости накопления профессиональной информации (по данным Г. Лемана в области математики – 23 г., физики – 32-33 г., химии – 29-30 лет, астрономии – 40-44 г., литературы – 40-45 лет) (рис. 4 Б).



А **Б**

Рис. 4. Зависимость умственной работоспособности (А) и творческой активности (Б) от возраста

Утомление при умственном труде ведет к рассеиванию внимания (что выражается в увеличении доли ошибок), потере интереса к материалу (увеличивается частота отвлечений на посторонние мысли и действия), снижению точности и скорости движений (возрастает неразборчивость почерка, отмечается неточность попадания в клавиши при печатании и пр.) и стремлению изменить положение тела, ног, рук, головы.

Профессиональный умственный труд при нарушении режима и условий труда может вызвать:

- ✓ ослабление и вялость сердечной мышцы, склерозирование сосудов, гипотонию у молодых и гипертонию у взрослых, развитие быстрой утомляемости;
- ✓ понижение функции дыхания, застой крови в нижних отделах легких, в полости живота и нижних конечностях,
- ✓ атонию кишечника, способствующую накапливанию в организме токсичных продуктов метаболизма, появлению головных болей;
- ✓ снижение активности окислительных процессов, способствующее ухудшению питания клеток и тканей (малокровие, ожирение);
- ✓ снижение секреции гормонов, что ослабляет неспецифическую резистентность организма к простудным и инфекционным заболеваниям;

✓ недостаточность сенсорной информации, поступающей в головной мозг от незадействованных мышц, ведет к развитию торможения в определенных зонах коры и возникновению условий, снижающих работоспособность, а падение мышечного тонуса ослабляет мышечный каркас, что ухудшает осанку.

Физиологические основы рационального режима труда и отдыха.

В основе рационального режима труда и отдыха лежат биоритмы работающих, под влиянием которых изменяется более 50 функций организма. Показатели функционального состояния сердечнососудистой, эндокринной, мышечной, выделительной и других систем достигают максимальных значений в период бодрствования, в то время как ночью происходят в основном восстановительные процессы. В различное время суток реакция организма человека на физическую и нервно-психическую нагрузку различно в зависимости от работоспособности. Максимальный ее уровень наблюдается с 9 до 20 часов, минимальный - с 2 до 4 час. утра. Причем с 12 до 16 час. наблюдается некоторый спад работоспособности. В это время целесообразен обеденный перерыв (не более 1 часа). В соответствии с распределением работоспособности в течение суток при односменном режиме работа должна начинаться не ранее 8-9 час., при двухсменной - не ранее 6 час. (1-ая смена), а оканчиваться не позднее 0 час. (2-ая смена). При трехсменном режиме начало работы ночной смены должно быть не позднее 0 часов.

При выработке режима труда и отдыха целесообразно учитывать тип функционирования нервной системы: различают т.н. «жаворонков» (максимум работоспособности с 9 до 18 час.) и «сов» (максимум работоспособности после 18 час. в вечерние и ночные часы).

Недельные ритмы: максимум работоспособности приходится на третий рабочий день недели (среда) при шестидневной, - на третий-четвертый день (среда-четверг) при пятидневной рабочей неделе.

Нормальная продолжительность рабочей недели не должна превышать 40 час. в неделю. Сокращенная продолжительность рабочего времени применяется для отдельных категорий граж-

дан: для лиц моложе 18 лет; для лиц, работающих во вредных и опасных условиях; для инвалидов.

В годовом цикле наибольшая работоспособность отмечается в середине зимы, в жаркое время года – снижается. Ежегодный отпуск устанавливается в законодательном порядке. Продолжительность его зависит от тяжести труда, но не менее 15 календарных дней. Отпуск продолжительностью до 24 дней целесообразно использовать единовременно, а при большей длительности - в два этапа.

Отдых. Задача отдыха - восстановить оптимальное соотношение основных нервных процессов - возбуждения и торможения. При отдыхе происходит восстановление рабочих потенциалов в нервных клетках, где во время работы происходила усиленная физиологическая деятельность. Работа и отдых выступают как единая система трудового цикла.

Пассивный отдых (лежа, сидя) рекомендуется при физическом труде (особенно при вынужденном положении тела стоя и при неблагоприятном микроклимате) и при интенсивной интеллектуальной работе. Пассивный отдых в течение рабочего дня заключается как в отключении нагрузки на опорно-двигательный аппарат и другие задействованные в работе структуры тела, так и в переключении корковых процессов на новые мозговые структуры (создании новой доминанты), для чего в производственных условиях рекомендуется организация комнаты отдыха. Ночной сон как разновидность пассивного отдыха является необходимой для восстановления физических, интеллектуальных и психических сил работающего.

Активный отдых – наиболее эффективная форма отдыха (значимость обоснована И.М.Сеченовым). Активный отдых заключается в смене деятельности, т.е. в создании нагрузки на другую часть тела (при физическом труде), переключении с умственной работы на физическую (при умственном труде). Активный отдых является одним из ведущих элементов здоровьесберегающих технологий работающих.

Восстановление умственной работоспособности после физической нагрузки разной тяжести приведено на рис. 5.

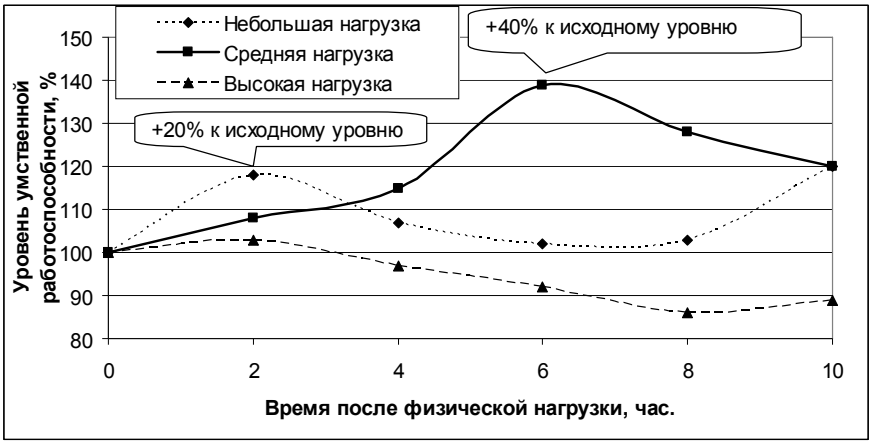


Рис. 5. Восстановление умственной работоспособности после применения физической нагрузки в качестве активного отдыха

Обозначения: небольшая нагрузка соответствует повышению частоты сердечных сокращений до 110-130 уд./мин., средняя - 130-150 уд./мин., высокая - более 160 уд./мин.

Как видно, относительно малые мышечные усилия менее эффективны как активный отдых (повышение работоспособности на 20%), но дают эффект восстановления работоспособности раньше (через 2 час.). Эффект сверхвосстановления работоспособности (+40% к исходному уровню) наблюдается только при оптимальных для индивида нагрузках через 6 час. Максимальные нагрузки приводят к переутомлению и резкому снижению работоспособности.

Таким образом, адекватно подобранная физическая нагрузка выполняет функции активного отдыха, ускоряет восстановление сил, так как при смене деятельности энергия, затраченная работающим органом, восстанавливается быстрее. Наилучшей формой активного отдыха сегодня признана *производственная гимнастика*. Сложность и интенсивность комплекса упражнений для гимнастики подбирается сообразно виду, тяжести и напряженности работы. Действие комплекса на те или иные системы и органы может быть расслабляющим или акти-

визирующим. Для лиц ряда профессий во время перерыва целесообразно проводить самомассаж.

По трудовому кодексу РФ установлены виды отдыха: перерывы в течение рабочего дня, суточные, недельные выходные дни, праздничные дни, ежегодные отпуска, отпуска без сохранения заработной платы.

Режим труда и отдыха в течение рабочего дня должен включать в себя перерыв на обед и личные надобности продолжительностью 40-60 мин. (из расчета 20 мин. на прием пищи, остальное на отдых) и регламентированные (официально установленные) перерывы для предупреждения утомления.

Регламентированные перерывы в отличие от перерыва на обед являются частью рабочего времени. Для предупреждения спада работоспособности, перерыв назначается до или в начале фазы утомления. На работах, требующих большого напряжения и внимания, рекомендуются более частые, но короткие перерывы (5-10 мин.); на тяжелых работах с большими физическими усилиями - менее частые, но более длительные перерывы (до 10 мин.), на особо тяжелых работах необходимо сочетать работу в течение 15 -20 минут с отдыхом той же продолжительности (более длительные перерывы выводят из фазы наибольшей работоспособности). Во второй половине рабочего дня в связи с более глубоким утомлением количество перерывов должно быть больше, чем в первой половине.

Таким образом, при совпадении времени работы с периодами наивысшей работоспособности работник сможет выполнить максимум работы при минимальном расходовании энергии и минимальном утомлении, а физиологические научно обоснованные представления о закономерностях изменения работоспособности лежат в основе рационального режима труда и отдыха.

Профилактика утомления и переутомления

1. Организационный аспект: организация рационального режима труда и отдыха, организация производственной гимнастики.

2. Методический аспект: подбор адекватного комплекса упражнений в зависимости от вида труда, его тяжести и напряженности.

3. Гигиенический аспект: организация условий, удовлетворяющих гигиеническим требованиям, в т.ч. выделение специальных помещений для активного и пассивного отдыха в производственных условиях.

Лабораторная работа
ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ АКТИВНОГО ОТДЫХА В СНИЖЕНИИ УТОМЛЕНИЯ

Задание студенту:

1. Измерить у добровольца из числа студентов физиологические показатели состояния организма до и после 10-минутной физической нагрузки и внести в таблицу.

2. Рассчитать интегральную величину утомления и дать ей оценку.

Методика работы

1. До и после физической нагрузки измерить и занести в таблицу ряд физиологических параметров, характеризующих состояние утомления до и после физической нагрузки: пульс, частоту дыхания в мин., термор рук (треморометрия), измерить время реакции на звуковой и световой раздражитель (хронорефлексометрия), подсчитать число просмотренных знаков и ошибок буквенного и «значкового» тестов при выполнении корректурных проб.

Треморометрия. Треморометр состоит из металлической (алюминиевой или латунной) пластины, контактного стержня, источника тока и счетчика импульсов, включенных последовательно в электрическую цепь. В пластине сделаны прорези в виде ломаной и кривой линий длиной. Обследуемый проводит стержень через прорезь пластины таким образом, чтобы не коснуться им краев прорези. При каждом касании стержнем пластины замыкается электрическая цепь, количество касаний ре-

гистрируется счетчиком импульсов. Снять показания счетчика касаний до и после проведения стержня через прорезь пластины, подсчитать разницу.

Хронорефлексометрия. Цель – выявления состояния нервной системы по скорости реакции. Хронорефлексометр - прибор, предназначенный для измерения интервалов времени между моментом подачи раздражения на некоторый анализатор и моментом появления ответной реакции на раздражение. В качестве раздражителя используется звуковой сигнал, сигнал белого света, сигнал красного цвета. Ответная реакция фиксируется нажатием кнопки. Записать время, затраченное на ответную реакцию, по показаниям хронорефлексометра (мсек).

Буквенный тест (модифицированный тест Бурдона). Тест проводится с целью выявления концентрации и устойчивости внимания. Обследование проводится с помощью специальных бланков с рядами расположенных в случайном порядке букв. Исследуемый просматривает текст или бланк ряд за рядом и вычеркивает (отмечает) определенные указанные в инструкции буквы. Следует фиксировать число букв, просмотренных за 1 мин. и рассчитать процент ошибок (пропуски, неверно выполненное задание).

Значковый тест. На бланке представлен квадрат, разделенный на 100 квадратных ячеек, в которые в произвольном порядке внесены различные фигуры (треугольники, круги, ромбы и т.п.). Обследуемый выполняет полученную инструкцию (например, проставить знаку «+» во все квадраты, знак «•» - круги и т.п.). Следует фиксировать время выполнения и процент ошибок.

2. Рассчитать абсолютную разницу в значениях показателей, выразить полученные значения числом баллов, исходя из значений фоновых показателей, принятых за 100 баллов. Из числа показателей выбрать ведущий (В) показатель, давший наибольший сдвиг в баллах (ближе к 100). Другие показатели, выраженные в баллах, объединить и рассчитать среднее арифметическое (С). Сдвиг, свидетельствующий об улучшении работоспособности, не оценивается.

Таблица 6

Пример. Вид записи измерений и расчета баллов разницы фонового и после физической нагрузки уровней показателя

Физиологический показатель	Фон	После физической нагрузки	Разница, абс. ед.	Разница, бал. (% от фона)
Пульс, уд./мин.	60	75	15	25
Частота дыхания/мин.	70	90	20	29
Тремор	150	200	50	33
Реакция на белый свет, мсек	15	10	-5	-33
Реакция на красный свет, мсек	12	8	-4	-33
Реакция на звук, мсек	18	16	-2	-11
Буквенный тест: общее число проверенных букв за 30 сек.	50	30	-20	-40
Доля ошибок, %	2	1	-1	-50
Значковый тест: время проверки 100 знаков, сек	40	35	-5	-12,5
Доля ошибок, %	5	1	4	

3. Интегральную величину утомления И рассчитать по формуле: **И = В + К * (1 – [(В-С)/(В-1)]),** где В – абсолютная разница между значениями ведущего показателя до и после нагрузки (бал.), С – среднее арифметическое абсолютных разниц величин других показателей до и после нагрузки (бал.), К – поправочный коэффициент, значение которого выбрать исходя из следующих положений:

- если В≤50, то поправочный коэффициент К=0,5.
- если В>50, по К=0,5*(100-В).

7. Дать интегральную оценку утомлению:

- если И≤0, то физическая нагрузка стала активным отдыхом и интеллектуальное утомление исчезло,
- если 0<И≤10 - утомление незначительное,
- если 10< И < 50 – утомление среднее,
- если И > 50 – утомление велико и необходим отдых.

РАЗДЕЛ 2
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

Тема 1. Гигиеническая оценка физических факторов производственной среды, принципы их гигиенического нормирования. Профилактика профессиональных заболеваний, вызванных факторами физической природы

Цель работы: освоить методы оценки условий труда при действии производственных факторов физической природы (микроклимата, шума, вибрации, ультразвука, инфразвука, электромагнитных излучений); изучить профилактику вредного действия этих факторов.

Вопросы теории: производственные вредности, обусловленные факторами производственной среды; производственные вредности физической природы, их патогенное действие; профилактические мероприятия физических факторов на производстве: изменение технологии производства; санитарно-технические меры; индивидуальная профилактика; меры медицинского характера.

Студент должен:

знать: признаки влияния на здоровье работающих нагревающего и охлаждающего микроклимата, шума, общей и локальной вибрации, ультразвука и инфразвука, электромагнитных полей и статического электричества, СВЧ и УВЧ, лазерного излучения; факторы вредности производственной среды, обусловленные пылью различной природы, физических характеристик и химического состава, возможные повреждения здоровья (пылевые профессиональные заболевания – пневмокониозы), в т.ч. стоматологические (механические повреждения зубов, обусловленные воздействием пыли), и меры профилактики их вредного воздействия; методику определения уровней воздействия на организм физических факторов производственной среды; гигиенические нормативы факторов производственной среды физической природы и правила безопасной работы с ними; принципы гигиенической оценки условий труда рабо-

тающих при воздействии производственных факторов физической природы и меры профилактики их вредного воздействия.

уметь: использовать оптимальные и доступные способы оценки условий труда работающих при действии производственного шума, вибрации и других физических факторов производственной среды; измерять запыленность воздуха аспирационным методом, давать гигиеническую оценку производственной среды при воздействии пыли в зависимости от ее физических свойств и химического состава; использовать основные нормативные документы и информационные источники справочного характера для создания благоприятных и здоровых условий труда работающих при действии производственного шума, вибрации и других физических факторов производственной среды.

Производственный микроклимат

Производственный микроклимат это совокупность физических факторов (температура, влажность, подвижность воздуха и инфракрасное излучение), влияющих на тепловой обмен и тепловое состояние работающих, на ограниченной территории, где выполняется профессиональная деятельность человека. Технология и производственный процесс значительно изменяют физические свойства окружающей среды, создавая своеобразные метеорологические условия на рабочих местах, особенно в закрытых помещениях.

Микроклимат производственных помещений по степени его влияния на тепловой баланс организма:

- *Нейтральный (комфортный)* микроклимат характеризуется тем, что производственное оборудование не выделяет избыточное тепло и влагу в воздух (теплоотдача в окружающую среду соответствует теплопродукции организма) и системы отопления и вентиляции достаточно эффективны (например, сборочные цеха машиностроительных заводов, операторские, диспетчерские, вычислительные центры).

- *Нагревающий* микроклимат возникает в помещениях со значительным выделением тепла в окружающую среду и на рабочих местах температура воздуха и окружающих поверхно-

стей значительно выше верхней границы допустимой величины зоны комфорта. Работа в таких условиях приводит к значительному напряжению процессов терморегуляции и даже к нарушению здоровья (перегреванию) в связи с тем, что накопление тепла в организме, обусловленное нагреванием воздуха имеющимися источниками тепла и тепловой радиацией, превышает возможности теплоотдачи (работа в «горячих цехах»).

- О*хлаждающий* микроклимат характеризуется температурами воздуха значительно меньшими, чем нижняя граница зоны комфорта, это вызывает преобладание суммарной теплоотдачи в окружающую среду по сравнению с уровнем теплообразования в организме, приводящее к дефициту тепла в теле человека и его переохлаждению.

Профессиональные заболевания, развивающееся в условиях нагревающего микроклимата, - это острая и хроническая гипертермия (или перегревание), судорожная болезнь, солнечный удар и катаракта. *Перегревание* чаще всего проявляется в виде теплового удара (срыва механизмов терморегуляции), сопровождающегося повышением температуры тела, головной болью, головокружением вплоть до потери сознания резким падением артериального давления. Причиной развития *судорожной болезни* является обильное потоотделение (общая потеря жидкости у рабочих может достигать 8-10 л за рабочую смену) и нарушения водно-солевого баланса, как результат этого, обезвоживание, гипохлоремия, потеря водорастворимых витаминов (С, группы В) и минеральных веществ (калия, кальция, фосфора, магния, меди, цинка, йода). Судорожная болезнь проявляется судорогами в конечностях, слабостью, сухостью во рту, снижением давления и увеличением вязкости крови. *Хронический перегрев* проявляется вегетососудистой дистонией (повышение артериального давления, тахикардия) с нарушением терморегуляции, снижением терморезистентности эритроцитов и нарушением электролитного обмена. *Солнечный удар* развивается у работающих на открытом воздухе (сельскохозяйственные рабочие, строители) в результате воздействия коротковолнового инфракрасного (ИК) излучения на мозговые оболочки и мозг. Клиническая картина связана с развитием менингита и энцефа-

лита. Жалобы на головную боль, вялость, тошноту, возможны рвота и понос, учащение пульса и дыхания, потеря сознания и судороги. *Профессиональная катаракта* может проявляться у рабочих старше 40 лет с производственным стажем около 20 лет и обусловлена тепловым эффектом коротковолнового ИК-излучения, вызывающего помутнением вещества или капсулы хрусталика.

Охлаждающий микроклимат способствует развитию профессиональной патологии в виде болезней дыхательных путей, суставов, периферической нервной системы, «ознобления» конечностей (их цианотичность и пастозность в результате плохого оттока крови), хронического нефрозо-нефрита; снижению сопротивляемости к инфекционным заболеваниям.

Нормирование микроклиматических условий в производственных помещениях (оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах) осуществляется применительно к теплому и холодному периодам года с учетом категории работ и соответствующих энерготрат организма (табл.).

Классификация условий труда по степени вредности и опасности в производственных помещениях с нагревающим микроклиматом возможна по каждому показателю отдельно (температуре, влажности, скорости движения воздуха, ИК-излучению) или по интегральному показателю с учетом общих энерготрат - *ТНС-индексу*. *ТНС-индекс* это тепловая нагрузка производственной среды, учитывающая сочетанное действие на организм работающего параметров микроклимата: температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения от окружающих поверхностей (применяется при скорости движения воздуха < 0,6 м/с и интенсивности теплового облучения < 1000 Вт/м^2) (табл. 7).

Классы условий труда в условиях охлаждающего производственного микроклимата установлены по нижней границе температуры воздуха; вредный – в соответствии с температурами при работах разной степени тяжести (экстремальный - не установлен) (табл. 8).

Таблица 7

Оптимальные и допустимые нормы микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96)

Категория работ (энерготраты), Вт	Нормы	Холодный период				Теплый период			
		Т воздуха, °С	Т поверхностей,°С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	Т воздуха, °С	Т поверхностей,°С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
1а (< 139)	Оптимальные	22-24	21-25	40-60	0,1	23-25	22-26	40-60	0,1
	Допустимые	20-25	19-26	15-75	0,1	21-28	20-29	15-75	0,1-0,2
1б (140 – 174)	Оптимальные	21-23	20-24	40-60	0,1	22-24	21-25	40-60	0,1
	Допустимые	19-24	18-25	15-75	0,1-0,2	20-28	19-29	15-75	0,1-0,3
11а (175 - 232)	Оптимальные	19-21	18-22	40-60	0,2	20-22	19-23	40-60	0,2
	Допустимые	17-23	16-24	15-75	0,1-0,3	18-27	17-28	15-75	0,1-0,4
11б (233 - 290)	Оптимальные	17-19	16-20	40-60	0,2	19-21	18-22	40-60	0,2
	Допустимые	15-22	14-23	15-75	0,2-0,4	16-27	15-28	15-75	0,2-0,5
111 (> 290)	Оптимальные	16-18	15-19	40-60	0,3	18-20	17-21	40-60	0,3
	Допустимые	13-21	12-22	15-75	0,2-0,4	15-26	14-27	15-75	0,2-0,5

Таблица 8

Рекомендуемые величины показателя тепловой нагрузки среды (ТНС-индекс) для профилактики перегревания организма

Категория работ по уровню энерготрат, Вт	Величина ТНС, °С
1а (< 139)	22,2-26,4
1б (140 – 174)	21,5-25,8
11а (175 - 232)	20,5-25,1
11б (233 - 290)	19,5-23,9
111 (> 290)	18,0-21,8

Таблица 9

Классы условий труда по показателю ТНС-индекса (°С) для производственных помещений с нагревающим микроклиматом, независимо от периода года (верхняя граница)

Категория работ	Класс условий труда					
	Допустимый	Вредный				Опасный
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
1а	26,4	26,6	27,4	28,6	31,0	>31,0
1б	25,8	26,1	26,9	27,9	30,3	>30,3
11а	25,1	25,5	26,2	27,3	29,9	>29,9
11б	23,9	24,2	25,0	26,4	29,1	>29,1
111	21,8	22,0	23,4	25,7	27,9	>27,9

Таблица 10

Классы условий труда для производственных помещений при охлаждающем микроклимате (нижняя граница температуры, °С)

Категория работ	Вредные условия труда – (3 класс)					
	Оптимальный	Допустимый	Вредный			
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4
I а	По СанПиН 2.2.4.548-96		18	16	14	12
Iб			17	15	13	11
II а			14	12	10	8
II б			13	11	9	7
III			12	10	8	6

Профилактика неблагоприятного воздействия параметров микроклимата

Профилактика перегревания: снижение тепловыделений в горячих цехах за счет изменения технологического процесса (замена термической плавки металлов действием токов высокой частоты, горячей ковки – штамповкой); дистанционное управ-

ление тепловыми агрегатами; механизация ручных операций, автоматизация производственных процессов; герметизация, термоизоляция и экранирование источника инфракрасного излучения и рабочего места, организация «водяного завеса» около источника тепла; применение естественной (аэрация) и механической приточной («воздушный душ», «воздушный оазис») и вытяжной вентиляции; защита работающих с помощью средств индивидуальной защиты (костюмы из хлопчатобумажной или шерстяной ткани, фартуки из ткани с металлизированным покрытием, обувь, каски, рукавицы, очки, щитки), гигиенически обоснованный режим труда и отдыха: частые и короткие перерывы (10-20 мин), ограничения время работы в условиях нагревающего микроклимата. Питьевой режим в горячих цехах предусматривает обеспечение рабочих питьевой подсоленной водой (до 0,5% NaCl) и напитков, восполняющих потери воды, солей и витаминов (зеленый чай, хлебный квас, отвары из трав, сухофруктов, обезжиренное молоко, молочная сыворотка). Рацион лечебно-профилактического питания рабочих обогащается витаминами группы В, С и провитамином А - каротином. Проведение предварительных и периодических профилактических медицинских осмотров. Противопоказания к работе в условиях высоких температур – заболевания кожи, вегето-сосудистая дистония и катаракта.

Профилактика переохлаждения: создание допустимых параметров микроклимата в закрытых помещениях (теплоизоляция полов и стен, устройство шлюзов у дверей и ворот, эффективно работающее отопление и вентиляция по типу воздушно-тепловых завес), сокращение время работы в холодных условиях, обеспечение рабочих теплой многослойной одеждой и обувью; наличие поблизости теплого помещения с сушилками для обогрева и просушки мокрой одежды и обуви; калорийное, богатое витаминами питание. Проведение предварительных и периодических профилактических медицинских осмотров. К работе не должны допускаться люди, страдающие болезнями периферической нервной системы, облитерирующими заболеваниями сосудов, выраженным варикозным расширением вен, тромбофлебитом, болезнями суставов, почек, легких.

Производственный шум

Производственный шум – совокупность звуков различной частоты и интенсивности. Звук – механическое колебание воздуха частотой от 16-20 до 20000 Гц, воспринимаемое ухом человека. По спектральному составу различают низкочастотные звуки (до 350 Гц), среднечастотные (350-800 Гц) и высокочастотные (более 800 Гц).

В производственных условиях наиболее часто встречаются шумы в диапазоне от 45 до 11000Гц. Весь этот спектр разделен на 9 октавных полос. Октава это диапазон частот, верхняя граница которого вдвое больше нижней (например, 40-80, 80-160 Гц и т. д.). Для обозначения октав принято указывать не диапазон частот, а так называемые среднегеометрические частоты в 31,5, 63., 125, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

Интенсивность звуков измеряется не абсолютными величинами звуковой энергии (Вт/м^2), а относительными (белами или децибелами), учитывающими логарифмическую зависимость между звуковым раздражением (интенсивностью или силой звука) и субъективным слуховым восприятием. Пороговая для слуха величина интенсивности звука (10^{-12} Вт/м^2) принята за исходную цифру логарифмической шкалы (0 Б). Каждая последующая цифра шкалы, соответствующая десятикратной степени увеличения по сравнению с предыдущей цифрой, называется в акустике белом (Б). Верхняя граница шкалы соответствует интенсивности звука, вызывающего ощущение боли (10^1 Вт/м^2), она в 13 раз выше порога слышимости. Весь диапазон слышимости человека составляет 14 Б или 140 дБ (децибел – единица, в 10 раз меньше бела, которая соответствует минимальному приросту силы звука, различаемому ухом человека).

По временным характеристикам шумы подразделяются на постоянные и непостоянные (изменение уровня шума не более чем на 5 дБА и более чем на 5 дБА, соответственно). Характеристикой непостоянного шума является интегральный параметр, эквивалентный (по энергии) уровень звука в дБА. Ухо человека безболезненно воспринимает звуковое давление в диапазоне от $2\cdot10^{-5}$ Н/м^2 (порог слуха) до $2\cdot10^2$ Н/м^2 (1Паскаль = 1Н/м^2).

Таблица 11

ПДУ звукового давления
для основных видов трудовой деятельности (СН 2.2.4/2.1.8.562-96)

Вид трудовой деятельности	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука и эквивалентные уровни звука (в дБА)
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность.	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Высококвалифицированная работа, требующая сосредоточенности, административно-управленческая деятельность, измерительные и аналитические работы в лабораториях.	79	70	68	58	55	52	50	49	60
Работа, выполняемая с часто получаемыми указаниями и акустическими сигналами; работа, требующая постоянного слухового контроля; операторская работа по точному графику с инструкцией; диспетчерская работа.	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Работа, требующая сосредоточенности; работа с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами.	91	83	77	73	70	68	66	64	75
Остальные виды работ на постоянных рабочих местах в производственных помещениях.	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Слуховой анализатор воспринимает звуки одинаковой интенсивности, но разной частоты, как неодинаково громкие: низкочастотные и высокочастотные звуки ощущаются как более тихие по сравнению со среднечастотными звуками, в связи с чем предусмотрен дифференцированный подход к допустимым уровням шума в зависимости от его частотной характеристики. Чем больше частота звуковых колебаний, тем ниже величины предельно допустимого уровня шума (табл. 11).

Биологическое действие шума. Специфическое (ауральное) воздействие шума, особенно высокочастотного, при длительном воздействии на уровне ПДК (80 дБ) проявляется в расстройстве функции органа слуха: может развиться *профессиональная нейросенсорная тугоухость и глухота*, при интенсивном импульсном шуме возможна *звуковая (акустическая) травма* (разрыв барабанной перепонки).

Общее (экстрааауральное) действие шум оказывает на центральную нервную систему, вызывая астеновегетативные нарушения (быструю утомляемость, ослабление памяти, головную боль, головокружение, шум в ушах, гипертензию и другие симптомы), нарушение сна, вызывает нарушения обмена веществ, возникновение заболеваний сердечно-сосудистой системы, вестибулярного аппарата, системы органов чувств, зрения и желудочно-кишечного тракта (гастриты, язвенная болезнь), изменения в нейроэндокринной и иммунной системах.

Профилактика неблагоприятного влияния шума. Критерием нормирования производственного шума являются предельно допустимые уровни (ПДУ) звука на рабочих местах с учетом напряженности и тяжести трудового процесса (табл. 12).

Общественная профилактика: снижение шума за счет изменения технологии производства (замены шумных операций на малошумные или полностью бесшумные), применения шумобезопасного оборудования, рациональных конструкций и звукоизолирующих материалов, автоматизация производства и выведение человека из производственной среды, установка на поверхностях помещения шумопоглощающих экранов (2-3-слойных перфорированных покрытий) или кожухов (листовой металл + звукопоглощающий металл + вибродемпфирующая

мастика), а на оборудовании и воздухопроводах – звукоизоляции из пористых или волокнистых материалов, что позволяет снизить шум на 10-15 дБ.

Таблица 12

ПДУ звука на рабочих местах с учетом тяжести и напряженности трудовой деятельности, дБА (Р 2.2.2006-05)

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

Индивидуальная профилактика: сокращение времени работы с источником шума, не превышающим по интенсивности средний ПДУ шума за рабочий день; применение *антифонов* (наружных – «наушников» или внутренних «вкладышей» типа «беруши», снижающих восприятие шума на 10-50 дБ), ежедневный прием витаминов группы В (2 мг/сут.), витамина С (50 мг продолжительность курса 2 недели с перерывом в неделю). Проведение предварительных и ежегодных периодических профилактических медицинских осмотров работающих с обязательным участием в их работе отоларинголога, невропатолога, терапевта с обязательным исследованием слуха – аудиометрией. Частота осмотров 1-2 раза в год в зависимости от уровней шума на рабочих местах.

Производственная вибрация

Производственная вибрация (механические колебания твердых тел) характеризуется частотой колебаний в секунду, амплитудой, скоростью и ускорением колеблющегося тела. По

месту приложения и степени распространения в теле человека вибрация условно делится на *локальную*, распространяющуюся ограниченно на определенную часть тела, чаще на руки работающего (работа с вибрирующими инструментами ударно-вращательного типа: бурильными и отбойными молотками, виброуплотнителями) и *общую*, действующую на все тело работающего.

Биологическое действии вибрации. Вибрация может быть причиной профессионального заболевания - *вибрационной болезни*, основным симптомом которой является спазм мелких артериол и прекапилляров конечностей, как правило, кистей рук. Имеют место ангиотрофические нарушения (ангионевроз конечностей), снижение мышечной силы, тремор рук, вялость сухожильных рефлексов, развитие артрозов мелких суставов кисти, локтевых и плечевых суставов, изменения костной ткани. Снижается эластичность и увеличивается хрупкость костей, ослабление нервно-мышечной проводимости, может происходить поражение вестибулярного аппарата. При длительном воздействии вибрации развивается мышечная атрофия, нарастание трофических нарушений. Наблюдается повышение возбудимости мышц на фоне снижения их минеральной насыщенности. Наиболее чувствительность работающих к вибрации с частотами 100-250 Гц.

Таблица 13

ПДУ производственной локальной вибрации (СН 2.2.4/2.1.8.566-96)

Параметры локальной вибрации	**Среднегеометрические частоты октавных полос звуков, Гц**							
	8	**16**	**31,5**	**63**	**125**	**250**	**500**	**1000**
Виброускорение:								
м/сек^2 дБ	1,4 73	1,4 73	2,7 79	5,4 85	10,7 91	21,8 97	42,5 103	85,0 109
Виброскорость:								
м/сек $\cdot 10^{-2}$ дБ	2,8 115	1,4 109	1,4 109	1,4 109	1,4 109	1,4 109	1,4 109	1,4 109

Нормирование: ПДУ локальной вибрации в производственных условиях варьирует в зависимости от их частотной ха-

рактеристики (табл. 13). ПДУ вибрации установлены для длительности вибрационного воздействия 8 час.

Профилактика производственной вибрации. Совершенствование конструкции машин и инструментов, создающих вибрацию, с целью снижения амплитуды колебаний; использование амортизирующих прокладок, гасящих вибрацию; организация двух регламентированных перерывов: 20 мин через 1-2 ч. после начала работы и 30 мин через 2 ч. после обеденного не менее 40-минутного перерыва, во время перерывов и после работы физиотерапевтические процедуры: согревающие гидропроцедуры, гимнастика и массаж рук для восстановления кровообращения, производственная гимнастика, ультрафиолетовое облучение; использование средств индивидуальной защиты (рукавицы, обувь, специальные костюмы с виброгасящими амортизирующими материалами; что позволяет снизить вибрацию на 10 дБ), введение в рацион питания или прием дополнительных количеств (50% от суточной нормы) в целях повышения сопротивляемости организма витаминов С, B_1, B_{12} и кальция; проведение предварительных и ежегодных периодических профилактических медицинских осмотров работающих с участием невролога, оториноларинголога, терапевта и по показаниям хирурга и офтальмолога.

Производственный ультразвук

Ультразвук (УЗ) - акустические колебания воздуха или другой упругой среды с частотой выше 20000 Гц, неслышимые ухом человека. Низкочастотный УЗ (до 100 кГц), распространяющийся воздушным и контактным путем, применяется в машиностроительной и металлургической промышленности для очистки, обеззараживания, дробления и обработки материалов; в медицине для резки тканей, обезболивания, стерилизации инструментов, рук медперсонала и различных предметов; высокочастотный УЗ (от 100 кГц до 100 МГц и выше), распространяющийся только контактным путем, применяется для дефектоскопии отливок, сварных швов, а в медицине для диагностики и лечения различных заболеваний (позвоночника, суставов и др.)

Лечебный и профилактический стимулирующий эффект УЗ имеет место при уровнях интенсивности УЗ, не превышающих 80-90 дБ.

Биологическое действие УЗ. По сравнению с высокочастотным шумом ультразвук слабее влияет на слуховую функцию, но вызывает выраженные отклонения со стороны вестибулярного аппарата. У работающих с ультразвуковыми установками возможна профессиональная патология в виде астенических состояний или астеновегетативного синдрома с нарушениями функции сердечно-сосудистой системы, а при контакте рук с озвучиваемой средой - расстройства нервно-сосудистого аппарата кистей рук. При длительном и интенсивном (120 дБ и выше) воздействии УЗ наблюдается разрушение костных тканей. Разрушение структуры кости в зоне роста и, особенно на границе раздела тканей (кость – надкостница), имеет место даже при действии умеренных доз ультразвука.

УЗ-воздействие на организм работающего обусловлено термическим эффектом (превращением энергии ультразвука в тепловую энергию) и механическим “кавитационным” эффектом (сжатием и растяжением тканей, вследствие чего возникает переменное акустическое давление).

Предельно допустимый уровень УЗ в производственных условиях не должен превышать 110 дБ (СанПиН 2.2.4./2.1.8.582-96). Противопоказания для работы в «ультразвуковых» профессиях являются заболевания периферической нервной системы, облитерирующие заболевания артерий и периферический ангиоспазм.

Профилактика неблагоприятного действия УЗ. Разработка и внедрение нового шумобезопасного оборудования, применение дистанционного управления источниками ультразвука; использование звукопоглощающих кожухов и экранов генератора, кабеля и преобразователя ультразвука; организация двух регламентированных перерывов: 10-минутный после 1 - 1,5 час от начала работы до и 15-минутный через 1,5 – 2 час после обеденного перерыва; производственная гимнастика, после работы – массаж рук, тепловые (37-38°С) водные процедуры, УФ-облучение; использование средств индивидуальной защиты

– нарукавники, рукавицы или перчатки (наружные резиновые и внутренние хлопчатобумажные) и противошумы; введение в рацион питания или прием дополнительных количеств витаминов С и группы В; проведение предварительных и ежегодных периодических профилактических медицинских осмотров работающих.

Производственный инфразвук

Инфразвук (ИЗ) - акустические колебания в диапазоне частот ниже 20 Гц, не воспринимаемые ухом человека. ИЗ характеризуется большой длиной волны, малой частотой колебаний, способностью распространяться на большие расстояния. ИЗ на производстве возникает при работе крупногабаритных машин и механизмов: компрессоров, кондиционеров, промышленных вентиляционных систем, грузового транспорта, доменных и мартеновских печей. В условиях производства ИЗ, как правило, сочетается с низкочастотным звуком, а иногда и с низкочастотной вибрацией.

Таблица 14

Предельно допустимые уровни инфразвука на рабочих местах (СН 2.2.4/2.1.8.583-96)

Вид работ в производственных помещениях	**Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц**				**Общий уровень звукового давления, дБ**
	2	**4**	**8**	**16**	
Работы различной степени тяжести	100	95	90	85	100
Работы различной степени интеллектуально-эмоциональной напряженности	95	90	80	75	90

Биологическое действие ИЗ высокой интенсивности проявляется в угнетении психо-эмоционального состояния человека, сенсорно-соматовегетативном висцеральном дискомфорте (ощущении вибрации грудной и брюшной стенок, нарушении ритма дыхания, закладывании и давлении в ушах, головной боли, головокружении, тошноте, затруднении при глотании, тре-

море рук, ознобе, ощущении необъяснимого страха и беспокойства, сменяющемся чувстве усталости, утомления, вялости и рассеянности), нарушении функций центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, вестибулярного аппарата; снижении слуха. Предельно допустимые уровни ИЗ на рабочих местах дифференцированы с учетом тяжести и интеллектуально-эмоциональной напряженности работы (СН 2.2.4/2.1.8.583-96) (табл. 14). Допустимой нормой ИЗ принят уровень 105 дБ в октавных полосах 2-16 Гц. Для колеблющегося во времени и прерывистого ИЗ уровни звукового давления не должны превышать 120 дБ.

Профилактика неблагоприятного действия инфразвука. Снижение его в источнике за счет применения малогабаритных машин, инфразвукоизоляции и -поглощения, глушителей ИЗ; рациональный режим труда и отдыха – введение 20 мин перерывов через каждые 2 часа работы, организация комнат психологической разгрузки, использование средств индивидуальной защиты (противошумные наушники, вкладыши, специальные пояса, уменьшающие колебания внутренних органов), проведение предварительных и ежегодных периодических профилактические медицинских осмотров работающих, которые должны проводиться раз в год с участием терапевта, невролога и оториноларинголога с обязательным проведением аудиометрии.

Классы условий труда при производственных акустических воздействиях представлены в табл. 15.

Таблица 15

Классы условий труда в зависимости от уровней шума, вибрации, инфра- и ультразвука на рабочих местах

Фактор, дБ	Класс условий труда					
	Допустимый	Вредный				Опасный (экстремальный)
		3.1	3.2	3.3	3.4	
Шум, дБА	≤ ПДУ	5	15	25	35	> 35
Вибрация локальная	≤ ПДУ	3	6	9	12	> 12
Вибрация общая	≤ ПДУ	6	12	18	24	> 24
Инфразвук	≤ ПДУ	5	10	15	20	> 20
Ультразвук воздушный	≤ ПДУ	10	20	30	40	> 40
Ультразвук контактный	≤ ПДУ	5	10	15	20	> 20

Нетоксичная производственная пыль (аэрозоли)

Нетоксичная пыль оказывает различное действие на организм в зависимости от ее химического состава, способа образования и величины пылевых частиц. Производственную пыль классифицируют по происхождению – на *органическую* (растительная, животная, искусственная, микроорганизмы и продукты их распада), *неорганическую* (минеральная, металлическая) и *смешанную* (минерально-металлическая, органическая и неорганическая) пыль; по размеру частиц (дисперсности) - на *видимую* (частицы свыше 10 мкм), *микроскопическую* (с размером частиц от 10 до 0,25 мкм) и *ультрамикроскопическую* (с размером частиц менее 0,25 мкм); по способу образования – аэрозоли *дезинтеграции*, образующиеся при дроблении, растирании, шлифовке, прочих процессах разрушения твердых материалов и транспортировке сыпучих веществ и аэрозоли *конденсации*, всегда мелкодисперсные, чаще всего образующиеся при охлаждении и конденсации паров металлов и неметаллов.

Присутствие пылевых частиц в воздухе во взвешенном состоянии зависит от размеров, электрического заряда, влажности пылевых частиц, подвижности воздуха и других факторов.

Чем меньше величина пылевых частиц, тем дольше они находятся в воздухе. С увеличением дисперсности аэрозоля резко возрастает удельная поверхность на единицу объема частиц (так, измельчение 1 $см^3$ твердого вещества до частиц размером 0,1мкм увеличивает общую поверхность вещества в 100000 раз), что увеличивает способность пыли адсорбировать газы, в том числе токсические (окись углерода, окислы азота, хлор и др.), а также кислород. Поэтому при больших концентрациях мелкодисперсная пыль легко воспламеняется и может быть взрывоопасной (особенно органические пыли).

Растворимость пыли в воде и тканевых жидкостях имеет двоякое значение. Так, растворимость токсической пыли усиливает ее вредное действие. Хорошая растворимость нетоксической пыли способствует быстрому выведению ее из организма. Наоборот, слабая растворимость пыли способствует ее накоплению и развитию пневмокониоза.

Электрозаряженность пылевых частиц определяет время нахождения их в воздухе: преобладание в аэрозоле положительно и отрицательно заряженных частиц ускоряет агломерацию (укрупнение) и осаждение пылинок. Электрозаряженная пыль в 2-8 раз интенсивнее задерживается в дыхательном тракте. Установлено влияние электрозаряженных пылинок на активность фагоцитоза.

Определенное значение имеют также форма и степень твердости пылевых частиц, которая, практически не влияя на биологическую активность, может вызывать механическое повреждение биологической ткани (пыль, содержащая частицы с острыми гранями - пыль от слюды, стекловолокон и др.). Форма пылевых частиц влияет на устойчивость аэрозоля. Пылинки сферической формы быстрее выпадают в осадок, но легко проникают в легкие и лучше фагоцитируются.

Важное значение имеет структура пылевых частиц: аморфная двуокись кремния SiO_2 обладает меньшей биологической активностью, чем кристаллическая. Разновидности SiO_2 (кварц, тридилит и кристоболит), имеющие одинаковую химическую формулу, но разное кристаллическое строение, характеризуются различной фиброгенной активностью.

По конечному повреждающему действию на организм (уровню пневмофиброгенной активности) производственные аэрозоли можно разделить на 3 группы: аэрозоли с высоким и умеренным уровнем фиброгенного действия, аэрозоли со слабофиброгенным действием и аэрозоли, оказывающие токсико-аллергенное действие (общетоксическое, раздражающее, аллергизирующее, сенсибилизирующее, канцерогенное, мутагенное действие, а также влияющие на репродуктивную функцию).

Наиболее выраженным ***фиброгенным свойством*** обладает кварцевая пыль, содержащая SiO_2 в свободном состоянии, все виды смешанной с SiO_2 пыли, пыль неорганических соединений бериллия, асбестовая пыль.

Особенности фиброгенной пыли: плохая растворимость в воде; наличие электрического заряда пылинок; кристаллическое строение; медленное осаждение из воздуха; неправильная (несферическая) форма частиц; средняя дисперсность.

Наиболее тяжелые и распространенные пылевые профессиональные заболевания – пневмокониозы, которые в зависимости от вида воздействующей пыли подразделены на 6 групп. Основной синдром любого пневмокониоза - фиброз (склероз) легочной ткани. Он носит характер узелкового фиброза (при силикозе или бериллиозе) или диффузного разрастания соединительной ткани в легких – при многих других формах пневмокониоза. Следствием склероза является очаги эмфиземы и ателектаза в легочной ткани. Развивается легочная, а затем и сердечная недостаточность. Больные жалуются на одышку, кашель (часто с выделением мокроты), боли в груди, быструю утомляемость.

Силикоз является наиболее распространенным и тяжелым по течению пневмокониозом. Он развивается в результате вдыхания кварцевой пыли, содержащей свободную двуокись кремния. Эта форма болезни часто регистрировалась у рабочих горнорудной (бурильщики, забойщики и др.) и машиностроительной (пескоструйщики, обрубщики и др.) промышленности, в производстве огнеупорных материалов, размоле песка, обработке гранита.

Силикатозы развиваются в результате вдыхания пыли, содержащей двуокись кремния в связанном состоянии с другими элементами (магний, кальций, железо, алюминий и др.). Среди силикатозов чаще всего встречаются асбестоз, талькоз, каолиноз и др. Развитие силикатозов возможно при добыче и получении силикатов, их обработке и применении. Эти заболевания характеризуются преимущественно более легким течением.

Металлокониозы — заболевания, возникшие вследствие воздействия пыли различных металлов. Наиболее благоприятно течение металлокониозов, развившихся в результате накопления в легких рентгеноконтрастной пыли. Эти пневмокониозы не прогрессируют после прекращения контакта с пылью. Более тяжелой формой заболевания является бериллиоз, связанный с воздействием пыли нерастворимых соединений бериллия. При данном заболевании наблюдается развитие диффузного легочного гранулематоза (наличие в легких узелков) с наличием ин-

терстициального фиброза (диффузное изменение легочного рисунка).

Карбокониозы обусловлены воздействием разновидностей углеродсодержащей пыли (уголь, сажа, кокс, графит). При этих формах заболеваний преимущественно наблюдается интерстициальный и мелкоочаговый фиброз легких. Среди карбокониозов наиболее распространен антракоз, развивающийся в результате вдыхания угольной пыли. Тяжелый физический труд способствует быстрому возникновению и более тяжелому течению пневмокониоза.

Пневмокониозы, развившиеся вследствие вдыхания смешанных пылей с высоким содержанием кварца, по клиническому течению близки к силикозу, но отличаются меньшей наклонностью к прогрессированию. Они регистрируются чаще всего у шахтеров угольных и железорудных шахт, в керамической и фарфорофаянсовой промышленности, в производстве шамота и других огнеупорных изделий.

Особое место занимают аэрозоли биологически высокоактивные веществ (витаминов, гормонов, антибиотиков, веществ белковой природы).

Пыль может способствовать микробной и грибковой обсемененности воздуха. Многие виды животной и растительной пыли являются носителями разнообразных грибов, бактерий, яиц гельминтов и др. Например, большое количество микроорганизмов (стафилококки, стрептококки) содержится в мучной пыли, что способствует распространению воздушно-капельных инфекций. Производственная пыль может быть причиной заболеваний органов дыхания (бронхиты, трахеиты, пневмонии), заболеваний глаз (конъюнктивиты, кератиты), поражений кожи (шелушение, фурункулез, дерматиты, экземы и др.).

ПДК аэрозолей в производственных условиях варьирует в зависимости от наличия и содержания свободной SiO_2 в воздухе рабочей зоны (от 10 до 1 мг/м^3). Класс условий труда считается допустимым, если уровень ПДК и критическая пылевая нагрузка (КПН) для пылей с ПДК $\leq$ 1 мг/м^3 не превышен (табл. 16).

Таблица 16

Классы условий труда в зависимости от содержания в воздухе аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (Р 2.2.2006-05)

Показатель	Вредные условий труда –3-й класс			
	3.1	**3.2**	**3.3**	**3.4**
Концентрация пыли	Кратность превышения ПДК			
	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-10	>10
Пылевая нагрузка	Кратность превышения КПН			
	1,1-1,5	1,6-3,0	3,1-5	>5

Профилактика профессиональных пылевых заболеваний. Внедрение непрерывной технологии, использование новых технологий; автоматизация и механизация производственных процессов; применение дистанционного управления механизмами; использование пневмотранспорта: перемещение материалов по трубам с помощью сжатого воздуха, герметизация и укрытие сплошными пыленепроницаемыми кожухами оборудования, содержащего пылящие материалы, мест размола, транспортировки; переработка сырья во влажном состоянии, в виде паст, эмульсий, использование воды с пылеулавливающими добавками при всех операциях, сопровождающихся образованием и выделением пыли; организация местной механической вытяжной вентиляции в виде отсасывающих устройств, устанавливаемых на оборудовании в местах вероятных выделений пыли, и общеобменной приточной вентиляции для разбавления аэрозоля; применение средств индивидуальной защиты (респираторы одноразового использования или со сменными фильтрами, противопылевые очки и специальная одежда из пылеотталкивающей ткани; УФ-облучение в фотариях, щелочные ингаляции, дыхательная гимнастика, организации лечебно-профилактического питания с добавлением метионина и витаминов с целью нормализации белкового обмена и торможение развития фиброзного процесса, проведение предварительных и периодических (2 раза в год) медицинских осмотров с обязательной рентгенографией легких, крупнокадровой флюорографией и проверкой функции внешнего дыхания.

Лабораторная работа
I. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАПЫЛЕННОСТИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Задание студенту:

1. Дать заключение о пылевом загрязнении воздуха производственных помещений по результатам лабораторных исследований. Предложить мероприятия по снижению пылевого загрязнения воздуха.

2. Решить ситуационную задачу по определению уровня запыленности производственных помещений химико-фармацевтического предприятия или аптеки, дать заключение о пылевом загрязнении воздуха, при необходимости предложить мероприятия по снижению пылевого загрязнения воздуха.

Методика работы

1. Ознакомиться с имеющимися в учебной комнате образцами поглотительных приборов, фильтров, устройством и принципами работы аппаратов, используемых для отбора проб воздуха на газы и пыль (электрического аспиратора с реометрами).

2. *Определение и оценка запыленности воздуха производственного помещения.* Исходя из условий ситуационной задачи, рассчитать запыленность воздуха. Расчет количества пыли по формуле:

$$\mathbf{X = (A_2 - A_1) / V \bullet 1000,}$$

где **X** - запыленность воздуха, мг /м^3;

A_2 - вес фильтра с пылью после отбора пробы, мг;

A_1 - вес фильтра до отбора пробы, мг;

V - объем протянутого воздуха, л.

3. *Произвести гигиеническую оценку степени запыленности воздуха* на основе сопоставления результатов анализов воздуха с ПДК аэрозоля в воздухе рабочей зоны.

Заключение *(образец):* Проведенный анализ показал, что в воздухе производственного помещения содержится … мг/м^3 пыли, что ниже или превышает величину ПДК пыли в воздухе рабочей зоны. Необходимо указать меры по снижению запы-

ленности воздуха помещения (например, организация рациональной вентиляции в производственных помещениях).

II. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ ШУМА В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПОМЕЩЕНИИ

Задания студенту:

1. Произвести ориентировочную производственного оценку шума методом исследования разборчивости речи.

2. Решить ситуационную задачу по оценке интенсивности шума и его спектрального состава, оценить уровень звукового давления, предложить мероприятия по снижению шума.

Методика работы

1. *Ориентировочная оценка громкости шума* может производиться методом исследования разборчивости речи. На фоне работающего источника шума один из присутствующих (человек с хорошей дикцией) произносит громким голосом 50 четырех-пятизначных чисел: например, 58345, 2487, …, остальные записывают их, находясь на расстоянии 1,5 м от диктора. Если из 50 чисел правильно записано не менее 40, это свидетельствует об удовлетворительной разборчивости речи, которая характерна для шума, не превышающего допустимого уровня громкости.

2. *Оценка интенсивности шума и его спектрального состава* (по условиям ситуационной задачи). Спектральный состав шума по уровням звукового давления в октавных полосах частот: 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц нужно сравнить с гигиеническими нормативами для производственных помещений разного назначения, данные эквивалентных уровней звука в децибелах А (дБА) позволяют определять повышение допустимых уровней шума без спектрального анализа его в октавных полосах.

Оценить общий уровень шума по уровням звукового давления в производственном помещении (находится в пределах гигиенической нормы или превышает допустимую величину).

Указать пределы частот с чрезмерным уровнем звукового давления.

Пример. В помещении здравпункта машиностроительного завода произведено измерение уровня шума. Получены уровни шума в октаве 63 Гц – 70 дБ, 125 Гц – 60 дБ, 250 Гц – 60 дБ, 500 Гц – 65 дБ, 1000 Гц – 60 дБ, 2000 Гц – 48 дБ, 4000 Гц – 40 дБ, 8000 Гц – 35 дБ.

Для графического сопоставления фактических уровней шума с ПДУ нужно построить спектрограмму (рис. 6) или создать таблицу, куда внести по каждой октаве величины измеренных уровней шума и ПДУ. При анализе спектрограммы делаем вывод, что имеется превышение как общего шума, так и уровней звукового давления на частотах 250-2000 Гц.

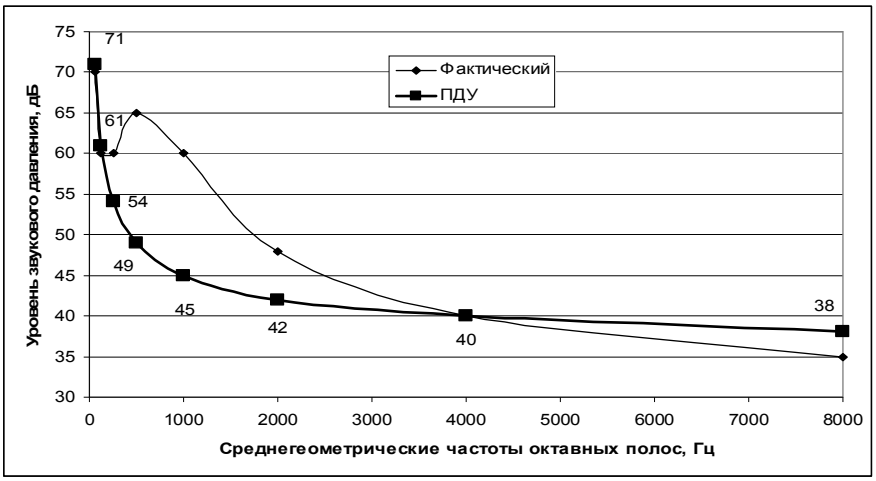


Рис. 6. Спектрограмма шума (сравнение величин ПДУ и фактических уровней шума в октавах)

Перечислить необходимые меры профилактики производственного шума с учетом условий ситуационной задачи.

Тема 2. Гигиена труда при использовании источников ионизирующих излучений в медицине

Цель работы: освоить методы дозиметрии и гигиенической оценки ионизирующего излучения; принципы профилактики и защиты при работе с источниками ионизирующего излучения.

Вопросы теории: применение ионизирующего излучения и радиоактивных веществ в медицине; основной радиационный фактор у работников рентгенодиагностических кабинетов, врачей-рентгенологов, у работающих при проведении лучевой терапии, при работе с открытыми источниками излучения, радиоизотопной диагностике; принципы радиационной безопасности и радиационный контроль (дозиметрия); принципы защиты в производственных условиях.

Студент должен:

знать: механизм поражения ионизирующим излучением, риски и опасности хронического облучения и переоблучения, принципы радиационной безопасности, основные регламентируемые величины техногенного облучения для персонала, виды доз и единицы их измерения, относительная биологическая эффективность разных видов излучения; радиочувствительность органов и тканей, методы дозиметрии; принципы расчета стационарной защиты на основе допустимой мощности дозы; понятие «свинцовый эквивалент» для различных материалов экрана; классификацию работ с открытыми источниками в зависимости от группы радиотоксичности и активности изотопа на рабочем месте.

уметь: рассчитывать мощность дозы, получаемой при работе в рентгеновском кабинете с учетом радиационного выхода и рабочей нагрузки рентгеновского аппарата, коэффициента направленности излучения и других характеристик условий труда и допустимой мощности дозы в воздухе; давать гигиеническую оценку облучения персонала на основе сравнения рассчитанной мощности дозы и допустимой мощности дозы; рассчитывать необходимую кратность ослабления рентгеновского излучения.

Применение ионизирующего излучения и радиоактивных веществ в медицине

Широкое использование в медицинской практике радиоактивных веществ и источников ионизирующих излучений связано с возможностью облучения медицинского и инженерно-технического персонала при работе с источниками, санитарном обслуживании «радиоактивных» больных, проведении дозиметрических, текущих ремонтных и профилактических работ. Источники ионизирующего излучения применяются с целью медицинской визуализации (позитронно-эмисионная томография, однофотонная эмиссионная компьютерная томография, гамма-камера) и терапии (радиационная онкология, томотерапия, протонная терапия, брахитерапия, нейтрон-захватная терапия и пр.).

С точки зрения безопасности работы персонала различают:

1) работа с закрытыми источниками:

1. дистанционная рентгено- и γ-терапия и терапия с помощью излучений высоких энергий (ускорители).

2. внутриполостная, внутритканевая (^{60}Co, ^{90}Y, ^{198}Au) и аппликационная (^{32}P, $^{90}Sr+^{90}Y$, ^{147}Pr, ^{204}Tl) терапия с помощью закрытых источников.

3. рентгенография, рентгеноскопия.

Степень опасности переоблучения персонала при работе с закрытыми источниками зависит в основном от технологического процесса. Дистанционная терапия в комбинации с надежной стационарной системой защиты (комплексная механизация процесса работы с радионуклидами) исключает радиационную опасность, ручная подготовка и перекладка источников при разрыве теневой защиты, манипуляции по введению и извлечению препаратов, транспортировка больных имеет меньшую степень надежности. Фоновые дозовые нагрузки персонала при рентгенографии и рентгеноскопии обусловлены физико-техническими условиями (сила тока и напряжение на трубке, условия фильтрации первичного пучка излучения, размер поля облучения, регулируемого диафрагмой), квалификацией персонала, средствами индивидуальной защиты, условиями организации труда, общая нагрузка работ по диагностики. При всех

технологических схемах применения закрытых источников дозы тотального облучения персонала не превышают 20% дозового предела (ДП).

2). Работа с открытыми источниками - лучевая терапия и диагностика с помощью радиофармацевтических препаратов (^{32}P, ^{131}I, ^{198}AU). При лучевой терапии открытыми источниками наряду с внешним облучением имеется опасность дополнительного внутреннего облучения как при процессе их подготовки (вскрытие транспортных контейнеров, фасовка растворов) и введении, так и при выделении нуклидов больными в окружающую среду.

Характеристика факторов радиационной опасности при использовании различных источников излучения в медицине приведена в табл. 17.

Основными компонентами радиационного воздействия являются: рентгеновское излучение относительно невысоких энергий генерирования (10—80 кВ) от диагностических аппаратов; излучения с энергией от рентгенотерапевтических аппаратов; альфа- и бета-излучения от радиоактивных веществ, используемых с лечебной целью; гамма -излучения терапевтических аппаратов с источником кобальта-60.

Основным радиационным фактором у работников рентгенодиагностических кабинетов является внешнее рентгеновское излучение, характеризующееся сравнительно небольшой энергией генерирования и неравномерным распределением доз облучения отдельных участков тела. У врачей-рентгенологов преимущественному облучению подвергается голова, грудь и особенно руки. Неравномерность облучения выражена при ангиографии, бронхографии, орографии, работе с переносными и дентальными аппаратами. При лучевой терапии медицинский персонал работает с гамма-терапевтическими и рентгеновскими установками, ускорителями заряженных частиц, бета-аппликаторами, растворами и коллоидными взвесями радионуклидов (золото-198, йод-131, фосфор-32).

Основным радиационным фактором при лучевой терапии является внешнее гамма- или рентгеновское излучение, прони-

кающее в комнату управления при недостаточной ее изоляции от процедурной.

Таблица 17

Характеристика факторов радиационной опасности при использовании различных источников излучения в медицине

Источники излучения	Факторы радиационной опасности		Возможность внешнего и внутреннего облучения за счет образования радиоактивных отходов
	Внешнее облучение	Внутреннее облучение	
Ускорители тяжелых частиц и электронов с энергией более 15 МэВ	Вид излучения	За счет наведенной активности	Внешнее облучение при сборе для захоронения отработанного оборудования
Ускорители электронов с энергией до 15 МэВ	Электроны, тормозное излучение	Нет	Нет
Мощные γ-установки терапевтические	γ-Излучение	Нет	Облучение при сборе для захоронения отработанных источников
Рентгеновские установки	Рентгеновское излучение	Нет	Нет
Закрытые источники излучения терапевтического назначения	γ-Нейтроны	При разгерметизации источников	Внешнее облучение при сборе для захоронения непригодных источников
Открытые радиоизотопные источники терапевтического назначения	γ-Излучение	За счет технологии использования: (выделения от больных, остатки загрязненного препарата и инструментарий)	Внешнее и внутреннее облучение за счет загрязненных материалов и инструментов, выделения от больных
Открытые радиоактивные препараты диагностического и экспериментального назначения	γ- и β-Излучения	То же	То же
Радонотерапия	γ-Излучение	За счет радона и продуктов его распада	Внешнее и внутреннее облучение при сборе уборочного инвентаря, загрязненного оборудования

При работе с открытыми источниками ионизирующих излучений, имеется потенциальная опасность попадания радионуклида внутрь организма и его инкорпации: йод-131, избирательно поглощаясь в тканях щитовидной железы, вызывает нарушение ее функции; фосфор-32 вызывает изменения в костном мозге и крови; золото-198 вызывает патологические изменения в печени, селезенке, лимфатических узлах. При выполнении работ по радиоизотопной диагностике с открытыми источниками облучению могут подвергаться работники, которые вручную фасуют и транспортируют радиофармацевтические препараты, вводят их больным путем инъекций (дозы облучения рук могут достигать 27—135 рентген в год).

Нормирование осуществляется по СП 2.6.1.2523-09.

Основные принципы радиационной безопасности:

1). *Принцип нормирования* - непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения;

2). *Принцип обоснования* – запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риска возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному 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 ионизирующего излучения.

НРБ установлены нормативы для двух категорий облучаемых лиц: персонала (категория А – лица, работающие с источниками излучения – профессиональное облучение) и лица из персонала (категория Б – лица, находящиеся по условиям работы в сфере воздействия техногенных источников излучения).

Основные регламентируемые величины техногенного облучения для облучаемых лиц (табл. 18)**:**

1 класс – основные пределы доз (ДП).

2 класс – допустимые уровни многофакторного воздействия для одного радионуклида или одного вида внешнего излу-

чения, пути поступления, являющиеся производными от основных пределов доз (пределы годового поступления, допустимые среднегодовые объемные и удельные активности);

3 класс – контрольные дозы и уровни, устанавливаемые администрацией учреждения по согласованию с органами Госсанэпиднадзора.

Таблица 18

Основные пределы доз, мЗв (СанПиН 2.6.1.1192-03)

Нормируемые величины	Пределы доз		
	Персонал группы А	Персонал группы Б	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	5 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 12,5 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год в хрусталике,	150 мЗв	38 мЗв	15 мЗв
коже,	500 мЗв	125 мЗв	50 мЗв
кистях и стопах	500 мЗв	125 мЗв	50 мЗв

За соблюдением безопасных условий труда осуществляется ***радиационный контроль***. Контролю подлежат ускорители заряженных частиц, рентгеновские аппараты, гамма-установки, ядерные реакторы. В функции радиационного контроля также входит получение информации об уровнях облучения персонала и пациентов рентгенорадиологических учреждений и радиационной обстановке в окружающей среде. Радиационный контроль осуществляется службой радиационной безопасности, соответствующими отделениями санитарно-эпидемиологической и ведомственной службы с применением приборов и методик радиационного контроля и расчетных методов.

Дозиметрия

Дозиметрия – это измерение и/ или расчет дозы. Виды доз и их единицы измерения представлены в табл.19. Для расчета эквивалентной дозы (Н) используют величину измеренной (или рассчитанной) поглощенной дозы с учетом относительной биологической эффективности (ОБЭ) излучения, выраженной в величину средневзвешенного коэффициента (табл. 20).

Таблица 19

Виды доз ионизирующего излучения и единицы измерения

Активность источника излучения	**Доза экспозиционная (X)**	**Доза поглощенная (D)**	**Доза эквивалентная (H)**	**Доза эффективная ($E_{эфф.}$)**
Источник	Поле (поток излучения)	Вещество (любой объект) ❑	**Тело, орган, ткань**	**Тело как сумма органов и тканей**
Беккерель (Бк, Bq) 1 Бк = 1 распад/сек	Кулон/килограмм (Кл/кг, C/kg)	Грей (Гр, Gy) 1 Гр = 1 Дж/кг;	Зиверт (Зв, Sv) $H = D_r \times W_r$, W_r – взвешивающий коэффициент излучения r (ОБЭ)	Зиверт (Зв, Sv) $E_{эфф.} = \sum H \cdot W_T$ W_T – взвешивающий коэффициент ткани, органа T
Кюри (Ки, Ci) 1 Ки=$3{,}7 \cdot 10^{10}$ Бк 1 Бк=$2{,}7 * 10^{-11}$Ки	Рентген (P, R) 1P=$2{,}58 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг; 1 Кл/кг=$3{,}88 * 10^{3}$ P	Рад (рад, rad) 1 рад=10^{-2} Гр; Для фотонного излучения 0,88 рад - энергетический эквивалент 1 P	Биологический эквивалент рада (бэр, rem) 1 бэр=10^{-2} Зв 1 Зв=100 бэр	
Характеристика активности источника	Характеристика заражения местности	Не отражает биологический эффект, основная дозиметрическая величина	Мера общего потенциального ущерба здоровью при хроническом облучении	Мера риска стохастических эффектов

Таблица 20

Относительная биологическая эффективность (взвешивающий коэффициент W_r) разных видов излучений[3]

Излучение r	W_r
Фотоны всех энергий	1
Электроны и мюоны всех энергий	1
Нейтроны с энергией до 10 КэВ	5
Нейтроны с энергией 10-100 КэВ	10
Нейтроны с энергией 100 КэВ – 2 МэВ	20
Нейтроны с энергией до 2-20 МэВ	10
Нейтроны с энергией более 20 МэВ	5
Протоны с энергией более 2 МэВ (кроме протонов отдачи)	5
а-частицы, осколки деления и другие тяжелые ядра	20

[3] Введены международной комиссией по радиационной защите (МКРЗ) (International Commission on Radiological Protection)

Для оценки риска отдаленных последствий за счет различного влияния облучения на разные органы (в условиях равномерного облучения всего тела) введено понятие эффективной эквивалентной дозы $E_{эфф.}$, учитывающей радиочувствительность органа/ ткани. При одинаковой эквивалентной дозе риск возникновения рака в легких выше, чем в щитовидной железе, а облучение половых желез особенно опасно из-за риска генетических повреждений. Поэтому дозы облучения разных органов и тканей следует учитывать с разным коэффициентом радиационного риска. Умножив значение эквивалентной дозы на соответствующий коэффициент радиационного риска и просуммировав по всем тканям и органам, получим *эффективную дозу*, отражающую суммарный эффект для организма (табл. 21).

Таблица 21

Коэффициент радиационного риска (взвешивающий коэффициент) w_T для органов и тканей[1]

Ткань или орган T	w_t	Ткань или орган T	w_t
Половые железы	0,20	Молочные железы	0,05
Красный костный мозг	0,12	Щитовидная железа	0,05
Толстый кишечник	0,12	Мочевой пузырь	0,05
Легкие	0,12	Поверхность костей	0,01
Желудок	0,12	Кожа	0,01
Печень	0,05		
Пищевод	0,05	Остальное	0,05

Примечание: «Остальное» включает надпочечники, головной мозг, экстраторокальный отдел органов дыхания, тонкий кишечник, почки, мышечную ткань, поджелудочную железу, селезенку, вилочковую железу и матку. В тех исключительных случаях, когда один из перечисленных органов или тканей получает эквивалентную дозу, превышающую самую большую дозу, полученную любым из двенадцати органов или тканей, для которых определены взвешивающие коэффициенты, следует приписать этому органу или ткани взвешивающий коэффициент, равный 0,025, а оставшимся органам или тканям из рубрики «Остальное» приписать суммарный коэффициент, равный 0,025.

Предел индивидуального пожизненного риска в условиях нормальной эксплуатации для техногенного облучения в течение года персонала принимается округленно $1{,}0*10^{-3}$, а для населения - $5{,}0*10^{-5}$.Уровень пренебрежимого риска разделяет

область оптимизации и безусловно приемлемого риска и составляет 10^{-6}.

Коллективная эффективная эквивалентная доза (S) - мера коллективного риска возникновения стохастических эффектов облучения; она равна сумме индивидуальных эффективных доз $E_{эфф.}$ или произведению числа лиц, получивших дозу $E_{эфф.}$, на величину дозы $E_{эфф}$. Единица эффективной коллективной дозы - человеко - зиверт (чел.-Зв).

Методы дозиметрии

Измерение дозы осуществляется дозиметрами с применением физических, химических методов и их сочетания. В отличие от радиометрии, характеризующей активность в источнике, дозиметрия позволяет выявить пропорциональные поглощенной дозе эффекты взаимодействия ионизирующего излучения с веществом.

Ионизационные методы (диапазон доз 10^{-8}-10^{6} Гр) основаны на выявлении эффекта ионизации в веществе с применением ионизационных камер, в которых в качестве поглотителя излучения используется газ (в дозиметрии фотонного излучения – воздух, нейтронного излучения – стенки детектора и газ, эквивалентные биологической ткани), а измеряемая величина – ионизационный ток. В индивидуальной дозиметрии используют газовые ионизационные камеры конденсаторного типа в форме карандашей.

Люминесцентный метод основан на выявлении немедленного свечения некоторых люминофора, например, сульфата цинка, платиносинеродистого бария, органических сцинтилляторов – стильбена, антрацена.

Радиолюминесцентные методы (диапазон доз 10^{-8}-10^{4} Гр) (УФ- , ИК- и термолюминесценция) основаны на выявлении свечения люминофоров, отдающих энергию в виде света только после воздействия инициирующего фактора (в фотолюминесценции инициатор - УФ-свет, люминофор – стекла, содержащие примеси солей двухвалентного железа; в термолюминесценции инициатор – тепло, люминофор – фтористый литий, активированный марганцем).

Химические методы (диапазон доз 10^{-2} - 10^{8} Гр) основаны на количественном определении числа образовавшихся, распавшихся или каким-либо иным образом изменившихся молекул, атомов или ионов облученного вещества[4] при поглощении 100 эВ излучения. Фотографический метод (диапазон доз от 10^{-4} до 10^{2} Гр) основан на выявлении степени потемнения фотопленки в результате восстановления серебра из его галоидных соединений под действием ионизирующего излучения.

Расчет получаемой работником мощности дозы рентгеновского излучения при работе в рентгеновском кабинете. Мощность дозы полученного работником облучения:

$$D_0 = (10^3 * K_R * W * N) / ([(t * n) * r^2)]$$

где 10^3 – коэффициент перевода мГр в мкГр; K_R - радиационный выход рентгеновского аппарата (мГр * $м^2$/ мА * мин.); W – рабочая нагрузка рентгеновского аппарата (мА * мин.)/ нед.; N – коэффициент направленности излучения (относительные единицы); t – значение времени работы рентгеновского аппарата (часы) (t = 30 час./нед. нормировано для категории А); n - коэффициент сменности, учитывающий возможность двухсменной работы рентгеновского аппарата и связанную с ней продолжительность облучения персонала группы Б (n = 1 при односменной работе персонала категории А, n = 2 при двухсменной работе персонала категории Б); r - расстояние от фокуса рентгеновской трубки до точки расчета (м).

---

[4] Это растворы красителей в воде (метиленового голубого) или в органических растворителях (кристаллического фиолетового в метилэтилкетоне); O_2, воздух, N_2O, CH_4, C_2H_6 и другие газы; циклогексан, бензол и другие органические жидкости; полимерные материалы; неорганические стекла различного состава; полимеры с добавлением красителей – т.н. цветовые индикаторы дозы (диацетат целлюлозы с бордо-4С, целлофан с тиазиновым красным). Фотографический метод[4] (диапазон доз от 10^{-4} до 10^{2} Гр) основан на выявлении потемнения фотопленки в результате восстановления серебра из его галоидных соединений под действием ионизирующего излучения.

Радиационный выход рентгеновского аппарата – это отношение мощности воздушной кермы[5] в первичном пучке рентгеновского излучения на расстоянии 1 м от фокуса трубки, умноженной на квадрат этого расстояния (1^2), к силе анодного тока. Величина радиационного выхода аппарата должна быть указана в технической документации конкретного излучателя, может быть измерена дозиметром ДРК-1[6] или выбрана из табл. 22.

Таблица 22

Значение радиационного выхода K_R в зависимости от анодного напряжения рентгеновской трубки на расстоянии 1 м от ее фокуса

Анодное напряжение U (кВ)	40	50	70	75	100	150	200	250
Радиационный выход K_R (мГр*м^2/мА*мин.)	2,0	3,0	5,6	6,3	9	18	25	20

Примечание: анодное напряжение постоянное, сила анодного тока = 1 мА, фильтр – 2 мм Al, для 250 кВ – 0,5 мм Cu.

Рабочая нагрузка рентгеновского аппарата зависит от регламентированной длительности исследования и стандартного анодного напряжения аппарата (табл.23).

Коэффициент направленности излучения N учитывает вероятность направления первичного пучка рентгеновского излучения и устанавливается в зависимости от того, является ли источник излучения аппарата стационарным (фиксированным) или подвижным (табл. 24).

---

[5] Ке́рма (англ. **kerma** = «**k**inetic **e**nergy **r**eleased in **ma**terial») - сумма начальных кинетических энергий всех заряженных частиц, освобождённых незаряженным ионизирующим излучением (фотоны, нейтроны) в образце вещества, отнесённая к массе образца: $K = dE_{tr}/ dm$, где dE_{tr} - переданная заряженным частицам энергия, dm – масса образца. Керма примерно равна поглощённой дозе при низких энергиях первичного излучения, намного выше поглощённой дозы - при высоких энергиях, поскольку часть энергии уносится из поглощающего объёма в форме рентгеновского тормозного излучения или быстрых электронов. Единица кермы, как и поглощённой дозы - джоуль на килограмм, или грэй, Гр (англ. gray, Gy); 1 Гр = 1 Дж/кг.

[6] Рекомендован к применению в медицинской практике Комитетом по новой медицинской технике Минздрава России (протокол № 29/4-165-98 от 22.01.98) для определения эффективной дозы облучения пациентов при медицинских рентгенологических исследованиях, измерения радиационного выхода рентгеновского излучения и мониторинга работы медицинских рентгеновских аппаратов.

Таблица 23

Рабочая нагрузка W и анодное напряжение U
(для расчета стационарной защиты рентгеновского кабинета

Рентгеновская аппаратура	Рабочая нагрузка W (мА*мин./нед.)	Анодное напряжение U, кВ
Рентгенофлюорографический аппарат с люминесцентным экраном и оптическим переносом изображения (пленочный, цифровой)	1000*	100
Рентгенофлюорографический малодозный аппарат со сканирующей линейкой детекторов (цифровой)	2000*	100
Рентгенофлюорографический малодозный аппарат с УРИ, ПЗС-матрицей (цифровой)	50	100
Рентгенодиагностический аппарат (цифровой)	1000	100
Рентгенодиагностический комплекс с полным набором штативов на 3 рабочих места	1000	100
Рентгеновский аппарат для рентгеноскопии (1-е рабочее место – поворотный стол-штатив ПСШ)	1000	100
Рентгеновский аппарат для рентгенографии (2-е и 3-е рабочие места – стол снимков и стойка снимков)	1000	100
Ангиографический комплекс	400	100
Рентгеновский компьютерный томограф (КТ)	400	125
Хирургический передвижной аппарата с УРИ	200	100
Палатный рентгеновский аппарата	200	90
Рентгеноурологический стол	400	90
Рентгеновский аппарат для литотрипсии	200	90
Маммографический рентгеновский аппарат	200	40
Рентгеновский аппарат для планирования лучевой терапии (симулятор)	200	100
Аппарат для близкодистанционной рентгенотерапии	5000	100
Аппарат для дальнедистанционной рентгенотерапии	12000	250
Остеоденситометр для всего тела	200	номинал
Остеоденситометр для конечностей	100	70
Остеоденситометр для всего тела и его частей, широкий пучок излучения, двумерный цифровой детектор	50	номинал

Примечание: * - при комплектации флюорографа защитной кабиной рабочая нагрузка рассчитывается с учетом защитного материала. Для аппаратов, не вошедших в табл.21, а также при нестандартном применении перечисленных типов аппаратов W рассчитывается по значению фактической экспозиции при стандартизированных значениях анодного напряжения. Для рентгеновских аппаратов, в которых максимальное анодное напряжение ниже указанного в табл.21, при расчетах и измерениях необходимо использовать максимальное напряжение, указанное в технической документации на аппарат.

Таблица 24

Значения коэффициента направленности излучения аппарата

Направление пучка излучения	N
Стационарный источник излучения (рентгеновский аппарат): - Первичный пучок - Другие места, где излучение рассеяно	 1 0,05
Подвижный источник излучения (рентгеновский компьютерный и панорамный томографы, сканирующие аппараты)	0,1

Расчет допустимой мощности дозы (ДМД). Значения допустимой мощности дозы в воздухе ДМД (мкГр/ч) рассчитываются, исходя из основных пределов эффективных доз ПД для соответствующих категорий облучаемых лиц (табл. 18) и возможной продолжительности их пребывания в помещениях или территории различного назначения:

$$\text{ДМД} = (10^3 * \lambda * \text{ПД}) / [(t_c * n) * T)]$$

где 10^3 - коэффициент перевода мГр в мкГр; λ - коэффициент перехода от величины эффективной дозы к значению поглощенной дозы в воздухе (мГр/мЗв) (для рентгеновского излучения $\lambda = 1$); t_c - стандартизованная продолжительность работы рентгеновского аппарата в течение года при односменной и 30-часовой рабочей неделе персонала категории А (t_c = 30 ч/ нед. * 50 раб. нед. = 1500 ч/год); n - коэффициент сменности, учитывающий возможность двухсменной работы рентгеновского аппарата и связанную с ней продолжительность облучения персонала группы Б, пациентов и населения, $t_p = t_c * n$; Т - коэффициент занятости помещения, учитывающий максимально возможное время нахождения людей в зоне облучения.

Гигиеническая оценка облучения персонала дается на основе сравнения получаемой мощности дозы D_0 и допустимой мощности дозы (ДМД).

При проектировании стационарной защиты различных помещений используют значения ДМД, коэффициентов занятости Т, сменности n и продолжительности облучения t_p, представленные в табл. 25.

Расстояние от фокуса рентгеновской трубки до точки расчета (r) в формуле мощности дозы D_0 определяется по проектной документации на рентгеновский кабинет. За точки расчета защиты принимаются точки, расположенные: вплотную к внутренним поверхностям стен помещений, прилегающих к процедурной рентгенкабинета или наружным стенам; в расположенном над процедурной помещении на высоте 50 см от пола защищаемого помещения; в расположенном под процедурной помещении на высоте 150 см от пола защищаемого помещения.

Таблица 25

Допустимая мощность дозы рентгеновского излучения за стационарной защитой процедурной рентгеновского кабинета (ДМД), значения параметров T, n, t_p и ПД для помещений и территории различного назначения

Помещение, территория	ДМД, мкГр/ч	T, отн. ед.	n, отн. ед.	t_p, ч/год	ПД, мЗв/год
1. Помещения постоянного пребывания персонала категории А (процедурная, комната управления, комната приготовления бария, фотолаборатория, кабинет врача и др.)	13	1	1	1500	20
2. Помещения, смежные по вертикали и горизонтали с процедурной рентгеновского кабинета, имеющие постоянные рабочие места персонала категории Б	2,5	1	1,3	2000	5
3. Помещения, смежные по вертикали и горизонтали с процедурной рентгеновского кабинета без постоянных рабочих мест (холл, гардероб, лестничная площадка, коридор, комната отдыха, уборная, кладовая и др.)	10	0,25	1,3	2000	5
4. Помещения эпизодического пребывания персонала категории Б (технический этаж, подвал, чердак и др.)	40	0,06	1,3	2000	5
5. Палаты стационара, смежные по вертикали и горизонтали с процедурной рентгенкабинета	1,3	0,25	2	3000	1
6. Территория, прилегающая к наружным стенам процедурной рентгеновского кабинета	2,8	0,12	2	3000	1
7. Жилые помещения, смежные с процедурной рентгеностоматологического кабинета	0,3	1	2	3000	1

При расчете радиационной защиты рентгеностоматологического кабинета, расположенного смежно с жилыми помещениями, в связи с необходимостью обеспечения требований норм радиационной безопасности для населения в пределах рентгеностоматологического кабинета, за точки расчета защиты принимаются точки, расположенные: вплотную к внутренним поверхностям стен рентгеностоматологического кабинета, размещенного смежно по горизонтали с жилыми помещениями; на уровне пола рентгеностоматологического кабинета, при расположении жилого помещения под кабинетом; на уровне потолка рентгеностоматологического кабинета, при расположении жилого помещения над кабинетом.

Основные принципы обеспечения радиационной безопасности при работе с закрытыми источниками ионизирующего излечения

1). Уменьшение мощности источников до минимальных величин (защита количеством);
2). Сокращение времени работы с источниками (защита временем);
3). Увеличение расстояния от источника до работающих (защита расстоянием);
4). Экранирование источников излучения материалами, поглощающими ионизирующее излучение (защита экранами).

Для снижения дозы в случае, когда D_0 > ДМД, до уровня не менее ДМД применяют защитные экраны.

Классификация защитных экранов по назначению:

1. Защитные экраны-контейнеры для хранения радиоактивных препаратов;

2. Защитные экраны для оборудования;

3. Передвижные защитные экраны для защиты рабочего места от рассеянного излучения в рентгенодиагностических кабинетах, рабочего места врача и сестры при введении радиоактивных препаратов в организм больного в радиологических отделениях;

4. Защитные экраны, монтируемые как части строительных конструкций (стены, перекрытия полов и потолков, специальные двери), для защиты помещений, в которых постоянно находится персонал, и прилегающей территории, при этом пульт управления аппаратом размещается в смежном помещении;

5. Экраны как индивидуальные средства защиты персонала и пациентов.

Расчет кратности ослабления рентгеновского излучения производят по формуле:

$$\boxed{K = D_0 / ДМД}$$

где К – кратность ослабления экрана, D_0 – мощность получаемой дозы, ДМД – допустимая мощность дозы.

Оптимальным в настоящее время материалом для защиты от ионизирующего излучения является свинец. Хотя в некоторых случаях возможно применение и других материалов. Расчет толщины экранов из других материалов производят на основе свинцового эквивалента.

Свинцовый эквивалент – это показатель защитных свойств материала по отношению к ионизирующему излучению; выражается толщиной слоя свинца, обеспечивающего при заданных условиях такую же противолучевую защиту, как и рассматриваемый материал. На основе расчета кратности ослабления излучения К определяют свинцовый эквивалент (табл. 26).

Таблица 26

Свинцовые эквиваленты защиты в зависимости от кратности ослабления К рентгеновского излучения и анодного напряжения рентгеновского аппарата

Кратность ослабления К, отн. ед.	Свинцовый эквивалент (мм) при анодном напряжении (кВ) и фильтре					
	2 мм Al					0,5 мм Cu
	50	75	100	150	200	250
	Толщина защиты из свинца, d, Pb, мм					
1	2	3	4	5	6	7
3	0,02	-	0,1	0,16	0,24	0,2
7	0,05	0,11	0,21	0,31	0,46	0,6
10	0,06	0,13	0,25	0,37	0,55	0,7
15	0,08	0,17	0,31	0,46	0,69	1,0
20	0,09	0,2	0,37	0,53	0,8	1,1
25	0,1	0,22	0,42	0,59	0,9	1,3
30	0,11	0,24	0,45	0,62	0,9	1,4
40	0,12	0,28	0,52	0,69	1,1	1,6
50	0,13	0,31	0,58	0,8	1,2	1,9
70	0,14	0,36	0,68	0,8	1,3	2,0
100	0,16	0,41	0,8	1,0	1,5	2,4
150	0,2	0,5	0,9	1,1	1,7	2,7
200	0,2	0,5	1,0	1,2	1,8	3,0
300	0,3	0,6	1,1	1,4	2,0	3,5
400	0,3	0,7	1,2	1,5	2,2	3,8
600	0,3	0,75	1,3	1,7	2,4	4,2
800	0,3	0,8	1,4	1,7	2,5	4,5
1000	0,3	0,8	1,5	1,8	2,6	4,7
1500	0,4	0,9	1,6	2,0	2,8	5,2
2000	0,4	1,0	1,7	2,1	3,0	5,6
2500	0,4	1,0	1,8	2,2	3,1	5,8
3000	0,4	1,1	1,9	2,3	3,2	6,0
4000	0,45	1,1	2,0	2,4	3,35	6,2

Кратность ослабления К, отн. ед.	Свинцовый эквивалент (мм) при анодном напряжении (кВ) и фильтре					
	2 мм Al					0,5 мм Cu
	50	75	100	150	200	250
	Толщина защиты из свинца, d, Pb, мм					
1	2	3	4	5	6	7
5000	0,5	1,15	2,1	2,5	3,5	6,6
6000	0,5	1,2	2,2	2,6	3,6	6,8
10000	0,5	1,3	2,3	2,75	3,9	7,4
12000	0,5	1,3	2,4	2,85	4,0	7,6
15000	0,55	1,35	2,5	2,95	4,1	7,8
20000	0,6	1,4	2,6	3,1	4,3	8,1
30000	0,6	1,5	2,7	3,2	4,5	8,6
40000	0,65	1,6	2,85	3,3	4,7	9,0
50000	0,65	1,65	2,9	3,4	4,8	9,2
60000	0,65	1,65	3,0	3,5	4,9	9,4
100000	0,7	1,8	3,2	3,7	5,2	10,0
200000	0,75	1,9	3,4	4,0	5,6	11,0
300000	0,8	2,0	3,6	4,2	5,8	11,4
500000	0,8	2,2	3,8	4,4	6,1	12,0
1000000	0,9	2,3	4,0	4,7	6,5	13,0
1500000	0,9	2,3	4,2	4,8	6,7	13,4
3000000	1,0	2,5	4,4	5,1	7,1	14,2
5000000	1,0	2,6	4,6	5,3	7,4	15,0
10000000	1,1	2,8	4,9	5,6	7,8	15,8

Стационарные средства защиты (потолок, стены, пол, двери) должны иметь защитную эффективность не ниже 0,25 мм по свинцовому эквиваленту.

Защитные характеристики (свинцовые эквиваленты) основных строительных и специальных защитных материалов приведены в табл. 27-30.

Таблица 27

Свинцовые эквиваленты строительных материалов, используемых для защиты от рентгеновского излучения

Материал	Плотность, г/см^3	Толщина свинца, мм	Эквивалентная толщина материала (мм) при напряжении на рентгеновской трубке (кВ)									
			50	60	75	100	125	150	180	200	220	250
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Сталь	7,9	0,2	1,1	-	1,2	1,2	-	2,4	-	3,2	-	3,4
		0,5	3,2	-	3,2	3,2	-	6,6	-	7,6	-	8
		1	-	5	5,5	6	9	12	12,5	13	12,5	12
		2	-	10	11	12	18,5	25	26	27	24	20
		3	-	16	18	19	23	37	39	40	34	28
		4	-	22	24	25	38	50	53	55	45	35
		6	-	-	-	36	54	71	76	80	64	48
		8	-	-	-	50	72	93	100,5	108	84	60
		10	-	-	-	-	-	119	130	140	108	75
Бетон	2,3	1	-	80	80	85	85	85	85	85	73,5	60

Материал	Плотность, г/см^3	Толщина свинца, мм	Эквивалентная толщина материала (мм) при напряжении на рентгеновской трубке (кВ)									
			50	60	75	100	125	150	180	200	220	250
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		2	-	100	160	160	160	160	155	150	123	95
		3	-	210	210	210	220	230	200	210	168	125
		4	-	320	338	355	345	290	283	275	213	150
		6	-	-	-	-	-	450	425	400	305	210
		8	-	-	-	-	-	5600	550	540	400	260
		10	-	-	-	-	-	-	-	670	485	300
Баритобетон, штукатурка	2,7	0,5	18	-	10	5	-	8,5	-	10,8	-	12
		1	36	-	20	10,5	-	22	-	25	-	23
		2	-	-	30	20,4	-	38	-	46	-	45
		3	-	-	59	29	-	62	-	68	-	64
		4	-	-	65	36	-	90	-	90	-	75
		6	-	-	-	55	-	20	-	26	-	116
		8	-	-	-	68	-	156	-	165	-	140
		10	-	-	-	84	-	188	-	205	-	165
Кирпич полнотелый	1,8	0,5	100	-	80	70	-	84	-	76	-	68
		1	200	-	150	120	-	150	-	130	-	120
		2	-	-	240	195	-	260	-	230	-	190
		3	-	-	320	260	-	340	-	310	-	250
		4	-	-	400	330	-	420	-	370	-	300
		6	-	-	-	450	-	570	-	490	-	390
		8	-	-	-	-	-	-	-	600	-	470
		10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	540
		12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	610
Кирпич полнотелый	1,6	0,5	110	-	90	80	-	95	-	90	-	80
		1	220	-	170	135	-	170	-	150	-	135
		2	-	-	270	220	-	290	-	260	-	215
		3	-	-	360	290	-	380	-	345	-	280
		4	-	-	450	370	-	470	-	415	-	340
		6	-	-	-	505	-	640	-	550	-	435
		8	-	-	-	-	-	-	-	670	-	530
		10	-	-	-	-	-	-	-	780	-	600
Гипсокартон	0,84	0,2	50	-	-	48	-	63	-	62	-	60
		0,4	110	-	-	89	-	120	-	110	-	105
		0,6	170	-	-	130	-	175	-	155	-	145
		0,8	230	-	-	165	-	220	-	200	-	180
		1,0	290	-	-	200	-	270	-	240	-	220
Пенобетон	0,63	0,2	84	-	-	66	-	82	-	92	-	77
		0,4	180	-	-	120	-	160	-	145	-	135
		0,6	280	-	-	170	-	230	-	200	-	180
		0,8	380	-	-	220	-	280	-	260	-	230
		1,0	480	-	-	270	-	340	-	310	-	270
		1,2	-	-	-	310	-	400	-	360	-	310
		1,4	-	-	-	350	-	450	-	410	-	340
		1,6	-	-	-	390	-	500	-	450	-	380
		1,8	-	-	-	430	-	560	-	500	-	410
		2,0	-	-	-	470	-	600	-	530	-	440
Строительный материал СРБ	2,7	1	20	-	21	24	-	28	-	-	-	-
		2	40	-	42	48	-	48	-	-	-	-

Материал	Плотность, г/см^3	Толщина свинца, мм	Эквивалентная толщина материала (мм) при напряжении на рентгеновской трубке (кВ)									
			50	60	75	100	125	150	180	200	220	250
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
(тяжелый бетон)		3	60	-	62	70	-	70	-	-	-	-
		4	80	-	80	94	-	94	-	-	-	-
		6	-	-	-	-	-	132	-	-	-	-
		8	-	-	-	-	-	172	-	-	-	-

Примечание. При определении свинцового эквивалента материалов для значений анодных напряжений, не указанных в таблице, можно использовать метод линейной интерполяции. При отличии плотностей фактически применяемых материалов от материалов, близких по составу, указанных в таблице, толщину материала увеличивают или уменьшают пропорционально плотности применяемого материала.

Таблица 28

Материал рентгенозащитный из просвинцованного пластика ППС-73

Наименование	Тип	Размер, мм	Поверхностная плотность, кг/м^2	Свинцовый эквивалент, мм
Рулонный	ПЛ-1	7000 × 900 × 2,5	7	0,32
Плиты	ПП-1	700 × 500 × 10	28	1,2
Плиты	ПП-2	1000 × 500 × 10	28	1,2

Таблица 29

Стекла рентгеновские защитные марок ТФ 5 и ТФ 105 ГОСТ 9541-75

Толщина стекла, мм	Свинцовый эквивалент (мм) при напряжении ≥ 180 - 200 кВ
10	2,5
15	4,0
20	5,0
25	6,5
50	13,5

Таблица 30

Просвинцованная резина

Толщина пластины, мм	Свинцовый эквивалент, мм				
	≥ 0,25	≥ 0,35	≥ 0,5	≥ 0,75	≥ 1,0
Тип Я-1002 и Я-1002Т	1,0-1,4	1,5-1,9	2,0-2,9	3,0-3,5	3,6-4,0
Тип 1697	1,0-1,2	1,2-1,4	1,5-1,9	2,0-2,9	3,0-3,5

Расчет защиты для двух или более рентгеновских аппаратов, установленных в одной процедурной, проводится для каждого аппарата. Кратность ослабления и толщины защитных ограждений выбираются, исходя из наиболее жестких условий.

Средства радиационной защиты персонала и пациентов подразделяются на передвижные и индивидуальные.

К передвижным средствам радиационной защиты относятся: большая защитная ширма персонала (одно-, двух-, трехстворчатая) для защиты от излучения всего тела; малая защитная ширма персонала для защиты нижней части тела; экран поворотный для защиты отдельных частей тела человека в положении стоя, сидя или лежа; защитная штора для защиты всего тела.

К индивидуальным средствам радиационной защиты относятся: шапочка защитная; очки защитные; воротник для защиты щитовидной железы и области шеи (должен применяться также совместно с фартуками и жилетами, имеющими вырез в области шеи); накидка защитная, пелерина для защиты плечевого пояса и верхней части грудной клетки; фартук односторонний тяжелый и легкий - предназначен для защиты тела спереди от горла до голеней (на 10 см ниже колен); фартук двусторонний - предназначен для защиты тела спереди от горла до голеней (на 10 см ниже колен), включая плечи и ключицы, а сзади от лопаток, включая кости таза, ягодицы, и сбоку до бедер (не менее чем на 10 см ниже пояса); фартук стоматологический для защиты передней части тела, включая гонады, кости таза и щитовидную железу, при дентальных исследованиях или исследовании черепа; жилет; передник для защиты гонад и костей таза; юбка защитная (тяжелая и легкая) - предназначена для защиты со всех сторон области гонад и костей таза, должна иметь длину не менее 35 см (для взрослых); перчатки защитные для защиты кистей рук и запястий, нижней половины предплечья; защитные пластины (в виде наборов различной формы) - предназначены для защиты отдельных участков тела; средства защиты мужских и женских гонад - предназначены для защиты половой сферы пациентов; подгузник (трусики) - предназначены для защиты нижней части тела ребенка; для младенцев пеленка - предназначена для защиты различных частей тела и групп органов и пеленка с отверстием - предназначена для защиты всего тела за исключением частей тела, облучаемых при проведении тех или иных рентгенологических исследований.

Основные принципы обеспечения радиационной безопасности при работе с открытыми источниками ионизирующего излечения

Потенциальная опасность внутреннего переоблучения зависит от общей радиоактивности радионуклидов на рабочих местах, степени их радиотоксичности, характера производственных операций. Класс работ - характеристика работ с открытыми источниками ионизирующего излучения по степени потенциальной опасности для персонала, определяющая требования по радиационной безопасности в зависимости от радиотоксичности и активности нуклидов. Все радионуклиды в зависимости от допустимого количества на рабочем месте условно подразделены на *4 группы радиотоксичности* (табл. 31):

Группа А – элементы с особо высокой радиотоксичностью; изотопы, допустимая активность которых на рабочем месте соответствует $1{,}0 \cdot 10^4$ Бк.

Группа Б - элементы с высокой радиотоксичностью; изотопы, допустимая активность которых на рабочем месте соответствует $1{,}0 \cdot 10^5$ Бк.

Группа В - элементы со средней радиотоксичностью; изотопы, допустимая активность которых на рабочем месте соответствует $1{,}0 \cdot 10^6$ Бк.

Группа Г - элементы с малой радиотоксичностью; изотопы, допустимая активность которых на рабочем месте соответствует $1{,}0 \cdot 10^7$ Бк.

Таблица 31

Классы работ в зависимости от группы радиотоксичности и активности изотопа на рабочем месте

Группа радиационной опасности химического элемента	Минимальная значимая активность, Бк	Активность на рабочем месте		
		Класс работ		
		I	II	III
А	$1{,}0 \cdot 10^4$	$> 10^4$	От 10 до 10^4	От 0,1 до 10
Б	$1{,}0 \cdot 10^5$	$> 10^5$	От 10^2 до 10^5	От 1 до 10^2
В	$1{,}0 \cdot 10^6$	$> 10^6$	От 10^3 до 10^6	От 10 до 10^3
Г	$1{,}0 \cdot 10^7$	$>10^7$	От 10^4 до 10^7	От 10^2 до 10^4

Основные принципы защиты персонала от внутреннего переоблучения при работе с открытыми источниками ионизирующего излечения:

- Соблюдение принципов защиты при работе с источниками излучения в закрытом виде;
- Герметизация производственного оборудования для изоляции процессов, которые могут быть источниками поступления радионуклидов в окружающую среду (в виде «горячих камер», камер-боксов, вытяжных шкафов с вмонтированными рукавными резиновыми перчатками, применение «механических рук» - манипуляторов);
- Планировка помещений 3х-зональным делением;
- Оптимизация санитарно-технических устройств и оборудования – устройство специальных систем вентиляции, водопровода и канализации, использование специальных материалов и покрытий;
- Использование средств индивидуальной защиты (Средства повседневного назначения – халаты, комбинезоны, костюмы, спецобувь, противопылевые респираторы; средства кратковременного использования – изолирующие шланговые и автономные костюмы, пневмокостюмы, противогазы);
- Санитарно-бытовые устройства (умывальные, душевые, санитарные пропускники и санитарные шлюзы);
- Выполнение правил личной гигиены;

Очистка от радиоактивных загрязнений поверхностей строительных конструкций, аппаратуры и средств индивидуальной защиты.

Инструкция 84/466/EURATOM[7], лежащая в основе мероприятий по радиационной защите персонала, участвующего в диагностических и лечебных процедурах, предписывает лицу, ответственному за использование ионизирующего излучения, в полной мере информировать пациентов и медицинский персонал о мерах радиационной защиты.

---

[7] European Union. Council Directive laying down fundamental measures of radiation protection to persons undergoing medical examinations and treatments. Council Directive 84/466/EURATOM. Official J Eur Commun, No L 265/1. Luxembourg, 5 October 1984

Лабораторная работа
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МОЩНОСТИ ДОЗЫ ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ РЕНГЕНОВСКОГО АППАРАТА. РАСЧЕТ ЭКРАНА

Задание студенту:

1. Рассчитать мощность дозы рентгеновского излучения врачом-рентгенологом в рентгеновском кабинете при работе с рентгеновским аппаратом определенного типа, используя значения радиационного выхода аппарата (табл. 22), его рабочей нагрузки (табл. 23), коэффициента направленности излучения (табл. 24), значение времени работы аппарата (30 часов в неделю для работающих категории А), коэффициента сменности работы врача (n = 1 при односменной работе персонала категории А, n = 2 при двухсменной работе персонала категории Б), расстояние от фокуса рентгеновской трубки до точки расчета.
2. Рассчитать допустимую мощность дозы, используя значения основных пределов эффективных доз для соответствующей категории облучаемых лиц (табл. 18).
3. Дать гигиеническое заключение о величине мощности получаемой дозы, сравнивая с допустимой мощностью дозы для определенной категории работающих в зависимости от типа помещения.
4. В случае переоблучения в заданных условиях работы рассчитать необходимую кратность ослабления рентгеновского излучения экраном.
5. Для расчета толщины экрана, во-первых, определить величину свинцового эквивалента в зависимости от необходимой кратности ослабления рентгеновского излучения К и анодного напряжения рентгеновского аппарата (табл. 26), во-вторых, подобрать строительный материал и выбрать его толщину (табл. 27-30), соответствующую необходимой величине свинцового эквивалента.
6. В заключении сформулировать две позиции:

Гигиеническая оценка получаемой мощности дозы

Дать необходимую кратность ослабления экраном

Обосновать выбор материала и расчет толщины экрана по величине свинцового эквивалента.

Тема 3. Гигиеническая оценка химических факторов производственной среды

Цель работы: изучить основные параметры токсичности и опасности химических веществ в производственных условиях; методические приемы токсикологических исследований, проводимых с целью гигиенического нормирования химических веществ в воздухе рабочей зоны; освоить основные принципы санитарно-эпидемиологических правил; принципы профилактики токсического воздействия химических веществ.

Вопросы теории: производственные вредности химической природы, их действие на организм (общетоксическое и специфическое), производственные отравления и отдаленные последствия; пути поступления и выведения ядов из организма; виды кумуляции; факторы, определяющие характер действия и степень токсичности химических веществ; принцип пороговости действия; последовательность экспериментальной оценки новых химических веществ и использование расчетных методов с целью их гигиенического нормирования в воздухе рабочей зоны; общие меры предупреждения профессиональных отравлений.

Студент должен:

знать: основные параметры, характеризующие степень токсичности и опасности химических веществ, применяемых в промышленности; последовательность экспериментальной оценки новых химических веществ; основные принципы санитарно-эпидемиологических правил, принципы первичной профилактики по отношению к промышленным ядам.

уметь: проводить первичную токсикологическую экспертизу новых химических веществ, оценивать токсичность и опасность промышленных ядов; обосновать ПДК химических веществ; оценивать опасность работы с химическими веществами; пользоваться основными нормативными документами и информационными источники справочного характера; разрабатывать мероприятия по оздоровлению условий труда на производстве.

Промышленными ядами называются химические вещества, которые, попадая в организм во время производственной деятельности, оказывают на него вредное влияние (вызывают преходящие или стойкие патологические изменения). Эти вещества подробно изучает профилактическая токсикология – раздел гигиены труда, изучающий действие на организм химических факторов, определяет биологическую активность производственных ядов, степень их вредности и опасности, разрабатывает гигиенические нормативы и рекомендации с целью создания безвредных и безопасных условий труда на производстве. Заболевания, возникающие при воздействии этих веществ, называют профессиональными отравлениями.

Классификации производственных ядов

По химическим классам соединений вещества делятся на органические (неэлекторлиты), неорганические (электролиты) и элементоорганические.

К наиболее часто встречающимся неорганическим ядовитым веществам относятся галоиды (хлор, бром и др.), соединения серы (сероводород, сернистый газ и др.), соединения азота (аммиак, окислы азота и др.), фосфор и его соединения (фосфористый водород и др.), соединения углерода (окись углерода и др.), цианистые соединения (цианистый водород, соли цианистой кислоты и др.), тяжелые и редкие металлы (свинец, ртуть, марганец, цинк, кобальт, хром, ванадий и многие другие).

К наиболее часто встречающимся органическим веществам относятся углеводороды ароматического ряда (бензол, толуол, ксилол), их хлорпроизводные, нитро- и аминопроизводные (хлорбензол, нитробензол, анилин и др.), углеводороды жирного ряда (бензины и др.), хлорированные углеводороды жирного ряда (четыреххлористый углерод, дихлорэтан и др.), спирты жирного ряда (метиловый, этиловый и др.), простые эфиры, альдегиды, кетоны, сложные эфиры кислот, гетероциклические соединения (фурфурол и др.), терпены (скипидар и др.).

По агрегатному состоянию все химические вещества классифицируют на жидкие, твердые и газообразные. Промыш-

ленные яды в виде паров, газов, аэрозолей встречаются во многих отраслях промышленности. Например, в угольных шахтах встречаются вредные газы (окислы азота, окись углерода) как продукт взрывных работ.

Производственные яды классифицируют по характеру воздействия на организм человека: общетоксическое, раздражающее, сенсибилизирующее, канцерогенное, мутагенное, влияющее на репродуктивную функцию и др.

Классификация производственных ядов в зависимости от пути проникновения в организм: действующие через дыхательные пути, пищеварительную систему, кожный покров, а также через слизистые оболочки глаз. Наиболее часто яды могут поступать в организм тремя путями: через легкие, желудочно-кишечный тракт и неповрежденную кожу. Через дыхательные пути яды проникают в организм в виде паров, газов и пыли. Через желудочно-кишечный тракт чаще всего с загрязненных рук, но также и вследствие заглатывания из воздуха паров, газов. Через кожу проникают органические химические вещества, преимущественно жидкой, маслянистой и тестообразной консистенции.

По степени токсичности производственные яды классифицируют на чрезвычайно токсичные, высокотоксичные, умеренно токсичные, малотоксичные.

По степени воздействия на организм производственные яды классифицируют на вещества чрезвычайно опасные, вещества высокоопасные, вещества умеренно опасные, вещества малоопасные.

Пути поступления производственных ядов в организм. Основными путями проникновения вредных веществ в организм являются органы дыхания и кожные покровы. Попадание токсических веществ через желудочно-кишечный тракт наблюдается редко.

Ингаляционный путь поступления ядов в организм. Всасывание ядовитых соединений через слизистые оболочки дыхательной системы является основным и наиболее быстрым путем поступления их в организм. Это объясняется очень большой поверхностью легочных альвеол (по подсчетам она

составляет 100-120 кв. м) и постоянным током крови по легочным капиллярам, что способствует проникновению веществ из альвеол в кровь, которая транспортирует поступивший яд по всему организму. С увеличением объема легочного дыхания и скорости кровотока сорбция вредного вещества происходит быстрее. Чем выше концентрация вещества в альвеолярном воздухе и больше растворимость его в воде, тем быстрее он поступает в кровь.

Поступление ядов через кожу. Через неповрежденную кожу в производственных условиях может проникать значительное количество химических соединений. Существуют три пути возможного проникновения ядов через кожу: через эпидермис, волосяные фолликулы и выводные протоки сальных и потовых желез. Эпидермис можно рассматривать как липопротеиновый барьер, через который быстро проходят только растворимые в липидах органические вещества. Далее происходит эвакуация проникших соединений из дермы в кровь. Таким образом, потенциальную опасность представляют вредные вещества, обладающие не только растворимостью в жирах, но и значительной растворимостью в воде (крови).

Поступление ядов через желудочно-кишечный тракт. Некоторые ядовитые соединения могут всасываться уже из полости рта, поступая непосредственно в кровь. Из полости рта всасываются все липидорастворимые соединения, фенолы, некоторые соли, особенно цианиды. Резорбция яда из желудка зависит в значительной степени от реакции желудочного сока, образования слизи, характера пищи, а также кровоснабжения слизистой оболочки желудка. Кислая среда желудочного сока может увеличивать токсичность некоторых химических веществ. Так, соединения свинца, плохо растворимые в воде, хорошо растворяются в желудочном соке, и поэтому легко всасываются. Из желудка всасываются все липидорастворимые соединения, неионизированные молекулы органических веществ. Всасывание ядов происходит также и в тонком кишечнике. На резорбцию ядов при этом существенно влияют изменения реакции среды, ферменты, свойства соединения.

Данный путь имеет небольшую поверхность всасывания. Кроме того вредные вещества через систему воротной вены попадают в печень – орган, активно участвующий в обезвреживании ядов.

Распределение ядов в организме. По распределению в тканях и прониканию в клетки химические вещества можно разделить на две основные группы: неэлектролиты и электролиты.

Неэлектролиты растворяются в жирах и липоидах, подчиняются закону Овертона и Майера, согласно которому веществотем скорее и тем в большем количестве проникает в клетку, чем больше его растворимость в жирах, иначе говоря, чем больше коэффициент (К) распределения между жирами и водой: **К= растворимость в масле/ растворимость в воде**.

Это объясняется тем, что оболочка клеток содержит много липидов. Для данной группы химических веществ барьеров в организме не существует. Однако распределение неэлектролитов в организме при динамическом поступлении их определяется в основном условиями кровоснабжения органов и тканей.

Например, мозг, содержащий много липидов и имеющий богатую кровеносную систему, насыщается этиловым эфиром очень быстро, в то время как другие ткани, содержащие много жира, но с плохим кровоснабжением насыщаются эфиром очень медленно. Насыщение анилином мозга происходит очень быстро, в то время как околопочечный жир, бедный кровоснабжением, насыщается очень медленно.

Удаление неэлектролитов из тканей также в основном зависит от кровоснабжения: после прекращения поступления яда в организм быстрее всего освобождаются органы и ткани, богатые кровеносными сосудами. Из мозга, например, удаление анилина происходит значительно быстрее, чем из околопочечного жира. В конечном же итоге неэлектролиты после прекращения поступления их в организм распределяются во всех тканях равномерно.

Способность электролитов проникать в клетки резко ограничена, что обусловлено, как полагают, зарядом ее оболочки

и структурой вещества. Если поверхность клетки заряжена отрицательно, она не пропускает анионов, а при положительном заряде - катионов. Электролиты весьма быстро исчезают из крови и сосредотачиваются в отдельных органах. Распределение электролитов в тканях очень неравномерно. Для ряда металлов (серебро, марганец, хром, кобальт, ванадий, кадмий, цинк) характерно достаточно быстрое исчезновение их из крови с наибольшим накоплением в печени и почках. Так, свинец, стронций и другие тяжелые металлы преимущественно накапливаются (депонируются) в костях, ртуть – в почках и толстом кишечнике. Выход ядов из депо в кровоток происходит при заболеваниях, нервном напряжении, охлаждении, перегревании, приеме алкоголя и др.

Судьба ядов в организме. Проникшие тем или иным путем в организм токсические вещества подвергаются различного рода превращениям. Органические вещества подвергаются окислению, гидролизу, дезаминированию и переаминированию, восстановлению, синтетическим процессам – образованию безвредных парных соединений и т. д.

Неорганические вещества могут подвергаться окислению или откладываться, как, например, свинец, фтор и др., в организме в виде нерастворимых соединений. Тяжелые металлы обладают способностью образовывать в нем депо.

Превращения ядовитых веществ в организме обычно способствуют их обезвреживанию и быстрейшему выделению из организма, хотя в ряде случаев могут образовываться соединения, обладающие вредным действием на организм.

Выделение ядов из организма. Токсичные вещества в зависимости от их физико-химических свойств и превращений выделяются через легкие, почки, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы, железы. Через легкие выделяются летучие вещества, не изменяющиеся или медленно изменяющиеся в организме. Скорость выделения зависит от коэффициента растворимости в крови (коэффициент распределения): чем меньше коэффициент распределения, тем быстрее выделяется вещество. Так, например, через легкие быстро выделяются бензин, бензол,

хлороформ, этиловый эфир; медленно выделяются спирты, ацетон, сложные эфиры.

Через почки выделяются хорошо растворимые в воде вещества и продукты превращения ядов в организме. Плохо растворимые вещества, например тяжелые металлы – свинец, ртуть, а также марганец, мышьяк, выделяются через почки медленно.

Через желудочно-кишечный тракт выделяются плохо растворимые или не растворимые вещества: свинец, ртуть, марганец, сурьма и др. Некоторые вещества выделяются вместе со слюной в полости рта: свинец, ртуть.

Через кожу сальными железами выделяются все растворимые в жирах вещества. Потовыми железами выделяются ртуть, медь, мышьяк, сероводород и др.

Вещества, растворимые в жирах, выделяются также через грудные железы с молоком, например спирт, хлороформ, бензол и др. Зная общие закономерности превращения и поведения ядов в организме, можно ускорить процессы их обезвреживания и выведения. Это можно осуществить с помощью лекарственных препаратов, некоторых физиотерапевтических процедур и путем введения в организм определенных пищевых веществ.

Баланс ядов в организме. Существенное значение имеет соотношение между поступлением яда в организм и его выделением или превращением. Если выделение яда или превращение происходит медленнее, чем его поступление, то яд способен накапливаться в организме, т.е. кумулироваться и длительно действовать на организм. Такими типичными ядами являются тяжелые металлы – свинец, ртуть и др., а также фтор.

Яд может оказывать местное действие, когда биологический эффект развивается до всасывания яда в кровь, и общее (резорбтивное). При местном действии преобладает повреждение тканей на месте соприкосновения их с ядом. Это может выражаться в раздражении кожи, воспалении ожогах.

Общее действие развивается в результате всасывания яда в кровь. Оно выражается в преимущественном поражении определенных систем и органов. Например, фосфорорганические

вещества вызывают преимущественное поражение нервной системы, бензол и свинец – органов кровообращения.

Острые и хронические профессиональные отравления. При неправильной с гигиенической точки зрения организации трудового процесса и отсутствии специальных мер профилактики промышленные яды могут вызвать профессиональные отравления. Производственные отравления могут протекать в острой, подострой и хронической формах.

Острые профессиональные отравления – это заболевания, возникающие после однократного воздействия вредного вещества, поступающего в организм в относительно больших количествах. Это чаще всего происходит при высоких концентрациях химических веществ в воздухе, ошибочном приеме внутрь, сильном загрязнении кожных покровов. Острые отравления могут иметь место в случае аварии, значительных нарушений технологического режима, правил техники безопасности и промышленной санитарии, когда содержание вредного вещества значительно, в десятки и сотни раз, превышает предельно допустимую концентрацию. При этом характерны кратковременность действия яда (7-8ч) и непродолжительный скрытый (латентный) период. Первыми признаками отравления служат неспецифические изменения, которые проявляются в виде общей слабости, головной боли, головокружения, тошноты, рвоты и др. Затем развиваются специфические изменения – отек легких, поражение органа зрения, параличи нервных центров и т. д. Отравление может окончиться быстрым выздоровлением, оказаться смертельным, либо вызвать последующие стойкие нарушения здоровья.

Хронические профессиональные отравления – это заболевания, развивающиеся после систематического длительного воздействия малых концентраций или доз вредного вещества. Они характеризуются постепенным нарастанием функциональных и органических нарушений, обусловленных накоплением яда в организме (материальная кумуляция) или суммацией вызванных ядом изменений в организме (функциональная кумуляция).

Подострые отравления чаще возникают при тех же условиях, что и острые, но развиваются гораздо медленнее и имеют затяжное течение.

Наряду с указанным биологическим действием производственные яды могут вызвать аллергические заболевания (хронические бронхиты, бронхиальная астма, экземы и др.), снижать иммунологическую сопротивляемость организма.

Отдаленные последствия влияния ядов на организм. Вредные вещества могут оказывать на организм специфическое действие, которое проявляется не в период воздействия и не сразу по его окончании, а в периоды жизни, отдаленные от периода химической экспозиции многими годами и даже десятилетиями. Проявление этих эффектов возможно и в последующих поколениях.

Под термином «отдаленный эффект» понимают развитие патологических процессов и состояний у контактировавших с химическими веществами лиц в отдаленные сроки их жизни, а также в течение жизни нескольких поколений их потомства. К нему относят гонадотропное, эмбриотоксическое, канцерогенное, мутагенное действие, а также ускорение процесса старения сердечно-сосудистой системы под влиянием химических соединений.

Гонадотропное действие химических соединений проявляется нарушением сперматогенеза у мужчин и овогенеза у женщин. По укоренившемуся мнению, ответственность за бесплодие брака ранее возлагалась почти исключительно на женщину. Однако сейчас установлено, что в значительном числе случаев «виновником» бесплодия брака является мужчина в связи с высокой чувствительностью мужских половых желез к различным повреждающим факторам. Изучение сравнительной чувствительности репродуктивной функции самок и самцов в экпериментальном исследовании на лабораторных животных в ряде случаев выявило одинаковую и даже большую чувствительность семенников при одних и тех же интенсивностях воздействия ядов.

Эмбриотропное действие промышленных ядов. Влияние химических соединений во время беременности может вызвать

в развитии плода различные нарушения, которые условно можно отнести к следующим типам эффектов:
1) тератогенным (гистоморфологические дефекты развития, биохимические, функциональные и другие нарушения функции органов и систем, проявляющиеся в постнатальном развитии), т.е. приводящим к нарушениям нормального формирования эмбриона;
2) эмбриотоксическим (внутриутробная гибель, снижение массы и размеров эмбрионов при нормальной дифференцировке тканей), проявляющимся в повышенной смертности плодов. При изучении эмбриотропного действия химических веществ в эксперименте большое значение имеет продолжительность воздействия яда, срок беременности, на которые приходится это действие, уровни воздействия, вид экспериментальных животных. Эмбриотоксический эффект в значительной степени определяется состоянием плаценты.

Мутагенное действие химических соединений. Под мутагенным действием химических веществ понимают изменение наследственных свойств организма, проявляющихся у его потомства. Следствием мутаций в зародышевых клетках в зависимости от их характера будет гибель зигот, эмбрионов, плодов, индивидов на разных стадиях развития или воспроизведение мутации из поколения в поколение. Мутации в соматических клетках приводят к нарушению генетического гомеостаза и, следовательно, к связанным с этим последствиям.

Канцерогенное действие химических веществ на производстве приводит к развитию профессиональных опухолей. Большую группу канцерогенов составляют нитрозосоединения. Так, нитрозамины способны вызывать опухоли самых различных органов и тканей.

Условия, влияющие на характер и силу токсического действия химический веществ

Токсичность – это мера несовместимости вредного вещества с жизнью. Степень токсического эффекта зависит от биологических особенностей вида, пола, возраста и индивидуальной чувствительности организма; химического строения и

физико-химических свойств яда (молекулярная масса, температура плавления, температура кипения, летучесть, растворимость в воде, растворимость в жирах); агрегатное состояние и степень дисперсности; пути поступления; кумулятивность; количества попавшего в организм вещества, продолжительность воздействия; комбинированность действия; микроклимат; степень тяжести выполняемой работы и др.

К некоторым ядам более чувствительны женщины, к другим – мужчины. Установлено, что женский организм обладает большой чувствительностью к действию некоторых органических ядов, например, бензола. Соединения бора характеризуются выраженной токсичностью в отношении мужских гонад.

Возраст влияет на токсические свойства ядов поразному. В отношении ряда веществ детский организм в 2-5 раз более чувствителен, чем взрослый.

Токсическое действие ядов во многом определяется индивидуальной чувствительностью организма, что обусловлено особенностями течения биохимических процессов и функциональной активностью органов и систем. При этом большую роль играет общее состояние здоровья, физиологический статус (беременность, климакс), характер труда и др. Если воздействию химического фактора предшествовало переутомление и перенапряжение ЦНС, это может повысить чувствительность организма к яду. Резистентность его к действию яда снижается при заболеваниях печени, почек, поражениях кроветворного аппарата, органов дыхания, расстройстве обмена веществ и ряде других патологических состояний.

Токсичность в значительной степени определяется химической структурой вещества. Для некоторых классов химических веществ установлены закономерности, согласно которым можно в определенной мере прогнозировать действие еще не изученных веществ. В частности, установлено, что токсичность органических соединений возрастает с увеличением числа ненасыщенных связей, например от этана ($CH_3 – CH_3$) к этилену ($CH_2 = CH_2$) и ацетону ($CH \equiv CH$). Возрастание токсичности имеет место в гомологическом ряду углеводородов (алифатического ряда), спиртов, при введении в молекулу атомов га-

лоидов, метильной, амино- и нитрогрупп. Для веществ, обладающих наркотическим действием, токсичность возрастает с увеличением атомов углерода.

На токсичность ядов существенное влияние оказывают такие их физические свойства, как растворимость, летучесть, агрегатное состояние. Чем выше растворимость ядовитого вещества в жидких средах организма, тем выше его токсичность. Так, с увеличением растворимости вещества в липоидах возрастаетего нейротропное действие. Чем выше летучесть вещества, тем большее его количество может находится в воздухе, что повышает опасность. С ростом дисперсности вещества увеличивается его удельная поверхность, что способствует лучшему растворению и всасыванию яда в органах дыхания и крови.

Решающее значение для проявления токсического действия имеет концентрация вещества в воздухе или доза вещества, поступающего в организм через кожу и желудочно-кишечный тракт. Сила действия яда зависит от длительности контакта с ним.

Различают следующие виды действий производственных ядов:

1) комбинированное – это одновременное или последовательное действие на организм нескольких ядов при одном и том же пути поступления.
2) комплексное – одновременное поступление в организм токсичного вещества различными путями;
3) сочетанное – совместное воздействие токсичных веществ и производственных факторов другой природы;

Очень важным является ***комбинированное действие промышленных ядов***. Комбинация ядовитых веществ в воздухе производственных помещений и их совместное действие на организм весьма разнообразны. В одних случаях такое сочетанное воздействие приводит к усилению токсического влияния, превышающего таковое каждого из ядовитых компонентов, взятого в отдельности, т.е. получается так называемый *синергизм*. Так, токсическое действие смеси оксидов азота и угарного газа больше, чем простая сумма действия этих ядов. Этиловый

спирт, как правило, усиливает действие многих ядовитых веществ.

В других случаях совместное действие ядов может привести к ослаблению действия одного вещества другим – возникает так называемый *антагонизм*.

Совместное действие ядовитых веществ может привести к простой суммации их действия (*аддитивное действие*), что наиболее часто встречается в производственных условиях.

Независимое действие – комбинированный эффект не отличается от изолированного действия каждого яда. Преобладает эффект наиболее токсичного вещества.

Значение ***комплексного*** воздействия, когда яды поступают в организм одновременно, но разными путями: через дыхательные пути с вдыхаемым воздухом, желудок с пищей и водой, кожные покровы в связи с нарастающим загрязнением вредными веществами окружающей человека среды сильно увеличивается.

Сочетанное воздействие химических и физических факторов производственной среды. Воздействие токсических веществ на организм человека в условиях производства не может быть изолированным от влияния других неблагоприятных факторов, таких, как высокая и низкая температура, повышенная или пониженная влажность, вибрация, шум и др. При сочетанном воздействии вредных веществ с другими факторами эффект может оказаться более значительным, чем при изолированном воздействии.

При высокой температуре опасность отравления повышается. Например, отравление амидо- и нитросоединениями бензола летом встречаются чаще, чем зимой. Высокая температура влияет на летучесть газа, скорость испарения и др. Установлено значение высокой влажности воздуха для усиления токсичности некоторых ядов (соляная кислота, фтористый водород).

Физическая работа также может усилить действие ядовитых веществ, в особенности тех из них, которые влияют на обменные процессы.

Большое значение при воздействии яда на организм имеет его функциональное состояние, особенно состояние нервной системы. Яды могут либо усугубить течение болезни, либо изменить иммунобиологическую устойчивость организма, т.е. может проявиться их паратоксическое действие.

При отравлении некоторыми ядами может наблюдаться метатоксическое действие под которым понимают развитие патологических процессов после уже закончившегося отравления. В качестве примера можно привести психозы, возникающие после ранее перенесенного отравления угарным газом.

Профилактика профессиональных отравлений

Профилактические мероприятия по борьбе с профессиональными отравлениями проводятся в нескольких направлениях.

Радикальной мерой является устранение яда из производства, замена ядовитых веществ неядовитыми. Так, замена ртути азотнокислым серебром для наводки зеркал устранило отравление ртутью в этом производстве. То же самое относится и к замене ядовитого желтого фосфора в производстве спичек нетоксичным красным фосфором. Значительное сокращение свинцовых отравлений было достигнуто заменой свинцовых белил цинковыми или титановыми.

Эффективными мерами является *замена более ядовитых веществ на менее ядовитые*, например замена метилового спирта другим спиртом, бензола – бензином и др. Большое значение имеет гигиеническая стандартизация сырья и технологической рецептуры, где регламентируется содержание особо вредных примесей.

Важным направлением в борьбе с профессиональными отравлениями являются *меры по совершенствованию технологии и оборудования*. В этом отношении большое значение имеют механизация и автоматизация производственных процессов с дистанционным управлением, обеспечение герметизации используемого оборудования и коммуникаций, ликвидация прерывистых технологических процессов и ручных операций. Так, переход на вакуумный процесс в химической промышленности

исключает попадание ядовитых веществ в воздух рабочей зоны. Непрерывный способ производства исключает выделение ядовитых веществ, которое имеет место при периодически действующей аппаратуре, периодическом наполнении и опорожнении ее.

Исключительно большую роль в предупреждении неблагоприятного действия химического фактора играют *гигиенические и санитарно-технические мероприятия*. В комплексе этих мероприятий важное место занимает гигиеническая регламентация содержания химических веществ в воздухе рабочей зоны и строгий контроль за состоянием воздушной среды в производственных помещениях.

Критериями чистоты воздуха служит ПДК вредных веществ. Под ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны понимают такие концентрации, которые в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. В РФ в государственном порядке установлены ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны (ГН 2.2.5.686-98 «ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны»), которыми руководствуется администрация промышленных предприятий и других учреждений, где в технологическом процессе применяются вредные вещества. В зависимости от класса опасности химических веществ контроль за состоянием воздушной среды в рабочей зоне проводится непрерывно (для веществ 1-го класса) с применением самопишущих автоматических приборов и периодически (для 2-4-го классов) в плановом порядке.

Большое значение для профилактики отравлений имеет предварительная санитарно-токсикологическая экспертиза вновь вводимых на предприятиях промышленности и в сельском хозяйстве веществ и их стандартизация.

В профилактике профессиональных интоксикаций большую роль играет система приточно-вытяжной вентиляции, предназначенная для улавливания и удаления токсических веществ в местах их образования и для разбавления вредных ве-

ществ чистым воздухом в случае поступления их в рабочую зону.

Важное значение имеют такие санитарно-технические мероприятия как планировка цехов и оборудования, исключающая поступление ядовитых газов, паров, пыли из одного помещения в другое; выбор материалов для стен и полов, не сорбирующих ядовитых веществ и легко очищаемых.

Важными мерами являются ограничение времени пребывание рабочего в опасной зоне, внутри оборудования и емкостей, а также использование спецодежды, противогазов, респираторов и других средств индивидуальной защиты. Так, для защиты рабочих от едких жидкостей (кислот, щелочей) применяется спецодежда: халаты, фартуки, брюки, нарукавники и др. Для защиты кожи рук и лица употребляются защитные пасты и мази. Для защиты органов дыхания от паров и газов используются противогазы (фильтрующие, шланговые, изолирующие).

Особо важную роль в борьбе с профессиональными отравлениями играют законодательные, санитарные и лечебно-профилактические мероприятия. К ним относится трудовое законодательство, предусматривающее для работающих с ядовитыми веществами ограничение рабочего дня, увеличение длительности отпуска, более ранние сроки выхода на пенсию. Обязательная регистрация и расследование причин всех случаев профессиональных отравлений с целью предупреждения их повторения.

Все лица, контактирующие в условиях производства с токсическими веществами, проходят специальный инструктаж. Обязателен вводный (при приеме на работу) санитарный инструктаж, содержание которого составляет ознакомление работающих с источниками неблагоприятных санитарных факторов, мерами профилактики, обучение правильному пользованию санитарно-техническими устройствами и средствами индивидуальной защиты, мерами по оказанию первой доврачебной помощи. После этого периодически проводится повторный инструктаж.

Большое значение имеет соблюдение правил личной гигиены, для чего на предприятиях должны быть выделены и обо-

рудованы санитарно-бытовые помещения, включающие душевые, гардеробные для раздельного хранения спецодежды и личной одежды, комнаты гигиены женщины, прачечные для стирки спецодежды и др.

Среди лечебно-профилактических мероприятий большое значение в предупреждении производственных отравлений имеют медицинские осмотры и организация специального питания. Обязательные предварительные медицинские осмотры проводятся с целью выявления заболеваний, которые служат противопоказаниями к работе в данных условиях, так как контакт с промышленными ядами может привести к обострению болезней или они могут способствовать более быстрому развитию отравлений.

Периодические медицинские осмотры проводятся раз в год или чаще и включают врачебный осмотр, лабораторные и рентгенологические исследования. Задачей этих осмотров является профилактический контроль за состоянием здоровья рабочих, обнаружение наиболее ранних признаков интоксикации с целью лечения и разработки оздоровительных мероприятий.

Для повышения общей сопротивляемости организма воздействию промышленных ядов рабочим ряда профессий показано лечебно-профилактическое питание. Так, на предприятиях используется пять разных рационов профилактического питания. Первый рацион предназначен для лиц, подвергающихся воздействию ионизирующего излучения, а остальные – для профессиональных групп, соприкасающихся с промышленными ядами. Данные рационы разработаны с целью оптимизации биохимических процессов в организме, на течение которых тот или иной яд оказывает отрицательное влияние и способствует ускоренному выделению некоторых ядов из организма, уменьшению их всасывания. Во всех случаях профилактическое питание предусматривает ограничение поваренной соли и соленых продуктов. Одновременно в рацион вводится повышенное количество витаминов, что имеет особенно важное значение для профилактики воздействия ядов, которые обусловливают гиповитаминоз. Дополнительное питание в виде 0,5 л молока также способствует повышению общей сопротивляемости ор-

ганизма, так как этот продукт обладает повышенной питательной ценностью и содержит полноценные белки, соли, витамины.

Основы токсикометрии

Оценка токсичности и опасности вредных веществ. Изучение любого вредного вещества предусматривает установление количественных показателей токсичности и опасности его, т.е. показателей токсикометрии.

Токсикометрия – это совокупность методов и приемов исследований для количественной оценки токсичности и опасности ядов. Токсический эффект при действии разных доз и концентраций вредных веществ может проявляться в виде нарушений отдельных или многих функций или деятельности всего организма, приводя к его гибели.

Наиболее статистически значимы в характеристике токсичности ядов по смертельному эффекту средняя смертельная концентрация в воздухе (CL_{50}) и средняя смертельная доза (DL_{50}) при введении в желудок, при нанесении на кожу или введении другими путями. Средняя смертельная концентрация вредного вещества в воздухе – это концентрация вещества, вызывающая гибель 50% лабораторных животных при двух- (у мышей), четырехчасовом (у крыс) ингаляционном воздействии. Средняя смертельная доза – доза вещества, вызывающая гибель 50% животных при однократном воздействии.

Таблица 32

Классы токсичности химических веществ

Показатели токсичности единиц измерения	Классы токсичности			
	I чрезвычайно токсичные	II высоко токсичные	III умеренно токсичные	IV мало токсичные
DL-50 (g), мг/кг	<15	15-150	150-1500	>1500
DL-50 (c), мг/кг	<100	100-500	501-2500	>2500
CL-50, мг/м^3	<500	500-5000	5001-50000	>50000
ПДК, мг/м^3	<0,1	0,1-1,0	1,0-10	>10

В оценке промышленных ядов важным является не только установление верхних показателей токсичности, т.е. смертельных концентраций и доз, являющихся крайними формами воздействия вещества. Наименьшее значение имеет установление порога вредного действия (однократного и хронического), а также порога специфического действия.

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

Порог однократного действия обозначается символом Lim_{ac}, порог хронического действия - Lim_{ch}. Для установления порога однократного действия проводится серия острых опытов на лабораторных животных с применением разных доз и концентраций изучаемого вещества. При этом устанавливают ту минимальную концентрацию (дозу), при воздействии которой в организме опытной группы животных возникают изменения, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций или скрытая патология. Для этого обычно используют интегральные показатели интоксикации – показатели, характеризующие изменение общего состояния организма, подвергнутого токсическому воздействию (например, масса тела, температура тела).

Установление порога хронического действия осуществляется в хронических опытах на животных (в течение 4 месяцев) при разных уровнях воздействия вредного вещества. Во время эксперимента проводится всестороннее изучение действия вещества на организм, выявление наиболее чувствительных к нему органов и систем, функциональных и морфологических изменений в них.

Если известны механизмы токсического действия вредного вещества, то устанавливают порог специфического действия. Для этого в эксперименте на лабораторных животных используют специфические показатели токсического действия

вещества, например определение активности фермента холинэстеразы при действии фосфорорганических веществ.

Определение средних смертельных концентраций и доз, порогов вредного действия необходимо также для оценки опасности вредных веществ, установления возможности острых и хронических отравлений на производстве, определения безопасных концентраций расчетными методами.

Опасность вещества – это вероятность возникновения вредных для здоровья эффектов в реальных условиях производства или применения химических веществ. О реальной опасности развития острого отравления можно судить по коэффициенту возможности ингаляционного отравления (КВИО) и величине зоны острого действия.

КВИО – отношение максимально достижимой концентрации вредного вещества в воздухе при 20^0 С (C^{20}) к средней смертельной концентрации вещества для мышей (при 2-часовой экспозиции и 2-недельном сроке наблюдения).

Анализ оценки опасности различных промышленных ядов по величине КВИО показывает, что в ряде случаев малотоксичное, но высоколетучее вещество в условиях производства может оказаться более опасным в развитии острого отравления, чем высокотоксичное, но малолетучее соединение.

Зона острого действия (Z_{ac}) –это отношение средней смертельной концентрации (дозы) к пороговой концентрации (дозе) при однократном воздействии. Она является интегральным показателем компенсаторных свойств организма, его способности к обезвреживанию и выведению яда из организма и компенсации поврежденных функций. Величина Z_{ac} обратно пропорциональна опасности ядов при однократном воздействии, т.е. чем меньше ее количественная характеристика, тем больше возможность развития острого отравления.

При сравнительной токсикологической оценке промышленных ядов нельзя исходить только из результатов острых экспериментов, так как при хроническом воздействии некоторых вредных веществ интоксикации имеют иной патогенез, нежели патогенез острой интоксикации. Часто промышленные яды, обладающие низкой токсичностью в остром опыте, при

хроническом воздействии в малых концентрациях оказываются высокоопасными (свинец, ртуть, бензол).

Одним из ведущих факторов, обуславливающих развитие хронических отравления, являются процессы кумуляции. Количественная оценка кумулятивных свойств вредных веществ в промышленной токсикологии осуществляется по величине коэффициента кумуляции (K cum).

Коэффициент кумуляции – отношение величины суммарной дозы яда, вызывающей определенный эффект (чаще смертельный) у 50% подопытных животных при многократном дробном введении, к величине дозы, вызывающей тот же эффект при однократном воздействии.

Другим показателем реальной опасности развития хронического отравления является величина зоны хронического действия (Z_{ch}).

Зона хронического действия – отношение пороговой концентрации (дозы) при однократном воздействии к пороговой концентрации (дозе) при хроническом воздействии. Опасность хронического отравления прямо пропорциональна величине зоны хронического действия. Зона хронического действия является показателем компенсаторных свойств организма на низком пороговом уровне.

Согласно классификации, по степени опасности возникновения отравления все промышленные яды подразделяются на 4 класса (табл. 33).

Таблица 33

Классы опасности химических веществ

Показатели опасности химических веществ	Классы опасности			
	I чрезвычай-но опасные	II высокоопасные	III умерен-но опасные	IV мало-опас-ные
КВИО	>300	300-30	29-3	<3
Z_{ac}	<6	6-18	18-54	>54
Z_{ch}	>10	10-5	4,9-2,5	<2,5
K cum	<1	1-2,2	2,3-5	>5

Обоснование величины ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны основывается на показателях токсикометрии, установленных в экспериментах на животных. Исходной величиной для установления ПДК является порог хронического действия (Lim_{ch}), в который вводится коэффициент запаса ($К_3$), что можно выразить в виде формулы:

$$ПДК = Limch / К_3.$$

При определении коэффициента запаса исходят из следующих положений. Коэффициент запаса увеличивается с увеличением абсолютной токсичности и КВИО, с уменьшением зоны острого действия и увеличением кумулятивных свойств (уменьшение коэффициента кумуляции, увеличение зоны хронического действия), при значительных различиях в видовой чувствительности подопытных животных, выраженном кожно-резорбтивном действии (для веществ, находящихся в газовой фазе).

Величина ПДК лежит в основе классификации условий труда в зависимости от содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны (табл. 34).

Таблица 34

Классы условий труда в зависимости от содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны (превышение ПДК, раз) (Р 2.2.2006-05)

Вредные вещества*	Класс условий труда					
	допустимый	вредный				опасный
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
1	2	3	4	5	6	7
Вредные вещества 1–4 классов опасности, за исключением перечисленных ниже	$\leq ПДК_{макс}$	1,1 – 3,0	3,1 – 10,0	10,1 – 15,0	15,1 – 20,0	
	$\leq ПДК_{сс}$	1,1 – 3,0	3,1 – 10,0	10,1 – 15,0	>15,0	>20,0

1			2	3	4	5	6	7
Особенности действия на организм	Вещества, опасные для развития острого отравления	с остронаправленным механизмом действия, хлор, аммиак	≤ ПДК$_{макс}$	1,1 – 2,0	2,1 – 4,0	4,1 – 6,0	6,1 – 10,0	>10,0
		раздражающего действия	≤ ПДК$_{макс}$	1,1 – 2,0	2,1 – 5,0	5,1 – 10,0	10,1 – 50,0	>50,0
	Канцерогены и вещества, опасные для репродуктивного здоровья человека		≤ ПДК$_{сс}$	1,1 – 2,0	2,1 – 4,0	4,1 – 10,0	> 10,0	
	Аллергены	Высоко опасные	≤ ПДК$_{макс}$	–	1,1 – 3,0	3,1 – 15,0	15,1 – 20,0	>20,0
		Умеренно опасные	≤ ПДК$_{макс}$	1,1 – 2,0	2,1 – 5,0	5,1 – 15,0	15,1 – 20,0	>20,0
	Противоопухолевые лекарственные средства, гормоны (эстрогены)						+	
	Наркотические анальгетики				+			

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия, сумма отношений фактических концентраций каждого из них ($К_1$, $К_2$, ...$К_n$) в воздухе рабочей зоны к их ПДК ($ПДК_1$, $ПДК_2$, … $ПДК_n$) не должна превышать единицы:

$$\frac{K_1}{ПДК_1} + \frac{K_2}{ПДК_2} + \ldots + \frac{K_n}{ПДК_n} \le 1$$

Лабораторная работа
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССА ТОКСИЧНОСТИ, ОПАСНОСТИ И ПДК НОВЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ РАСЧЕТНЫМ МЕТОДОМ

Задание студенту

1). Провести токсикологическую оценку новых химических веществ, предложенных в ситуационной задаче с подробным письменным ответом по всем пунктам задания, прилагаемого к задаче.

2). Определить класс токсичности вещества, классы опасности вещества при остром и хроническом отравлении.

3). Рассчитать величину ПДК и дать письменное заключение с указанием ее точной величины с учетом предварительно выявленного класса токсичности.

Методика работы

1). Выпишите из ситуационной задачи название, формулу вещества, физико-химические свойства, показатели токсичности и опасности (DL^g_{50}, DL^c_{50}, CL_{50}, K_{kym}, Lim_{ac}, Lim_{ch}).

2). Определите класс токсичности вещества (по среднесмертельным дозам и концентрациям) по табл. №1. Если при разных путях поступления вещества в организм классы не совпадают, окончательную оценку надо дать по тому показателю, который свидетельствует о более высокой токсичности. Например, если по DL^g_{50} - 3 класс, DL^c_{50} – 4 класс, CL_{50} – 2 класс, то общая оценка будет: «вещество высокотоксичное - 2 класс».

3). Определить класс опасности вещества при кратковременном воздействии высоких концентраций (опасность тяжелых острых отравлений). Для этого рассчитайте и оцените (по таблице №2) КВИО и Z_{ac} . Если классы опасности по этим показателям не совпадут, для общей оценки берете тот класс, который свидетельствует о более высокой опасности. Например, по КВИО – 2 класс опасности, по Z_{ac} – 3 класс, то общая оценка – 2 класс опасности развития острого отравления.

4). Определите класс опасности хронических отравлений по Z_{ch} и K_{kym} (по таблице №32).

5). Если какие-то показатели по лабораторным крысам и мышам отличаются, рассчитайте КВР. КВР= DL_{50}(крыс)/ DL_{50}(мышей), в N не более 1,5.

6). Выберите коэффициент запаса ($К_з$) для расчета ПДК вещества в воздухе рабочей зоны (по таблице в раздаточном материале) в диапазоне от 2 до 10 и более.

7). Рассчитайте ПДК по формуле: $\boldsymbol{ПДК = Lim_{ch} / К_3}$.

8). Сравните полученную величину ПДК с диапазоном возможных величин для того класса токсичности, к которому принадлежит данное вещество (табл. № 31).

Если расчетная величина ПДК окажется выше рекомендуемых уровней, необходимо снизить ее до верхней границы этого диапазона. Например, вещество относится ко 2 классу, которому соответствует диапазон 0,1-1 мг/м^3, а расчет дал недопустимо высокую величину: 2,5 мг/м^3.

Если расчетная величина ниже диапазона, соответствующего классу токсичности, ее нельзя повышать. Это значит, что уровень ПДК в данном случае определяется не классом токсичности, а особенностями токсического действия данного вещества.

Протокол заключения (образец): ПДК вещества (указать название) с учетом класса токсичности соответствует (не соответствует) расчетной величине и принимается равной (указать конкретную цифру).

РАЗДЕЛ 3. СИСТЕМА ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ И ОХРАНЫ ТРУДА РАБОТАЮЩИХ

Тема 1. Система профилактических мероприятий и охраны труда работающих. Гигиенические основы промышленной вентиляции. Виды производственной вентиляции

Цель занятия: освоение принципов профилактики профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний; изучение гигиенических требований к организации вентиляции производственных помещений.

Вопросы теории: система профилактических мероприятий и охраны труда работающих, классификация промышленной вентиляции по способу перемещения воздуха, в зависимости от способа организации воздухообмена, по принципу действия; характеристика естественной и механической вентиляции; характеристика и условия применения различных видов вентиляции в зависимости от особенностей конкретных производственных процессов; гигиеническая оценка эффективности вентиляционных систем производственных помещений.

Студент должен:

знать систему профилактических мероприятий и охраны труда работающих, классификацию промышленной вентиляции; подход к проведению гигиенического обследования и оценки производственной вентиляции промышленных помещений; особенности устройства вентиляции в горячих цехах, в производственных помещениях с выделением в воздух водяных паров, пыли, ядовитых паров и газов;

уметь разрабатывать меры профилактики вредного воздействия производственных факторов санитарно-гигиенического и лечебно-профилактического плана; выбирать наиболее эффективные виды вентиляции для конкретных производственных условий; оценить эффективность действия механической и естественной вентиляции в производственных помещениях по результатам исследований на соответствие ги-

гиеническим требованиям; определять требуемую производительность вытяжной вентиляционной системы; определять воздухообмен в помещении при естественном проветривании; использовать нормативные документы и современные информационные источники справочного характера по применению эффективных систем вентиляции для конкретных производственных условий с целью охраны труда работающих.

Принципиальная схема мер профилактики профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний

Профилактики профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний - это система мер медицинского (санитарно-эпидемиологического, санитарно-гигиенического, лечебно-профилактического и т.д.) и немедицинского (государственного, общественного, экономического, правового, экологического и др.) характера, направленных на предупреждение несчастных случаев на производстве, снижение риска развития отклонений в состоянии здоровья работников, предотвращение или замедление прогрессирования заболеваний, уменьшение неблагоприятных последствий (Российская энциклопедия по охране труда).

Стратегии профилактики профессиональных заболеваний и профессионально обусловленных заболеваний могут реализовываться на индивидуальном и групповом уровнях, а также на государственном, региональном и муниципальном уровнях и по месту работы. Общественная профилактика осуществляется путем законодательного регулирования факторов риска в рамках всего общества и реализации целевой инвестиционной политики по формированию здоровых, безопасных условий труда и быта на производстве, формирования адекватной системы медико-санитарного и медико-социального обеспечения работников и пострадавших. Развитие многих профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний зависит от комплексного взаимодействия повреждающих факторов и от качества трудовой жизни. Все работники должны приобретать

гигиенические знания и навыки, выполнять нормы и требования, обеспечивающие безопасность труда.

В здравоохранении РФ[8] принято выделять только 2 вида профилактики — первичную и вторичную.

Первичная профилактика направлена на изучение и снижение влияния факторов риска, предупреждение развития заболеваний — общих для всего населения, отдельных профессиональных, стажевых и возрастных групп и индивидуумов. Меры первичной профилактики: экологический и социально-гигиенический мониторинг условий труда и состояния здоровья работников; снижение влияния общих и профессиональных повреждающих факторов на организм работника (улучшение качества атмосферного воздуха, питьевой воды, структуры и качества питания, условий труда, условий быта и отдыха и др.); формирование здорового образа жизни, в т. ч.: создание постоянно действующей информационно-пропагандистской системы, направленной на повышение уровня знаний всех категорий работников о влиянии негативных факторов на здоровье и возможностях уменьшения этого влияния (развитие системы школ общественного здравоохранения и др. форм образования); санитарно-гигиеническое воспитание; снижение потребления табачных изделий и алкоголя, профилактика наркомании; привлечение работников к занятиям физической культурой, туризмом и спортом, повышение доступности этих видов оздоровления; предупреждение развития соматических и психических заболеваний, травматизма; медицинские обследования с целью снижения влияния вредных факторов риска, раннего выявления и предупреждения развития заболеваний; иммунопрофилактика различных групп работников; индивидуальное и групповое оздоровление работников, находящихся под воздействием небла-

---

[8] ВОЗ выделяет 3 вида профилактики заболеваний: первичную, вторичную и третичную. Термин "первичная профилактика" обозначает профилактику факторов риска среди здорового населения, "вторичная профилактика" — профилактику развития заболеваний при наличии факторов риска, "третичная профилактика" — профилактику прогрессирования заболеваний во избежание инвалидности и преждевременной смерти.

гоприятных для здоровья факторов с применением мер медицинского и немедицинского характера.

Вторичная профилактика направлена на предупреждение обострений и хронизации заболеваний, ограничений жизнедеятельности и работоспособности, снижения общей и профессиональной трудоспособности, что может привести к инвалидности и преждевременной смерти. Профилактические меры: целевое санитарно-гигиеническое воспитание, в т.ч. индивидуальное и групповое консультирование работников, обучение пациентов и членов их семей знаниям и навыкам, связанным с конкретным заболеванием или группой заболеваний; диспансерные медицинские осмотры с целью оценки состояния здоровья, определения оздоровительных и лечебных мероприятий; курсы профилактического лечения и целевого оздоровления, в т.ч. лечебного питания, лечебной физкультуры, медицинского массажа, санаторно-курортного лечения; медико-психологическая адаптация к изменению ситуации в состоянии здоровья, формирование правильного восприятия изменившихся возможностей и потребностей организма; уменьшение влияния факторов экологического и профессионального риска; сохранение остаточной трудоспособности и возможности адаптации в профессиональной и социальной среде, создание условий для оптимального обеспечения жизнедеятельности пострадавших от несчастных случаев и заболеваний на производстве.

Системы профилактики профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний: общественная профилактика — создание здоровых и безопасных условий труда и быта на производстве, на рабочем месте, медицинская профилактика — комплекс мер, реализуемых через систему здравоохранения.

Гигиеническое нормирование, то есть установление предельно допустимых величин и ориентировочно безопасных уровней воздействия[9], вредных производственных факторов –

---

[9] Ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ устанавливаются на срок 3 года и применяются для условий опытных и полузаводских установок на период, предшествующий проектированию производст-

это *базовая* мера профилактики профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний санитарно-гигиенического характера.

Профилактические меры санитарно-гигиенического характера, направленные на исключение вредного фактора или снижения интенсивности его воздействия до величин, не превышающих гигиенические нормативы (концентрации, дозы, уровни и пр.):

1). Изменение технологии производства – наиболее радикальная мера снижения заболеваемости работающих, позволяющая исключить вредный фактор производственной среды или процесса.

2). Замена технических средств производства на более современные, усовершенствованные, позволяющие снизить интенсивность вредного воздействия производственного фактора.

3). Санитарно-техническое обеспечение производства и повышение эффективности использования данных систем (системы вентиляции, шумо- и вибро-изоляции, системы тепло- и водоснабжения и пр.).

4). Внедрение современных систем управления отходами производства в рамках производственного процесса.

5). Обеспечение всех работающих в данных условиях современными средствами индивидуальной защиты и контроль за их адекватным и своевременным применением.

6). Рационализация режима труда и отдыха. Соблюдение продолжительности рабочего дня, регламентированных и нерегламентированных (5-10 мин. каждый час) перерывов в работе, своевременное предоставление годового отпуска и соблюдение его продолжительности.

7). Бытовое обеспечение работающих в производственных условиях (комнатами отдыха или разгрузки, местами

ва. ОБУВ должны пересматриваться через 3 года после их утверждения или заменяться значениями ПДК с учетом представленных в Комиссию по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию Минздрава России данных о здоровье работающих в данных условиях.

для принятия пищи, санитарными комнатами, включая уборную, душевую комнату, и пр.).

8). Постоянный производственный контроль за условиями труда и состоянием производственной среды (рабочей зоны) с целью выявления нарушений гигиенических нормативов вредных факторов и регламентов организации трудового процесса.

Меры лечебно-профилактического характера, направленные на снижение эффекта вредного воздействия производственного фактора вредности и раннее выявление профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний на донозологической или ранней клинической стадии развития:

1). Организация предварительных (при приеме на работу) и периодических медицинских осмотров, повышение их эффективности по выявляемости профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний. Учет заболеваний, препятствующих найму на работу с вредными условиями труда по фактору вредности. Предупреждение при найме на работу о ведущих факторах вредности и возможных отклонениях в состоянии здоровья в будущем.

2). Физиотерапевтическое обслуживание работающих на базе медсанчастей, организованных при промышленных предприятиях. Адекватное применение физиотерапевтических процедур с учетом фактора вредности.

3). Лечебно-профилактическое питание работающих во вредных условиях с учетом фактора вредности.

4). Обеспечение работающих во вредных условиях путевками на лечение в санаториях и профилакториях соответствующего профиля.

5). Санитарное просвещение работающих по вопросам ведущих факторов вредности на рабочем месте, возможных повреждениях здоровья, первичных признаках профессиональных заболеваний и необходимых мерах профилактики заболеваний как санитарно-гигиенического, так и лечебно-профилактического характера. Важным аспектом санпросветработы среди работающих во вредных условиях труда является

обучение навыкам здорового образа жизни, в частности, тем элементам, которые могут препятствовать развитию профессионального заболевания, отсрочить его появление, снизить тяжесть заболевания или предупредить инвалидность.

Гигиенические основы промышленной вентиляции. Виды производственной вентиляции

Вентиляция производственных помещений

Сегодня проблемы качества внутреннего воздуха в зданиях приобрели особенно актуальный характер. Причинами этого является стремительный рост объемов строительства, урбанизация и ухудшение общей экологической обстановки на планете.

Производственные процессы, воздействуя на физико-химическое состояние воздушной среды в рабочей зоне, могут приводить к отклонению показателей от гигиенических требований. К числу факторов, обусловливающих эти изменения, относятся: избыточное выделение конвекционного тепла и влаги, загрязнения парами и газами химических веществ и пылью. Возможны различные сочетания этих факторов.

Создание необходимых параметров микроклимата и чистоты воздуха должно достигаться прежде всего мерами технологического и архитектурно-строительного характера. К технологическим мерам относятся применение таких прогрессивных способов, как комплексная механизация и автоматизация производства, герметизация технологического оборудования, пылеподавление с помощью увлажнения сырья и материалов, ограничение применения токсичных видов сырья, вспомогательных продуктов и материалов и т.д.

Меры архитектурно-строительного плана должны предусматривать достаточную площадь и кубатуру производственных помещений, условия для хорошего естественного проветривания и в то же время исключить возможность дополнительного загрязнения воздуха производственных помещений от внешних источников.

В целях предупреждения загрязнения воздуха рабочих помещений и удаления избытков тепла, влаги и загрязняющих

воздух вредных веществ, прибегают к созданию различных систем вентиляции.

Вентиляция представляет собой систему технических средств, обеспечивающую регулярный воздухообмен в помещении. Вентиляцией называется совокупность мероприятий и устройств, необходимых для обеспечения заданного состояния воздушной среды в рабочих помещениях. Вентиляционное оборудование, объединенное в один агрегат (для удаления или подачи воздуха), носит название вентиляционной установки.

Совокупность различных вентиляционных установок, имеющих единое название (удаление пыли, газов, тепла, влаги и др.), принято называть вентиляционной системой.

Среди санитарно-технических мероприятий вентиляция занимает одно из основных мест в системе оздоровления условий труда на производстве.

Виды производственной вентиляции

Признаки различных классификаций вентиляционных систем:

- по способу перемещения воздуха: естественная, искусственная (механическая) и совмещенная (естественная и искусственная одновременно);
- по направлению потока воздуха: приточная, вытяжная, приточно-вытяжная;
- по месту действия: общеобменная, местная, комбинированная.

По способу перемещения воздуха вентиляция делится на *естественную* и *механическую* (рис.7).

В зависимости от способа организации воздухообмена вентиляция может быть *местной* и *общеобменной*.

По принципу действия вентиляционные установки подразделяют на:

1. Вытяжные. Они предназначены для удаления воздуха и могут быть *местными* и *общими*;

2. Приточные. Они осуществляют подачу воздуха и подразделяются на *местные* (воздушные души, завесы, оазисы) и *общие* (рассеянный или сосредоточенный приток).

При естественной вентиляции воздухообмен происходит за счет разности температур, а следовательно, и удельных весов воздуха внутри производственного помещения и вне его, т.е. работают под влиянием теплового напора и за счет воздействия ветра (ветровой напор).

Разность температур воздуха внутри помещения (где она более высокая) и снаружи вызывает поступление холодного воздуха в помещение и вытеснение из него теплого воздуха.

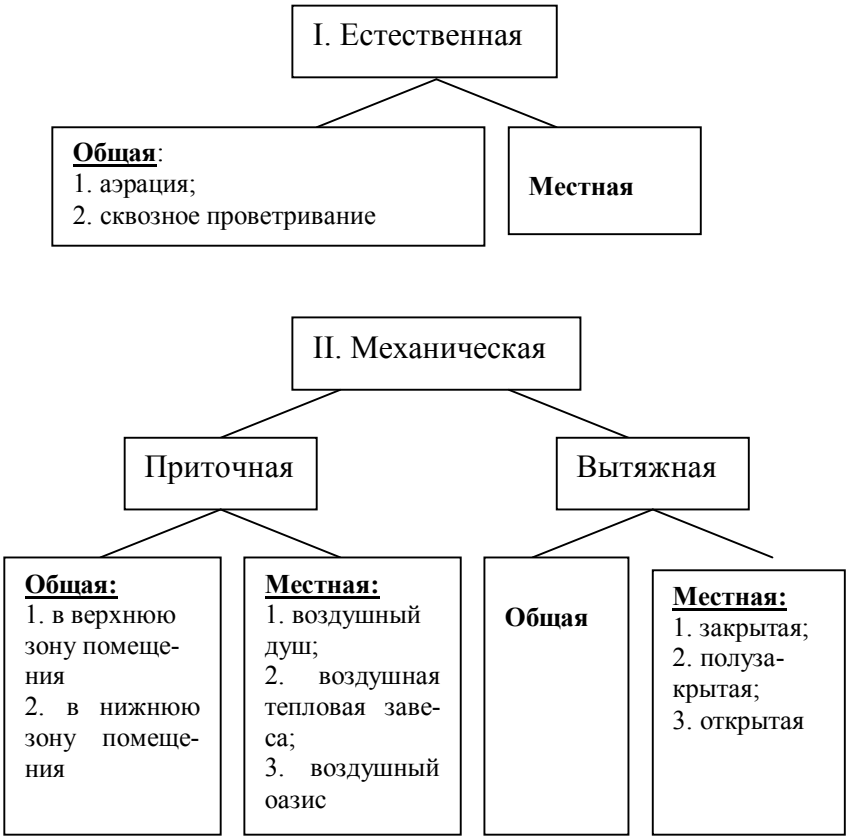


Рис. 7. Классификация промышленных вентиляционных систем

При действии ветра с наветренной стороны здания создается избыточное давление и свежий воздух поступает в по-

мещение. Это широко используется для естественной вентиляции в цехах с избыточными тепловыделениями.

Естественная вентиляция производственных помещений может быть *неорганизованной* и *организованной*.

При неорганизованной вентиляции (проветривании) поступление и удаление воздуха происходит через окна, форточки, специальные проемы, а также и через неплотности наружных ограждений (инфильтрация).

Аэрация. Организованная регулируемая естественная вентиляция производственных помещений называется аэрацией. Она осуществляется с помощью специально создаваемых конструктивных элементов промышленных зданий. Аэрация является наиболее рациональным способом естественного воздухообмена и используется для проветривания цехов с большими тепловыделениями, способствуя удалению паров и газов. Аэрируемые здания оборудуются тремя рядами проемов, снабженных специальными фрамугами. В стенах зданий устраиваются двухуровневые проемы: на высоте 1-1,5 метра от пола и на высоте 4-6 м от пола. В верхней части здания (обычно в перекрытии) оборудуются застекленные светоаэрационные фонари, проемы которых снабжены фрамугами, способными открываться автоматически на необходимую величину.

В летнее время свежий воздух поступает через открытые нижние проемы с наветренной стороны, а при отсутствии ветра – с обеих сторон и удаляется через верхнюю зону. В зимнее время поступление наружного воздуха происходит через верхние проемы в стенах, расположенных с подветренной стороны. Воздухообмен регулируется изменением положения створок фрамуг чтобы не было переохлаждения работающих.

Наилучшие условия аэрации создаются в однопролетных одноэтажных зданиях достаточной высоты. Для управления аэрацией должны быть оборудованы надежные механизмы. Достоинством аэрации является возможность осуществления больших воздухообменов (до нескольких миллионов кубических метров в час). Устройство системы аэрации дешевле механических систем вентиляции, но значительно сложнее в управлении.

Серьезным препятствием для использования аэрации является то, что наряду с избытком тепла воздух рабочих помещений может содержать вредные пары, газы, аэрозоли, выброс которых в наружную атмосферу без очистки не допустим. При использовании аэрации очистка вентиляционного воздуха невозможна.

Механическая вентиляция. В отличие от естественной механическая вентиляция позволяет производить предварительную обработку приточного воздуха (очистку, увлажнение, нагрев или охлаждение) и очистку от пыли, газов и других примесей удаляемого воздуха перед выбросом его в атмосферу. Механическая вентиляция равномерно работает круглый год в необходимых объемах независимо от наружных погодно-климатических условий. Возможна подача воздуха в любую точку рабочего помещения и удаления воздуха из любой точки. При необходимости величины воздухообменов можно менять в значительных пределах.

Местная механическая вытяжная вентиляция

В борьбе с производственными вредностями ведущее место занимает местная механическая вытяжная вентиляция. Она предназначена для улавливания и удаления загрязненного воздуха непосредственно от мест образования или выхода вредных выделений. Эффективность действия местной вытяжной вентиляции зависит от рационального выбора и совершенства конструкции воздухоприемника местного отсоса, степени укрытия и достаточности разрежения, создаваемого установкой, и других условий.

Элементы вытяжной установки:

- отсос (воздухоприемник), через который воздух удаляется из помещения;
- воздуховоды;
- вентилятор;
- оборудование для очистки воздуха от пыли и газов;
- устройство для выброса воздуха – вытяжная шахта.

Классификация отсосов местной вытяжной вентиляции: отсосы открытого, полузакрытого и закрытого типов.

*Местные отсосы **открытого** типа* включают: защитно-обеспыливающие кожухи, вытяжные зонты, бортовые отсосы и

др. Характерной особенностью отсосов открытого типа является то, что всасывающее отверстие располагается на некотором расстоянии от источника образования или выделения вредных веществ.

Защитный противопылевой кожух находит применение для удаления пылевого факела, образующегося при обработке материалов с помощью точильных, шлифовальных, полировальных кругов. Кожух присоединяется в направлении перемещения частиц и снабжается специальным козырьком.

Вытяжной зонт служит для локализации и удаления избыточного конвекционного тепла, других вредных веществ, которые создают устойчивый восходящий поток с тепловыделениями. Площадь зонта должна перекрывать площадь выделения вредностей. Зонты делаются открытыми со всех сторон и со свесами, которые могут быть выполнены из твердого материала либо из плотной ткани, облегчающей выполнение производственных операций под зонтом. При удалении тепла и влаги скорость движения воздуха в горизонтальном сечении зонта может сильно варьировать.

Бортовые отсосы (щелевидные воздухоприемники) применяются преимущественно на гальванических, травильных ваннах и др. Принцип их действия состоит в том, что затягиваемый в щель воздух, двигаясь над поверхностью ванны, увлекает с собой пары вредных веществ (кислот, щелочей и др.), препятствуя их распространению в воздухе рабочего помещения. Различают отсосы однобортовые (при ширине ванны до 0,7 м), двухбортовые (при ширине 0,7-1 м) и с «передувкой», т.е. со сдувкой паров с зеркала ванны струей воздуха.

При сварке на нефиксированных рабочих местах находят применение *перемещаемые отсосы*, которые устанавливаются в непосредственной близости от зоны образования вредных выделений. Такие отсосы крепятся непосредственно к инструменту.

К отсосам ***полузакрытого*** *типа* относятся вытяжные шкафы и камеры. Они находят широкое применение при различных операциях, связанных с выделением вредных газов, паров и др.

К отсосам ***закрытого*** *типа* относятся укрытия-боксы. Укрытия-боксы без открытых проемов применяются при работе с особо токсичными и радиоактивными веществами. Боксы оборудуются манипуляторами или встроенными резиновыми рукавами и перчатками. Местная вытяжная вентиляция при полном укрытии источников вредности является наиболее эффективным способом вентиляции.

Для перемещения воздуха в системах механической вентиляции используются специальные воздуходувные машины-вентиляторы, которые приводятся в действие электродвигателями. Удаляемый из производственных помещений загрязненный воздух должен подвергаться очистке с целью предупреждения загрязнения окружающей атмосферы.

Местная приточная механическая вентиляция служит для создания требуемых гигиенических условий воздушной среды в ограниченной зоне производственного помещения.

К установкам местной приточной вентиляции относятся воздушные души, воздушные и воздушно-тепловые завесы, оазисы.

*Воздушный душ***,** устройство в системе местной приточной вентиляции, обеспечивающее подачу сосредоточенного потока воздуха, создающего в зоне непосредственного воздействия этого потока на человека условия воздушной среды, соответствующие гигиеническим требованиям (в отношении температуры, влажности, подвижности воздуха и концентрации в нём вредных веществ). Подаваемый воздух, как правило, подвергают очистке и термовлажностной обработке и выпускают через патрубки, снабженные устройствами для регулирования направления воздушного потока. Воздушный душ применяются на фиксированных рабочих местах или в местах отдыха и особенно эффективны в производственных помещениях, где работающие находятся под воздействием высокой температуры и лучистой энергии (у плавильных и нагревательных печей, при разливке металла и т.п.). Установки для воздушного душа бывают стационарные и передвижные. Температура воздуха и скорость обдува определяются интенсивностью облучения, степенью тяжести работы и временем года (температура воздуха

колеблется в пределах 18-24ºС, скорость движения воздуха 0,5-3,5 м/с). Скорость движения воздуха должна пропорционально возрастать с ростом интенсивности облучения и тяжести труда. Она больше в теплое время года. Температура подаваемого воздуха находится в обратной зависимости от указанных условий. На приточных воздуховодах устанавливаются специальные патрубки, позволяющие изменять направление струи в зависимости от положения работающего.

Воздушные оазисы предусматривают улучшение метеорологических условий на ограниченной площади помещения. Они представляют собой огражденное водяной завесой место отдыха рабочих, внутрь которого подается прохладный воздух.

Воздушные и воздушно-тепловые завесы устраивают для защиты работающих от охлаждения воздухом, проникающим через ворота или другие проемы в наружных ограждениях, а также с целью предотвратить проникновение воздуха из смежных помещений через часто открываемые проемы. Завесы устраивают 2 типов: воздушные с подачей воздуха без подогрева и воздушно-тепловые с подогревом приточного воздуха в калориферах.

Кондиционирование воздуха – это создание и автоматическое регулирование в помещениях заданных параметров микроклимата и санитарно-гигиенических параметров (температуры, влажности, подвижности воздуха). Системами кондиционирования должен подаваться воздух, свободный от пыли. Иногда к нему предъявляются требования по очистке от бактерий, по ионизации, дезодорации или ароматизации. Устройство, осуществляющее требуемую обработку воздуха, называется установкой кондиционирования или кондиционером. С помощью кондиционеров в помещениях обеспечивается условия комфорта и нормального протекания технологических процессов.

Санитарно-гигиенические требования к вентиляции с учетом особенностей производственного процесса. Основные санитарно-гигиенические требования к вентиляции производственных помещений определены санитарными нормативами, а также строительными нормами и правилами.

Воздушный баланс. Важное гигиеническое значение имеет характер воздушного баланса. Воздушный баланс считается уравновешенным, если количество поступающего в помещение воздуха равно количеству удаляемого из него воздуха. Отрицательный баланс обеспечивает невозможность перетекания воздуха из вентилируемого помещения с большими выделениями вредностей в помещения с меньшими выделениями или без выделений вредностей. В этом случае из помещения за счет вытяжной вентиляции удаляется больше воздуха, чем подается приточной вентиляцией.

Положительный воздушный баланс изолирует помещение от проникновения в него воздуха снаружи и из соседних помещений, если это необходимо по санитарным или технологическим требованиям. Если количество организованно подаваемого в помещение воздуха больше, чем количество удаляемого, в помещении создается повышенное давление и воздушный баланс является положительным.

В горячих цехах могут быть использованы как различные варианты естественной вентиляции, так и механическая общая и местная приточная вентиляция в сочетании с механической вытяжной.

В цехах с большим выделением водяных паров для борьбы с высокой влажностью и с образованием конденсата наиболее эффективно сочетание герметичного укрытия мест выделения влаги с местной вытяжной вентиляцией из-под укрытия и одновременной подачи в верхнюю зону помещения подогретого до 30^0-35^0С воздуха, поглощающего избыток водяных паров. Создается положительный воздушный баланс.

Для борьбы с вредными аэрозолями, парами и газами применяется местная вытяжная вентиляция, эффективность которой тем выше, чем герметичнее укрытие. Общая приточная

вентиляция в этом случае играет вспомогательную роль, создается отрицательный воздушный баланс.

Лабораторная работа
I. СИСТЕМА ПРОФИЛАКТИЧЕСКИ МЕРОПРИЯТИЙ. ОХРАНА ТРУДА РАБОТАЮЩИХ

Задание студенту:

1. Установить по описанию рабочего места и условий труда ведущий фактор вредности, найти в Руководстве и табл. 35 гигиенические нормативы и на этой основе дать гигиеническое заключение об условиях труда, связанных с данным фактором.
2. На основе приведенных клинических данных о состоянии здоровья работающего предположить профессиональное заболевание.
3. Предложить возможные профилактические мероприятия гигиенического и медико-профилактического характера, используя принципиальную схему мер профилактики, направленных на исключение или снижение вредного фактора и улучшения состояния здоровья работающего в данных условиях (табл. 36).

Пример. Типовая задача.

На участке шахты, где добывается уголь с помощью угольного комбайна, работают 18 человек. При очередном медицинском обследовании комбайнера М. (стаж работы 18 лет) на рентгенограмме отмечено усиление легочного рисунка в прикорневой зоне и краевая эмфизема. Рабочий предъявляет жалобы на сухой кашель, одышку при физической нагрузке, быструю утомляемость. На ЭКГ – отклонение электрической оси сердца вправо. При гигиеническом обследовании рабочего места выявлена концентрация угольной пыли от 4 до 120 мг/м^3.

1. Какое профессиональное заболевание может быть диагностировано у рабочего М.?

2. Какова ПДК угольной пыли, не содержащей двуокиси кремния?

3. Какие профилактические мероприятия можно рекомендовать в соответствии с принципиальной схемой мер профилактики: изменение технологического процесса, санитарно-технические меры (включая виды вентиляции), рекомендации по оптимизации режима труда и отдыха, бытовому обслуживанию, применение средств индивидуальной защиты, медицинское обслуживание (предварительные и периодические медицинские осмотры), санитарный контроль за условиями труда, организация лечебно-профилактического питания, физиотерапевтические процедуры, направленные на предупреждение развития заболевания, санитарно-просветительная работа?

Таблица 35

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны ГН 2.2.5.1313-03

Вредные вещества	ПДК мр/ ПДК $_{СС}$	Агрегатное состояние	Класс опасности	Особенности действия
Асбесты природные и синтетические при содержании асбеста:				
- > 20%	2/0,5	а	3	Ф,К
- 10-20%	2/1	а	3	Ф,К
Бензол	15/5	п	2	К
Медь	1/0,5	а	2	
Медноникелевая руда	-/4	а	4	Ф
Ртуть	0,01/0,005	п	1	
Ртуть неорганические соединения	0,2/0,05	а	1	
Углерода пыли:				
Коксы каменноугольные, пековые, нефтяные, сланцевые	-/6	а	4	Ф
Антрацит (SiO_2 < 5%)	-/6	а	4	Ф
Другие ископаемые угли, углеподобные пыли (SiO_2 < 5%)	-/10	а	4	Ф
Алмазы прир. и искуственные	-/8	а	4	Ф
Сажи черные с бенз(а)пиреном до 35 мг/кг	-/4	а	3	Ф,К
Пыль растительного и животного происхождения				
С примесью SiO_2 = 2-10%)	-/4	а	4	А,Ф
зерновая	-/4	а	3	А,Ф
Лубяная, хлопчатобумажная хлопковая, льняная, шерстяная, пуховая и др. (SiO_2 > 10%)	-/2	а	4	А,Ф
Мучная, древесная (SiO_2 < 2%)	-/2	а	4	А,Ф
Хлопковая мука (по белку)	-/0,5	а	3	А

Пояснения: ПДК мр – предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны максимально разовая, ПДК $_{СС}$ – предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны среднесменная. Класс опасности: 1 класс – чрезвычайно опасные, 2 класс – высокоопасные, 3 класс – опасные, 4 класс – умеренно опасные. Агрегатное состояние вещества в воздухе рабочей зоны: п – пары, а – аэрозоль. Особенности действия вещества: А – аллергенное, Ф – фиброгенное, К – канцерогенное.

Таблица 36

О порядке проведения предварительных и периодических медицинских осмотров работников и медицинских регламентах допуска к профессии

(Приказ Минздравмедпрома РФ от 14 марта 1996 г. N 90 с изменениями от 11.09.2000, 6.02.2001)

Разъяснения:

1. Работникам в обязательном порядке проводится исследование крови: НВ, лейкоциты, СОЭ. При предварительном медицинском осмотре обязательно проводится рентгенограмма органов грудной клетки в прямой проекции, при периодическом медосмотре 1 раз в 3 года. Женщины осматриваются акушером-гинекологом с проведением бактериологического (на флору) и цитологического (на атипичные клетки) исследований. Участие врача-психиатра только при проведении предварительных при поступлении на работу медицинских осмотров и по показаниям.
2. Вещества, отмеченные в перечне значком "А", относятся к аллергенам, значком "К" - к канцерогенам, значком "Ф" - обладают фиброгенным эффектом и по показаниям осматриваются соответственно аллергологом, онкологом, профпатологом.
3. ЛПУ – лечебно профилактическое учреждение, ЦП – Центр профпатологии
4. Участие врачей-специалистов: * - по показаниям
5. ФВД – функция внешнего дыхания (спирометрия), РВГ – реовазография,

Вредные, опасные вещества и производственные факторы	Периодичность осмотров		Участие врачей - специалистов	Лабораторные и функциональные исследования
	ЛПУ	ЦП		
1	2	3	4	5
Ртуть и ее соединения	1 раз в год	1 раз в 5 лет	Невропатолог, терапевт, стоматолог*	Ртуть в моче
Свинец и его неорганические соединения	1 раз в год	1 раз в 3 года	Терапевт, невропатолог	Эритроциты, ретикулоциты, эритроциты с зернистостью, АЛК (аминолевулиновая кислота) или КП (копропорфирин) в моче
Свинец и его органические соединения (тетраэтилсвинец)	1 раз в год	1 раз в 3 года	Невропатолог, терапевт, психиатр*	
Медь и ее соединения	1 раз в 2 года	1 раз в 5 лет	Терапевт, отоларинголог	Лейкоцитарная формула*
Озон	1 раз в год	1 раз в 5 лет	Терапевт, отоларинголог	ЭКГ
Углеводороды ароматические: бензол (К) и его производные	1 раз в год	1 раз в 3 года	Терапевт, невропатолог	Общий анализ крови, ретикулоциты, тромбоциты

Продолжение табл. 36

1	2	3	4	5
Амино- и нитросоединения ароматических углеводородов (анилин (К), м- и п-толуидин, нитро- и аминобензолы, нитрохлорбензолы, нитро- и аминофенолы, тринитротолуол, фенилендиамины (А), хлоранилины, ксилидины, анизидины и пр.)	1 раз в год	1 раз в 3 года	Терапевт, невропатолог, онколог*, офтальмолог* (нитропроизводные толуола)	Общий анализ крови, ретикулоциты, тельца Гейца, билирубин в крови, АЛТ, биомикроскопия* (нитропроизводные толуола)
Изоцианаты (толуилендиизоцианат)	1 раз в год	1 раз в 3 года	Терапевт, невропатолог, офтальмолог, отоларинголог	Общий анализ крови, ФВД
О-толуидин (К), бензидин (К), бэта-нафтиламин (К)	1 раз в год	1 раз в 3 года	Терапевт, невропатолог, уролог	Общий анализ мочи, цистоскопия*
Галогенпроизводные ароматических углеводородов (галоген в бензольном кольце): хлор- и бромбензол, хлортолуол	1 раз в 2 года	1 раз в 5 лет	Терапевт, невропатолог, отоларинголог	Общий анализ крови, ретикулоциты, тромбоциты
Галогенпроизводные ароматических углеводородов (галоген в боковой цепи): хлористый бензил и бензилиден, бензотрихлорид и –фторид и др.	1 раз в 2 года	1 раз в 5 лет	Терапевт, невропатолог, отоларинголог	Общий анализ крови, ретикулоциты, тромбоциты, ФВД
Полициклические ароматические углеводороды (нафталин, нафтолы, бенз(а)пирен (К), бензантрон, бензантрацен, фенантрен и др.	1 раз в год	1 раз в 3 года	Терапевт, невропатолог, отоларинголог, дерматовенеролог	Общий анализ крови
Пестициды хлорорганические (метоксихлор, гептахлор, хлориндан, дихлор, гексахлорбензол, гексахлорциклогексан и др.)	1 раз в год	1 раз в 3 года	Терапевт, невропатолог, отоларинголог, дерматовенеролог	Общий анализ крови, билирубин крови, АТЛ, щелочная фосфотаза, ФВД
Пестициды фосфорорганические (метафос, меркаптофос, карбофос, М-81-рогор, дифлос, хлорофос, гардон, валексон и др.)	1 раз в год	1 раз в 3 года	Невропатолог, отоларинголог, терапевт, дерматовенеролог	Общий анализ крови, активность холинэстеразы, ФВД

Продолжение табл. 36

1	2	3	4	5
Пестициды ртутьорганические (гранозан (А), меркурбензол и др.)	1 раз в год	1 раз в 3 года	Невропатолог, терапевт, офтальмолог*	Общий анализ крови, анализ мочи на ртуть
Пестициды – производные карбаминовых кислот (которан, авадекс, дихлоральмочевина, метурин, фенурон, севин (А), манеб (А), дикрезил, ялан, карбатион (А), цинеб (А) и др.	1 раз в год	1 раз в 3 года	Невропатолог, терапевт, дерматовенеролог	Общий анализ крови, ретикулоциты, тельца Гейца, метгемоглобин, билирубин, активность холинэстеразы
Промышленные аэрозоли преимущественно фиброгенного и смешанного действия				
Кремния диоксид (кремнезем) кристаллический (α-кварц, α-кристобалит, α-тридимит (Ф,А)	1 раз в год	1 раз в 3 года	Терапевт, отоларинголог, дерматовенеролог	Рентгенография грудной клетки – ри предварительном осмотре прямая и боковая рентгенограмма, повторно через 3 года, при стаже 3-10 лет – 1 раз в 2 года, при стаже >10 лет – 1 раз в год, ФВД ежегодно
Углеводородные пыли: антрацит и другие ископаемые угли (Ф)	1 раз в 2 года	1 раз в 5 лет	Терапевт, отоларинголог, дерматовенеролог*	-«-
Углеродные пыли с содержанием свободного диоксида кремния 5-10%	1 раз в 2 года	1 раз в 5 лет	Терапевт, отоларинголог, дерматовенеролог*	-«-
Коксовая пыль – каменноугольня, пековая, нефтяная, сланцевая (Ф,К)	1 раз в год	1 разз в 3 года	Терапевт, отоларинголог, дерматовенеролог	-«-
Алмазная пыль природная и искусственная	1 раз в 2 года	1 раз в 5 лет	Терапевт, отоларинголог, дерматовенеролог	-«-
Асбест и асбестосодержащие (Ф,К)	1 раз в год	1 раз в 3 года	Терапевт, отоларинголог, дерматовенеролог	-«-
Пыль растительного и животного происхождения с бактериальным загрязнением (Ф,А)	1 раз в 2 года	1 раз в 5 лет	Терапевт, отоларинголог, дерматовенеролог*	-«- + лейкоцитарная формула
Ионизирующие излучения (ИИ). Радиоактивные вещества и источники ИИ	1 раз в год	1 раз в 3 года	Терапевт, невропатолог, офтальмолог, отоларинголог, дерматовенеролог	Гемоглобин, эритроциты, тромбоциты, лейкоцитарная формула, ЭКГ, ДВФ, рентгенография легких

Продолжение табл. 36

1	2	3	4	5
Локальная вибрация (нормативные условия и превышение ПДУ)	1 раз в год	1 раз в 3 года	Невропатолог, отоларинголог, терапевт,	Холодовая проба, вибрационная чувствительность, РВГ периферических сосудов*, рентгенография опорно-двигательного аппарата*
Общая вибрация при превышении ПДУ	1 раз в 2 года	1 раз в 5 лет	Невропатолог, отоларинголог, терапевт, хирург*, офтальмолог*	вибрационная чувствительность, РВГ периферических сосудов*, исследование вестибулярного аппарата*, аудиометрия*, ЭКГ*, рентгенография опорно-двигательного аппарата*
Производственный шум при превышении ПДУ=80 дБ: 81-99 дБ >100 дБ	1 раз в 2 года 1 раз в год	1 раз в 5 лет 1 раз в 3 года	Отоларинголог, терапевт, невропатолог	Аудиометрия, исследование вестибулярного аппарата*
УЗ (контактная передача) при превышении ПДУ:	1 раз в год	1 раз в 3 года	Терапевт, невропатолог, офтальмолог	Вибрационная чувствительность, РВГ периферических сосудов*
Общее охлаждение при работе:				
- в помещении с температурой ниже допустимой на $\geq 8^0$С	1 раз в год	1 раз в 3 года	Терапевт, невропатолог, хирург, оторларинголог	Термометрия с холодовой нагрузкой*, РВГ периферических сосудов*
- на открытой территории при (-10) — (20^0С)	1 раз в 2 года	1 раз в 5 лет	-«-	-«-
- на открытой территории зимой при Т<-20^0С или локальное охлаждение	1 раз в год	1 раз в 3 года	-«-	-«-
Тепловое излучение выше допустимого уровня при Т воздуха ниже допустимого уровня	1 раз в течение 1-го года, затем 1 раз в 2 года	1 раз в 5 лет	Терапевт, невропатолог, дерматовенеролог, акушер-гинеколог*, окулист*	

Продолжение табл. 36

1	2	3	4	5
Локальные мышечные напряжения мышц кистей и пальцев рук:				
- от 40 тыс. до 60 тыс. за смену	1 раз в 2 года	1 раз в 5 лет	Невропатолог, хирург, терапевт, уролог*	Динамометрия, электронейромиография*, РВГ периферических сосудов
- > 60 тыс. движений за смену	1 раз в год	1 раз в 3 года		

II. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЕНТИЛЯЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Задания студенту

В соответствии с данными ситуационной задачи:

1. Выбрать наиболее эффективный вариант вентиляционной системы для конкретных производственных условий. Указать основные производственные вредности.
2. Определить производительность вытяжной вентиляционной системы.
3. Определить кратность воздухообмена в помещении.
4. Письменно решить ситуационную задачу с подробным ответом на все поставленные вопросы.

Методика работы
Определение и оценка производительности вытяжной вентиляционной системы.

При эффективной работе местной вытяжной вентиляции, предназначенной для удаления выделяющихся в производственном помещении газов, паров и аэрозолей необходимо, чтобы скорость отсоса загрязненного воздуха была подобрана так, чтобы в зоне дыхания рабочих концентрации вредных веществ не превышали ПДК.

Для удаления аэрозолей (пыли) скорость движения воздуха в отверстии открытого воздуховода в зависимости от дисперсности должна быть *от 1,5 до 4 м/с*.

При удалении паров и газов ядовитых веществ руководствуются степенью их токсичности. Так, скорость движения воздуха в отверстиях вытяжных шкафов для малотоксичных

веществ, ПДК которых превышает 100 мг/м^3, должна быть 0,5-0,7 м/с. Для веществ с ПДК, равной или менее 100 мг/м^3, - 1 м/с. В сечении открытых отсосов (зонтов, бортовых отсосов) рекомендуется скорость удаления воздуха от 0,5 до 1,25 м/с.

Необходимую производительность вытяжной вентиляции (Q) рассчитывают по формуле:

$$Q = \nu * S * 3600 \ (м^3/ч),$$

где S - площадь сечения отсоса, м^2;

3600 – коэффициент пересчета (1 час = 3600 секунд);

ν - необходимая скорость удаления воздуха, м/с.

Методика решения ситуационной задачи:

1. Рекомендовать оптимальный вариант системы вентиляции и вид отсосов для удаления указанных в задаче конкретных производственных вредностей.
2. Определить и оценить эффективность применяемых вентиляционных систем, т.е. вычислить объем воздуха, который необходимо удалять из производственного помещения в единицу времени (1 час).

Для этого необходимо:

- подсчитать обую площадь сечения всех используемых на производстве отсосов (S, м^2);

- рекомендовать необходимую скорость отсоса (ν, м/с), исходя из указанной степени дисперсности аэрозоля или класса опасности (токсичности) удаляемых паров или газов (класс опасности можно узнать по величине ПДК веществ в воздухе рабочей зоны). Грубодисперсную пыль рекомендуется удалять со скоростью не менее 4 м/с, мелкодисперсную – 2 м/с;

- письменно рассчитать требуемую производительность вытяжной вентиляционной системы (необходимый объем воздуха) по формуле: $Q=\nu*S*3600$ (м^3/ч).

Определение кратности воздухообмена в производственном помещении

Кратность воздухообмена (К) – величина, показывающая, сколько раз воздух помещения заменяется в течение часа наружным воздухом. Кратность воздухообмена определяется как отношение количества воздуха, поступающего в помещение

в течение 1 часа, к кубатуре помещения и определяется по формуле:

$$\mathbf{K=(v^* S^* t) / (2^* V),}$$

где υ – скорость движения воздуха, м/с, измеренная анемометром или другими современными приборами;
S/2 – половина площади открытых окон или форточек, $м^2$ (через другую половину воздух выходит из помещения);
t – время проветривания, с;
V – объем помещения, $м^3$.

Для оценки полученной величины кратности воздухообмена подсчитывают необходимую в данных условиях кратность воздухообмена ($K_н$)

$$\mathbf{K_н} = \frac{22{,}6 * n}{(1{,}0 - 0{,}4) * V},$$

где 22,6 – количество CO_2, выдыхаемое одним человеком, л/ч;
n – число людей в помещении;
1,0 – ПДК CO_2, ‰ или $л/м^3$;
0,4 – концентрация CO_2 в атмосферном воздухе, ‰ или $л/м^3$;
V – объем помещения, $м^3$.

Приточная вентиляция в этих случаях носит компенсаторный характер, поэтому определения ее производительности не требуется. Важно лишь обеспечить в помещении отрицательный воздушный баланс, т.е. количество удаляемого из помещения воздуха должно несколько превышать объем воздуха, подаваемого приточной вентиляционной системой. Это необходимо, чтобы избежать распространения вредных веществ в соседние помещения.

Приложение 1

ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ РФ

(Приказ Минздравмедпрома России от 14.03.1996 № 90)

1. **Заболевания, вызванные воздействием различных веществ и факторов**

1.1. ***Заболевания, вызванные химическими соединениями и элементами:*** бериллием или его токсичными соединениями; кадмием или его токсичными соединениями; фосфором или его токсичными соединениями; хромом или его токсичными соединениями; марганцем или его токсичными соединениями; мышьяком или его токсичными соединениями; ртутью или ее токсичными соединениями; свинцом или его токсичными соединениями; фтором или его токсичными соединениями; сероуглеродом; токсичными галогенопроизводными алифатических или ароматических углеводородов; бензолом или его токсичными гомологами; токсичными нитро- или амидосоединениями бензола или его гомологов; нитроглицерином или другими эфирами азотной кислоты; спиртами, гликолями, кетонами; удушающими веществами - окисью углерода, цианистым водородом или его токсичными производными, сероводородом; акрилонитрилом; окислами азота; ванадием или его токсичными соединениями; сурьмой или ее токсичными соединениями; гексаном; минеральными кислотами; фармацевтическими веществами; таллием или его соединениями; осмием или его соединениями; селеном или его соединениями; медью или ее соединениями; оловом или его соединениями; цинком или его соединениями; озоном, фосгеном; раздражающими веществами - бензохиноном и другими веществами, раздражающими роговую оболочку глаза; любыми другими химическими соединениями и элементами, не указанными выше в пунктах 1.1.1 - 1.1.31, если установлена связь между их воздействием на работника и текущим заболеванием.

1.2. ***Заболевания, вызванные физическими факторами*** (нарушение слуха, вызванное производственным шумом; заболевания, вызванные вибрацией (с поражением мышц, сухожилий, костей, суставов, периферических кровеносных сосудов или периферической нервной системы); работой в условиях

повышенного атмосферного давления; ионизирующим излучением; тепловым излучением; ультрафиолетовым излучением; повышенной или пониженной температурой воздуха (солнечные удары, обморожения); любыми другими физическими факторами, не указанными выше, если установлена связь между их воздействием на работника и текущим заболеванием).

1.3. Заболевания, вызванные биологическими веществами (инфекционные или паразитарные заболевания, вызванные профессиональной деятельностью, связанной с риском заражения).

2. Заболевания при поражении отдельных органов и систем.

2.1. ***Профессиональные заболевания органов дыхания*** (пневмокониозы, вызванные фиброгенной минеральной пылью (силикоз, антракосиликоз, асбестоз), и силикотуберкулез, при условии что силикоз является определяющей причиной потери трудоспособности или смерти; бронхолегочные заболевания, вызванные аэрозолями металлов и их сплавов, пылью хлопка, льна, конопли или сизаля (биссиноз); профессиональная астма, вызванная признанными сенсибилизирующими или раздражающими веществами; экзогенные аллергические альвеолиты, вызванные вдыханием органической пыли; сидероз; хронические обструктивные заболевания легких; заболевания легких, вызванные алюминием; нарушения функций верхних дыхательных путей, вызванные свойственными данному виду работы и признанными сенсибилизирующими или раздражающими веществами; любые другие заболевания органов дыхания, не указанные выше, вызванные каким-либо веществом, если установлена связь между воздействием этого вещества на работника и текущим заболеванием).

2.2. ***Профессиональные кожные заболевания*** (вызванные физическими факторами и химическими или биологическими веществами, не включенными в другие пункты; витилиго как профессиональное заболевание).

2.3. ***Профессиональные нарушения опорно-двигательного аппарата*** (заболевания, вызванные факторами трудового процесса или производственной средой, содержащей в себе особые факторы риска (например, быстрые или повто-

ряющиеся движения; напряженные усилия; чрезмерная концентрация механической силы мышц; неудобное или напряженное положение тела; вибрация). Риск может возрастать при низкой температуре в рабочем помещении или общей окружающей среде.

3. **Профессиональный рак**

3.1. ***Рак, вызванный веществами*** (асбестом; бензидином и его солями; бихлорметиловым эфиром; хромом и его соединениями; каменноугольным дегтем, каменноугольным пеком или сажей; бетанафтиламином; винилхлоридом; бензолом или его токсичными гомологами; токсичными нитро- или аминопроизводными бензола и его гомологов; ионизирующим излучением; смолами, пеком, минеральными маслами, антраценом или соединениями этих веществ, продуктами с их использованием или их остатками; выбросами коксовальных печей; соединениями никеля; древесной пылью; рак, вызванный любым другим веществом, не указанным выше, если установлена прямая связь между воздействием данного вещества на работника и текущим раковым заболеванием).

4. **Другие заболевания** (нистагм горнорабочих).

Приложение 2

Постановление Правительства РФ от 15 декабря 2000 г. N 967
«Об утверждении Положения о расследовании и учете профессиональных заболеваний»

Общие положения

1. Настоящее Положение устанавливает порядок расследования и учета профессиональных заболеваний.

2. Расследованию и учету в соответствии с настоящим Положением подлежат острые и хронические профессиональные заболевания (отравления), возникновение которых у работников и других лиц (далее именуются - работники) обусловлено воздействием вредных производственных факторов при выполнении ими трудовых обязанностей или производственной деятельности по заданию организации или индивидуального предпринимателя.

3. К работникам относятся:

а) работники, выполняющие работу по трудовому договору (контракту);

б) граждане, выполняющие работу по гражданско-правовому договору;

в) студенты образовательных учреждений высшего и среднего профессионального образования, учащиеся образовательных учреждений среднего, начального профессионального образования и образовательных учреждений основного общего образования, работающие по трудовому договору (контракту) во время практики в организациях;

г) лица, осужденные к лишению свободы и привлекаемые к труду;

д) другие лица, участвующие в производственной деятельности организации или индивидуального предпринимателя.

4. Под острым профессиональным заболеванием (отравлением) понимается заболевание, являющееся, как правило, результатом однократного (в течение не более одного рабочего дня, одной рабочей смены) воздействия на работника вредного производственного фактора (факторов), повлекшее временную или стойкую утрату профессиональной трудоспособности.

Под хроническим профессиональным заболеванием (отравлением) понимается заболевание, являющееся результатом длительного воздействия на работника вредного производственного фактора (факторов), повлекшее временную или стойкую утрату профессиональной трудоспособности.

5. Профессиональное заболевание, возникшее у работника, подлежащего обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, является страховым случаем.

6. Работник имеет право на личное участие в расследовании возникшего у него профессионального заболевания. По его требованию в расследовании может принимать участие его доверенное лицо.

Порядок установления наличия профессионального заболевания

7. При установлении предварительного диагноза - острое профессиональное заболевание (отравление) учреждение здравоохранения обязано в течение суток направить экстренное извещение о профессиональном заболевании работника в центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора, осуществляющий надзор за объектом, на котором возникло профессиональное заболевание (далее именуется - центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора), и сообщение работодателю по форме, установленной Министерством здравоохранения Российской Федерации.

8. Центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора, получивший экстренное извещение, в течение суток со дня его получения приступает к выяснению обстоятельств и причин возникновения заболевания, по выяснении которых составляет санитарно-гигиеническую характеристику условий труда работника и

направляет ее в государственное или муниципальное учреждение здравоохранения по месту жительства или по месту прикрепления работника (далее именуется - учреждение здравоохранения). Санитарно-гигиеническая характеристика условий труда составляется по форме, утверждаемой Министерством здравоохранения РФ.

9. В случае несогласия работодателя (его представителя) с содержанием санитарно-гигиенической характеристики условий труда работника он вправе, письменно изложив свои возражения, приложить их к характеристике.

10. Учреждение здравоохранения на основании клинических данных состояния здоровья работника и санитарно-гигиенической характеристики условий его труда устанавливает заключительный диагноз - острое профессиональное заболевание (отравление) и составляет медицинское заключение.

11. При установлении предварительного диагноза - хроническое профессиональное заболевание (отравление) извещение о профессиональном заболевании работника в 3-дневный срок направляется в центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

12. Центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора в 2-недельный срок со дня получения извещения представляет в учреждение здравоохранения санитарно-гигиеническую характеристику условий труда работника.

13. Учреждение здравоохранения, установившее предварительный диагноз - хроническое профессиональное заболевание (отравление), в месячный срок обязано направить больного на амбулаторное или стационарное обследование в специализированное лечебно-профилактическое учреждение или его подразделение (центр профессиональной патологии, клинику или отдел профессиональных заболеваний медицинских научных организаций клинического профиля) (далее именуется - центр профессиональной патологии) с представлением следующих документов:

а) выписка из медицинской карты амбулаторного/ стационарного больного;

б) сведения о результатах предварительного (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров;

в) санитарно-гигиеническая характеристика условий труда;

г) копия трудовой книжки.

14. Центр профессиональной патологии на основании клинических данных состояния здоровья работника и представленных документов устанавливает заключительный диагноз - хроническое профессиональное заболевание (в том числе возникшее спустя длительный срок после прекращения работы в контакте с вредными веществами или производственными факторами), составляет медицинское заключение и в 3-дневный срок направляет соответствующее извещение в центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора, работодателю, страховщику и в учреждение здравоохранения, направившее больного.

15. Медицинское заключение о наличии профессионального заболевания выдается работнику под расписку и направляется страховщику и в учреждение здравоохранения, направившее больного.

16. Установленный диагноз - острое или хроническое профессиональное заболевание (отравление) может быть изменен или отменен центром профессиональной патологии на основании результатов дополнительно проведенных исследований и экспертизы. Рассмотрение особо сложных случаев профессиональных заболеваний возлагается на Центр профессиональной патологии Министерства здравоохранения Российской Федерации.

17. Извещение об изменении или отмене диагноза профессионального заболевания направляется центром профессиональной патологии в центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора, работодателю, страховщику и в учреждение здравоохранения в течение 7 дней после принятия соответствующего решения.

18. Ответственность за своевременное извещение о случае острого или хронического профессионального заболевания, об установлении, изменении или отмене диагноза возлагается на руководителя учреждения здравоохранения, установившего (отменившего) диагноз.

Порядок расследования обстоятельств и причин возникновения профессионального заболевания

19. Работодатель обязан организовать расследование обстоятельств и причин возникновения у работника профессионального заболевания (далее именуется - расследование). Работодатель в течение 10 дней с даты получения извещения об установлении заключительного диагноза профессионального заболевания образует комиссию по расследованию профессионального заболевания (далее именуется - комиссия), возглавляемую главным врачом центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора. В состав комиссии входят представитель работодателя, специалист по охране труда (или лицо, назначенное работодателем ответственным за организацию работы по охране труда), представитель учреждения здравоохранения, профсоюзного или иного уполномоченного работниками представительного органа. В расследовании могут принимать участие другие специалисты. Работодатель обязан обеспечить условия работы комиссии.

20. Профессиональное заболевание, возникшее у работника, направленного для выполнения работы в другую организацию, расследуется комиссией, образованной в той организации, где произошел указанный случай профессионального заболевания. В состав комиссии входит полномочный представитель организации (индивидуального предпринимателя), направившей работника. Неприбытие или несвоевременное прибытие полномочного представителя не является основанием для изменения сроков расследования.

21. Профессиональное заболевание, возникшее у работника при выполнении работы по совместительству, расследуется и учитывается по месту, где выполнялась работа по совместительству.

22. Расследование обстоятельств и причин возникновения хронического профессионального заболевания (отравления) у лиц, не имеющих на момент расследования контакта с вредным производственным фактором, вызвавшим это профессиональное заболевание, в том числе у неработающих, проводится по месту прежней работы с вредным производственным фактором.

23. Для проведения расследования работодатель обязан:

а) представлять документы и материалы, в том числе архивные, характеризующие условия труда на рабочем месте (участке, в цехе);

б) проводить по требованию членов комиссии за счет собственных средств необходимые экспертизы, лабораторно-инструментальные и другие гигиенические исследования с целью оценки условий труда на рабочем месте;

в) обеспечивать сохранность и учет документации по расследованию.

24. В процессе расследования комиссия опрашивает сослуживцев работника, лиц, допустивших нарушение государственных санитарно-эпидемиологических правил, получает необходимую информацию от работодателя и заболевшего.

25. Для принятия решения по результатам расследования необходимы следующие документы:

а) приказ о создании комиссии;

б) санитарно-гигиеническая характеристика условий труда работника;

в) сведения о проведенных медицинских осмотрах;

г) выписка из журналов регистрации инструктажей и протоколов проверки знаний работника по охране труда;

д) протоколы объяснений работника, опросов лиц, работавших с ним, др. лиц;

е) экспертные заключения специалистов, результаты исследований и экспериментов;

ж) медицинская документация о характере и степени тяжести повреждения, причиненного здоровью работника;

з) копии документов, подтверждающих выдачу работнику средств индивидуальной защиты;

и) выписки из ранее выданных по данному производству (объекту) предписаний центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора;

к) другие материалы по усмотрению комиссии.

26. На основании рассмотрения документов комиссия устанавливает обстоятельства и причины профессионального заболевания работника, определяет лиц, допустивших нарушения государственных санитарно-эпидемиологических правил, иных нормативных актов, и меры по устранению причин возникновения и предупреждению профессиональных заболеваний. Если комиссией установлено, что грубая неосторожность застрахованного содействовала возникновению или увеличению вреда, причиненного его здоровью, то с учетом заключения профсоюзного или иного уполномоченного застрахованным представительного органа комиссия устанавливает степень вины застрахованного (в процентах).

27. По результатам расследования комиссия составляет акт о случае профессионального заболевания по прилагаемой форме.

28. Лица, принимающие участие в расследовании, несут в соответствии с законодательством РФ ответственность за разглашение конфиденциальных сведений, полученных в результате расследования.

29. Работодатель в месячный срок после завершения расследования обязан на основании акта о случае профессионального заболевания издать приказ о конкретных мерах по предупреждению профессиональных заболеваний.

Об исполнении решений комиссии работодатель письменно сообщает в центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

Порядок оформления акта о случае профессионального заболевания

30. Акт о случае профессионального заболевания является документом, устанавливающим профессиональный характер заболевания, возникшего у работника на данном производстве.

31. Акт о случае профессионального заболевания составляется в 3-дневный срок по истечении срока расследования в пяти экземплярах, предназначенных для работника, работодателя, центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора, центра профессиональной патологии (учреждения здравоохранения) и страховщика. Акт подписывается членами комиссии, утверждается главным врачом центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора и заверяется печатью центра.

32. В акте о случае профессионального заболевания подробно излагаются обстоятельства и причины профессионального заболевания, а также указываются лица, допустившие нарушения государственных санитарно-эпидемиологических правил, иных нормативных актов. В случае установления факта грубой неосторожности застрахованного, содействовавшей возникновению или увеличению вреда, причиненного его здоровью, указывается установленная комиссией степень его вины (в %).

33. Акт о случае профессионального заболевания вместе с материалами расследования хранится в течение 75 лет в центре государственного санитарно-эпидемиологического надзора и в организации, где проводилось расследование этого случая профессионального заболевания. В случае ликвидации организации акт передается для хранения в центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

34. Профессиональное заболевание учитывается центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора, проводившим расследование, в порядке, устанавливаемом Министерством здравоохранения Российской Федерации.

35. Разногласия по вопросам установления диагноза профессионального заболевания и его расследования рассматриваются органами и учреждениями государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации, Центром профессиональной патологии Министерства здравоохранения Российской Федерации, федеральной инспекцией труда, страховщиком или судом.

36. Лица, виновные в нарушении положений настоящего Положения, привлекаются к ответственности в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Приложение 3

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЛИСТОК ОПАСНОСТЕЙ ПО ПРОФЕССИИ «Операционная сестра»[10]

Формат информационного листка — четыре страницы.

- Страница 1: информация по наиболее актуальным опасностям, относящимся к профессии.
- Страница 2: более детализированная и систематическая презентация различных опасностей, относящихся к профессии, с обозначением мер их предотвращения (обозначены и объяснены на третьей странице)
- 3 страница: предложения по мерам предотвращения отдельных опасностей.
- 4 страница: специализированная информация, предназначенная прежде всего для специалистов по охране труда и включающая такую информацию, как краткое описание профессии, перечень обязанностей, примечания и ссылки.

Кто такая операционная сестра?

Это квалифицированная сестра, которая специализируется на работе в операционной.

Что опасного в этой работе?

- Контакт с патологическими микроорганизмами от заразных или больных пациентов и их выделений
- Ожоги (на руках и пальцах) от горячих поверхностей, кипятка или пара от автоклавов
- Уколы и порезы от иголок шприцев, других острых инструментов или острых краев разбитого стекла, костей и т. д.
- Контакт с вредными веществами, содержащимися в чистящих средствах, лекарствах, дезинфицирующих и стерилизующих жидкостях, анестетиках, клее и т. д.
- Усталость от долгой работы стоя
- Аллергия на латекс из-за ношения перчаток из латекса или вдыхания пыли от таких перчаток
- Стресс и усталость из-за длинного рабочего дня, сменной и ночной работы, работы в праздники, контакта с больными или тяжело ранеными пациентами и т. д.

Профессиональные опасности

Несчастные случаи и травмы:

---

[10] Информационный Листок переведен на русский язык Центром Охраны Труда, Промышленной Безопасности и Социального Партнерства Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

	Электрошок от неисправного или неправильно используемого электрооборудования	1
	Уколы от иголок шприцев	
	Порезы от острых инструментов или краев	
	Ожоги от горячих поверхностей, кипятка или пара от автоклавов	
	Травмы глаз от частичек, летающих во время операций	
	Аварии на дорогах при проезде в больницу для помощи в чрезвычайных ситуациях	
	Падения при перевозе пациентов	
Физический риск:		
	Контакт с ионизирующей радиацией от рентгеновских аппаратов	
	Контакт с ультрафиолетовым освещением, используемым при дезинсекции	2
	Контакт с лазерной радиацией при лазерной хирургии	2
Химический риск:		
	Дерматозы и респираторные проблемы из-за контакта с химикатами, например, моющими и чистящими средствами, лекарствами и т. д.	3
	Использование латексных перчаток или контакт с резиновыми предметами может вызвать аллергию на латекс	3
	Интоксикация из-за контакта с анестезирующими газами	
Биологический риск:		
	Заражение из-за контакта с больными или носителями заразы или с их выделениями; СПИД и гепатит Б — серьезные опасности для операционных сестер	4
Эргономические, психосоциальные и организационные факторы:		
	Мускулатурные и костные проблемы (особенно в ногах и коленях) из-за длительной работы стоя, двигания пациентов и т. д.	5
	Семейные проблемы, стресс и усталость из-за длинного рабочего дня, сменной и ночной работы, работы в праздники, контакта с больными	

	или тяжело ранеными пациентами и т. д.	

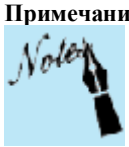
Меры по предотвращению

1. Проследите, чтобы все электрооборудование соответствовало стандартам электробезопасности; не пытайтесь чинить какое-либо электрооборудование, всегда вызывайте для этого квалифицированного техника.
2. Не допускайте попадания в глаза ультрафиолетового света
3. Используйте одноразовые антиаллергические перчатки без порошка
4. Старайтесь не курить, не есть и не пить на рабочем месте
5. Не поднимайте и не двигайте тяжелых пациентов без помощи

Синонимы	Хирургическая сестра, ассистент хирурга, ассистент в операционной, помощник в операционной
Определение и/или описание	Подготавливает операционную, стерильные инструменты, оборудование и материалы, передает инструменты хирургу во время операций {DOT, частично]. Помогает хирургу в выполнении различных задач до, во время и после операции, действуя по заранее определенному расписанию или конкретным указаниям. Может упаковывать образцы тканей и посылать их на исследование в патологическую или цитологическую лабораторию; по необходимости может мыть, успокаивать или перекладывать пациента; может делать записи до или после операции; может помогать хирургу надевать или переодевать перчатки, маску или другие части костюма; может включать или выключать оборудование, регулировать температуру, освещение и т. п. в операционной.
Родственные и более узкие профессии	Разные виды медсестер в больнице, включая сестер приемного покоя, палат интенсивной терапии и т. д.
Выполняемые операции	Поправлять, Выдавать, Анестезировать, Помогать, Перевязывать, Кипятить, Менять, Чистить, Успокаивать, Контролировать, Перевязывать (раны), Вручать (инструменты), Делать уколы, Поднимать, Просматривать, Двигать, Пользоваться инструментами, Записывать, Регулировать, Докладывать, Посылать (образцы), Стерилизовать, Включать/выключать оборудование, Перемещать, Выкидывать, Надевать (костюм

	Дезинфицировать,	Упаковывать, Укладывать (пациентов), Готовить,	
Используемые инструменты и оборудование	Оборудование для уборки, Дезинсекции и стерилизации, Подносы, Шприцы и иголки, Оборудование для анестезии, Рентгеновское оборудование, Мешки для мусора, Лазеры, Насосы, Повязки, Дефибрилляторы, Дыхательное оборудование,	Перчатки, Хирургические маски, Защитные очки, Защитная одежда — Одноразовая или многоразовая (например, фартуки, хирургические костюмы, халаты и т. д.), Хирургические инструменты, Эндоскопы, Катетеры, Мониторы (пульс, давление и т.д.),	Запасы сжатого воздуха и кислорода, Инструменты для биопсии, Датчики и другое оборудование для криотерапии, Фотооборудование, Ультразвуковые средства, Установки для снятия гипса, Инструменты контроля сотрясений, Трубки для антимикробной вентиляции и т. д.
Отрасли, где распространена данная профессия	Операционные в больницах и клиниках — общественных, частных, военных, медицинских институтах и т. д.		

Примечания:



Литература:

МОТ, 1998 Энциклопедия охраны труда, 4 издание, Женева (разл. страницы — см. индекс на «Медсестра» и «Больница»)

Приложение 4

Классы условий труда по показателям напряженности трудового процесса (Р 2.2.2006-05)

Показатели напряженности трудового процесса	Классы условий труда			
	Оптимальный (Напряженность труда легкой степени)	Допустимый (Напряженность труда средней степени)	Вредный (Напряженный труд)	
			1 степени	2 степени
1	2	3	4	5
1. Интеллектуальные нагрузки:				
1.1. Содержание работы	Отсутствует необходимость принятия решения	Решение простых задач по инструкции	Решение сложных задач с выбором по известным алгоритмам (работа по серии инструкций)	Эвристическая (творческая) деятельность, требующая решения алгоритма, единоличное руководство в сложных ситуациях
1.2. Восприятие сигналов (информации) и их оценка	Восприятие сигналов, но не требуется коррекция действий	Восприятие сигналов с последующей коррекцией действий и операций	Восприятие сигналов с последующим сопоставлением фактических значений параметров с их номинальными значениями. Заключительная оценка фактических значений параметров	Восприятие сигналов с последующей комплексной оценкой связанных параметров. Комплексная оценка всей производственной деятельности
1.3. Распределение функций по степени сложности задания	Обработка и выполнение задания	Обработка, выполнение задания и его проверка	Обработка, проверка и контроль за выполнением задания	Контроль и предварительная работа по распределению заданий другим лицам.

1.4. Характер выполняемой работы	Работа по индивидуальному плану	Работа по установленному графику с возможной его коррекцией по ходу деятельности	Работа в условиях дефицита времени	Работа в условиях дефицита времени и информации с повышенной ответственностью за конечный результат
2. Сенсорные нагрузки				
2.1. Длительность сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	до 25	26 – 50	51 – 75	более 75
2.2.Плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в среднем за 1 час работы	до 75	76 – 175	176 – 300	более 300
2.3.Число производственных объектов одновременного наблюдения	до 5	6 – 10	11 – 25	более 25
2.4. Размер объекта различения (при расстоянии от глаз работающего до объекта различения не более 0,5 м) в мм при длительности сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	более 5 мм - 100%	5 - 1,1 мм - более 50 %; 1 - 0,3 мм - до 50 %; менее 0,3 мм - до 25 %	1 - 0,3 мм - более 50 %; менее 0,3 мм - 26 - 50 %	менее 0,3 мм - более 50 %
2.5. Работа с оптическими приборами (микроскопы, лупы и т.п.) при длительности сосредоточенного наблюдения (% времени смены)	до 25	26 – 50	51 – 75	более 75
2.6. Наблюдение за экранами видеотерминалов (часов в смену): при буквенно-цифровом типе отображения ин-	до 2	до 3	до 4	более 4

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

гих лиц				
3.4. Количество конфликтных ситуаций, обусловленных профессиональной деятельностью, за смену	Отсутствуют	1 – 3	4 – 8	Более 8
4. Монотонность нагрузок				
4.1. Число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или в многократно повторяющихся операциях	более 10	9 – 6	5 – 3	менее 3
4.2. Продолжительность (в сек) выполнения простых заданий или повторяющихся операций	более 100	100 – 25	24 – 10	менее 10
4.3. Время активных действий (в % к продолжительности смены). В остальное время – наблюдение за ходом производственного процесса	20 и более	19 – 10	9 – 5	менее 5
4.4. Монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения за ходом техпроцесса в % от времени смены)	менее 75	76–80	81–90	более 90
5. Режим работы				
5.1. Фактическая продолжительность рабочего дня	6 – 7 ч	8 – 9 ч	10 – 12 ч	более 12 ч
5.2. Сменность работы	Односменная работа (без ночной смены)	Двухсменная работа (без ночной смены)	Трехсменная работа (работа в ночную смену)	Нерегулярная сменность с работой в ночное время
5.3. Наличие рег-	Перерывы	Перерывы	Перерывы	Перерывы

ламентированных перерывов и их продолжительность	регламенти-рованы, достаточной продолжи-тельности: 7 % и более рабочего времени	регламенти-рованы, недостаточ-ной продол-жительно-сти: от 3 до 7% рабочего времени	не регламен-тированы и недостаточ-ной продол-жительно-сти: до 3 % рабочего времени	отсутствуют

Список нормативных документов

ГН 2.2.5.563–96 «Предельно допустимые уровни (ПДУ) загрязнения кожных покровов вредными веществами»
ГН 1.1.725–98 «Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека»
ГН 2.2.5.1313–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», дополнениями к нему.
ГН 2.2.5.1313–03, ГН 2.2.5.1314–03 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», дополнениями к ним.
ГН 1.2.1841–04, Дополнения и изменения № 1 к ГН 1.1.725–98. «Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека»
ГОСТ 12.4.176–89 «Одежда специальная для защиты от теплового облучения, требования к защитным свойствам и метод определения теплового состояния человека»
МР №11-8/240–02 «Гигиеническая оценка вредных производственных факторов и производственных процессов, опасных для репродуктивного здоровья человека»
МУК 4.3.1896–04 «Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания».
Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»
СанПиН 2.6.1.1192-03 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований»
СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»
СанПиН 2.2.0.555-96 «Гигиенические требования к условиям труда женщин»
СанПиН 2.2.4/2.1.8.582–96 «Гигиенические требования при ра-

ботах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения».
СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях»
СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»
СанПиН 2.2.4.1329–03 «Требования по защите персонала от воздействия импульсных ЭМП»
СанПиН 5804–91 «Санитарными нормами и правилами устройства и эксплуатации лазеров»
СанПиН 2.2.4.1294–03 «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений»
СанПиН 2.2.2.540–96 «Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ»
СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»
СН 2.2.4/2.1.8.566–96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».
СН 2.2.4./2.1.8.583–96 «Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки».
СП 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности»
Федеральный закон № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний», 1998
Detailed review document on classification systems for reproductive toxicity in OECD member countries/OECD series on testing and assessment No 15. Paris: OECD. 1999

Использованные аббревиатуры

ЛПП – лечебно-профилактическое питание
ЛПУ – лечебно-профилактические учреждение
ОБУВ – ориентировочно безопасные уровни воздействия
ПЗ – профессиональные заболевания
ПДД – предельно-допустимая доза
ПДК – предельно-допустимая концентрация
ПДУ – предельно допустимые уровень
СИЗ – средства индивидуальной защиты

Сведения об авторах

учебного пособия «Руководство к лабораторным занятиям по гигиене труда. Книга 3»/ Под редакцией профессора Д.И.Кичи для студентов специальности «Лечебное дело»

1. Максименко Людмила Витальевна - кандидат биологических наук, звание доцент, доцент кафедры общественного здоровья, здравоохранения и гигиены РУДН.
2. Дрожжина Наталья Агафоновна - кандидат биологических наук, звание доцент, доцент кафедры общественного здоровья, здравоохранения и гигиены РУДН.
3. Пивень Елена Анатольевна – кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры общественного здоровья, здравоохранения и гигиены РУДН.
4. Кича Дмитрий Иванович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общественного здоровья, здравоохранения и гигиены РУДН.