

Высшее профессиональное образование

Н. Г. Занько
В. М. Ретнев

МЕДИКО-
БИОЛОГИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ
БЕЗОПАСНОСТИ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

2-е издание

Учебник



Безопасность
жизнедеятельности


АКАДЕМА

Н. Г. ЗАНЬКО, В. М. ПЕТНЕВ

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Допущено

*Учебно-методическим объединением
по университетскому политехническому образованию
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлениям 553500 «Защита окружающей среды»
и 656500 «Безопасность жизнедеятельности»*

2-е издание, стереотипное

Москва

..... 1
ACADEM1\
2004

УДК 61(075.8)
ББК 68.9я73
3-287

Рецензенты:

зав. кафедрой БЖД Санкт-Петербургского государственного политехнического университета канд. техн. наук, профессор *К. Р. Малаян*;
профессор учебного отдела Всероссийского центра экстренной радиационной медицины МЧС России д-р мед. наук, профессор *И. М. Суворов*

Занько Н. Г.

3-287 Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: Учебник для студ. высш. учеб. заведений/ Н. Г. Занько, В. М. Ретнев. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 2-е изд., стер. — 288 с.
ISBN 5-7695-1509-0

Приведены показатели здоровья и риска заболеваемости населения в зависимости от влияния факторов окружающей среды. Рассмотрены медико-биологические особенности воздействия на организм человека опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ), которые могут вызвать профессиональные и производственно-обусловленные заболевания. Дана характеристика различных факторов окружающей среды, принципов их гигиенического нормирования и профилактических мероприятий, направленных на охрану здоровья работников. Рассмотрены вопросы профилактической токсикологии.

Предназначен для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям 656500 «Безопасность жизнедеятельности» и 553500 «Защита окружающей среды».

УДК 61(075.8)
ББК 68.9я73

Учебное издание

Занько Наталья Георгиевна, Ретнев Владимир Михайлович

Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности

Учебник

Редактор *Л. В. Лецинская*. Технический редактор *Н. И. Горбачева*

Компьютерная верстка: *Е. Ю. Матвеева*

Корректоры *Л. С. Зенович, Л. В. Гаврилина*

Изд. N2 А-975-11. Подписано в печат. 29.09.04. Формат 60 x 90/16. Гарнитура «Тайме». Бумага тип. N22. Печать офсетная. Уел. печ. л. 18,0. Тираж 5100 экз. Заказ N213857.

Лицензия ИД N2 02025 от 13.06.2000. Издательский центр «Академия».

Санитарно-эпидемиологическое заключение N2 77.99.02.953.Д.004796.07.04 от 20.07.04. 117342, Москва, ул. Бултерова, 17-Б, к. 328. Тел./факс: (095)330-1 092, 334-8337.

Отпечатано на Саратовском полиграфическом комбинате. 410004, Саратов, ул. Чернышевского, 59.

ISBN 5-7695-1509-0

© Занько Н. Г., Ретнев В. М., 2004

© Издательский центр «Академия», 2004

ОТ АВТОРОВ

Открытие в технических высших учебных заведениях направлений подготовки 656500 «Безопасность жизнедеятельности» и 553500 «Защита окружающей среды», в рамках которых образована целая группа специальностей, поставило перед специалистами вопрос об учебно-методическом обеспечении образовательной деятельности.

В обязательный минимум профессиональных программ технических вузов по циклу общих профессиональных дисциплин введена дисциплина «Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности», содержание которой определяется утвержденным Государственным образовательным стандартом (ОПД.Ф.10).

Настоящий учебник составлен в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта для высшего профессионального образования и на основе примерной программы по данной дисциплине, изданной Главным управлением образовательно-профессиональных программ в 2003 г.

Здоровье людей — национальное богатство страны, поэтому авторы значительное внимание уделяют рассмотрению вопросов оценки состояния и влияния окружающей среды (среды обитания) на здоровье человека в целях создания оптимальных научно-обоснованных условий его жизни.

Авторы стремились:

дать представление о показателях изменения здоровья населения; познакомиться с факторами риска, причинно-следственными связями между качеством окружающей среды и состоянием здоровья населения, проследить возможную экологически зависимую патологию;

рассмотреть медико-биологические особенности воздействия среды обитания человека, а также особенности возникновения профессиональных и производственно обусловленных заболеваний в современных производственных условиях и общие принципы их профилактики.

Предполагается, что студенты имеют достаточную подготовку по химии, физике, физиологии человека.

В настоящее время стало очевидным, что дефицит экологического воспитания приводит ко многим ошибкам в различных сферах деятельности человека. Авторы, затронув основные экологические проблемы, пытались сформировать экологическое мировоззрение, акцентируя внимание на том, что приспособление чело-

века к изменяющимся условиям среды обитания не беспредельно и приводит к повышению уровня и изменению структуры заболеваемости и смертности. Чтобы учебник соответствовал целям, задачам и требованиям изучения данной дисциплины, авторы пытались:

дать базовые представления об адаптационных и компенсаторных механизмах человеческого организма, гигиеническом нормировании, комплексном воздействии факторов среды обитания на состояние здоровья в целом, не акцентируя внимания на будущей специальности;

научить ориентироваться в обилии информации по дисциплине; отразить авторскую концепцию.

Авторы благодарны всем рецензентам за критические замечания и предложения.

Кроме того, авторы благодарят сотрудников кафедры за помощь, оказанную при подготовке учебника к изданию.

Авторы будут весьма признательны читателям, особенно преподавателям данной дисциплины, за отзывы, критические замечания и полезные советы, направленные на дальнейшее улучшение учебника.

ВВЕДЕНИЕ

Характерной чертой современной науки и практики является их возрастающее взаимопроникновение, междисциплинарный подход к решению проблем. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности — комплексная дисциплина, изучающая взаимодействие окружающей среды и человека. Она находится на стыке медицины и экологии, объединяя физику, химию, биологию, физиологию, гигиену, токсикологию, медицину труда.

Объектом изучения медико-биологических основ безопасности жизнедеятельности является среда обитания, предметом — свойства среды, проявляющиеся во влиянии на здоровье человека, а целью — разработка профилактических мероприятий, обеспечивающих сохранение оптимального здоровья человека, долгой творческой активности.

При изучении влияния окружающей среды на здоровье человека приоритетное значение придается факторам риска, непосредственно ведущим к возникновению заболеваний. Устранение (или ослабление) отрицательного воздействия фактора на здоровье людей достигается с помощью инженерно-технических мер и средств, лечебно-профилактических мероприятий, систем жизнеобеспечения и непосредственно повышения устойчивости человека к неблагоприятному воздействию окружающей среды. Законодательную роль при этом играет гигиеническое нормирование факторов среды обитания.

Данная дисциплина является одним из элементов экологического воспитания студентов, так как учит видеть зависимость между последствиями негативного влияния профессиональной деятельности на окружающую среду и здоровьем человека.

Приоритетными направлениями при изучении данной дисциплины являются:

выявление причинно-следственных связей и факторов, поражающих экологически и производственно обусловленные, профессиональные заболевания;

предупреждение вышеперечисленных заболеваний на основе анализа, моделирования и прогнозирования неблагоприятных ситуаций в среде обитания человека;

защита людей от экологически и производственно обусловленных заболеваний путем снижения техногенных и природных нагрузок со стороны среды обитания, а также использования лечебно-профилактических мероприятий;

информационное обеспечение и образование по вопросам гигиены окружающей среды.

В процессе изучения данной дисциплины будущий специалист должен научиться:

анализировать качественные и количественные характеристики опасных и вредных факторов;

разрабатывать санитарно-гигиенические требования к технологиям, техническим изделиям, оборудованию, производственным помещениям;

проводить эколого-гигиеническую экспертизу с учетом государственных нормативных актов.

ГЛАВА 1

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЧЕЛОВЕКА С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ (СРЕДОЙ ОБИТАНИЯ)

1.1. Здоровье как важнейший фактор жизнедеятельности человека

В развитом обществе здоровье человека — это определяющий, системаобразующий фактор государственной экономической и социальной политики, приоритетное направление всех природоохранных и профилактических мероприятий.

По определению В. П. Казначеева: «Здоровье — это процесс сохранения и развития биологических, физиологических, психологических функций, оптимальной трудоспособности и социальной активности человека при максимальной продолжительности его жизни».

Примерно такая же трактовка здоровья человека содержится и в последнем издании Большой медицинской энциклопедии: «Здоровье — это естественное состояние организма, характеризующееся его полной уравновешенностью с биосферой и отсутствием каких-либо выраженных болезненных изменений». Официальное определение Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), которое содержится в предисловии к ее уставу (1946): «Здоровье — это состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней или физических дефектов».

В практической деятельности чаще всего используется определение здоровья как среднестатистической величины.

Существует несколько понятий здоровья, имеющих разное содержание:

общебиологическое (философское), которое дает методологическую установку на трактовку понятий нормы (здоровья) и болезни у всякого живого организма (растений, животных, людей), и из которого должны вытекать специальные определения здоровья;

популяционное (здоровье населения, группы людей, популяции);
индивидуальное — здоровье отдельного человека, которое необходимо рассматривать с двух позиций: а) чисто теоретической как

максимально возможный оптимум для человека, к которому нужно стремиться в идеале, но которого практически невозможно достичь; б) практической — как фактическая характеристика уровня здоровья конкретного человека, с помощью которой можно было бы всякому медицинскому работнику достаточно легко ответить на вопрос, здоров или болен данный индивид.

Ниже приведены формулировки определений, которые наиболее часто используются применительно к определенным понятиям здоровья.

Общебиологическое здоровье (норма) — интервал, в пределах которого количественные колебания психофизиологических процессов способны удерживать живую систему на уровне функционального оптимума (оптимальная зона, в пределах которой организм не выходит на патологический уровень саморегуляции).

Популяционное здоровье - условное статистическое понятие, которое достаточно полно характеризуется комплексом демографических показателей, уровнем физического развития, заболеваемостью и частотой преморбидных (доболезненных) состояний, инвалидностью некоторой группы населения.

Индивидуальное теоретическое здоровье - состояние полного социального, биологического и психического благополучия, когда функции всех органов и систем организма человека уравновешены с окружающей средой, отсутствуют какие-либо заболевания, болезненные состояния и физические дефекты.

Индивидуальное фактическое здоровье - состояние организма, при котором он способен полноценно выполнять свои социальные и биологические функции.

Значимость здоровья в настоящее время особенно возросла, поскольку состояние здоровья людей существенно изменилось и возникли новые закономерности характера и распространенности заболеваний человека, демографических процессов. Указанные изменения в состоянии здоровья людей можно обобщенно охарактеризовать следующим образом:

значительно выше стала зависимость состояния здоровья человека от социально-экономических условий, среды его обитания;

появилась другая скорость изменения показателей, характеризующих здоровье (физическое развитие, заболеваемость, инвалидность, смертность);

произошли характерные демографические изменения - старение населения, урбанизация, сдвиги в структуре смертности и пр.;

определился ряд заболеваний, частота которых резко возросла в последние годы (болезни органов кровообращения, хронические неспецифические заболевания органов дыхания, опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы, отравления, травмы);

увеличилась численность заболеваний, которые раньше реже встречались: эндокринные, аллергические, врожденные пороки, болезни иммунной системы и др.;

возросла заболеваемость некоторыми инфекционными и другими болезнями: туберкулезом, СПИДом, дифтерией, гепатитом, заболеваниями крови, аденовирусными болезнями и др.;

определилась многофактарность влияния на здоровье человека и появилась необходимость системного подхода к профилактике заболеваний.

Здоровье человека в конечном счете определяется совокупным влиянием природных и социально-экономических факторов жизни человека (рис. 1.1). В связи с этим среди актуальных проблем, изучаемых гигиенической наукой и практикой, ведущее значение имеет проблема оценки с научно-гигиенических позиций взаимосвязи человека с факторами окружающей среды.

В понятие «окружающая среда» входят и понятия «среда обитания», «производственная среда».

Сред а о б и т а н и я — комплекс взаимосвязанных абиотических (в том числе природно-климатических условий) и биотических факторов, находящихся вне организма и определяющих его жизнедеятельность. Другими словами, это — пространство, в котором осуществляется жизнедеятельность организма: жилой дом, место отдыха, транспортное средство, рабочее место и т.д.

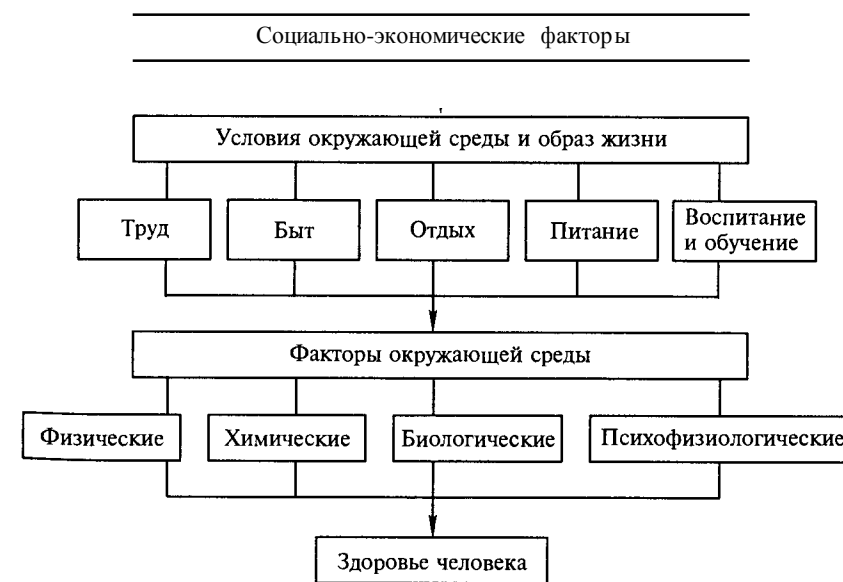


Рис. 1.1. Влияние факторов и условий окружающей среды на здоровье человека

Производственная среда — часть окружающей человека среды (среды обитания), образованная вредными и опасными производственными факторами и условиями, характеризующими рабочее место и воздействующими на человека в процессе трудовой деятельности.

Часто у исследователей нет сомнений в том, что в развитии нарушений состояния здоровья населения существенную роль играют факторы окружающей среды. По данным Ю.П.Лисицына в основном на состояние здоровья населения влияют:

образ жизни (табакокурение, употребление алкоголя и наркотиков, злоупотребление лекарствами, питание, условия труда, гиподинамия, материально-бытовые условия, семейное положение и др.) — на 49-53 %;

генетические и биологические факторы — на 18-22 %;

состояние здравоохранения (своевременность и качество медицинской помощи, эффективность профилактических мероприятий) — на 8-10 %;

окружающая среда (природно-климатические факторы, качество объектов окружающей среды) — на 17-20 % (в различных регионах это соотношение может изменяться).

Вместе с тем фактор окружающей среды может играть определенную роль в этиологии заболевания. Он способен выступать как этиологический причинный фактор, практически полностью определяющий развитие конкретного заболевания. В настоящее время некоторые хронические болезни населения достаточно аргументировано считают следствием воздействий экологических факторов, например, болезнь Минамата, связанная с загрязнением ртутьюсодержащими промышленными стоками морской и речной среды; болезнь Итай-Итай, обусловленная поливом рисовых полей водой, содержащей кадмий, и др. (см. прил. 1).

Выявление причинно-следственных связей между воздействием факторов окружающей среды и возможными изменениями состояния здоровья человека — одна из задач гигиенической диагностики.

Гигиеническая (донозологическая) диагностика — это система мышления и действий, цель которых установить зависимость между состоянием среды и здоровьем человека еще до развития заболевания. Ниже приведены основные эффекты, регистрируемые при изучении воздействия факторов окружающей среды в клинических и эпидемиологических исследованиях, и их характеристика:

смерть — необратимый исход;

болезнь — сочетание симптомов, физических признаков и результатов лабораторных исследований;

нетрудоспособность, ограничение привычной деятельности — функциональный статус пациентов с точки зрения их способности

быть независимыми от других и самостоятельно выполнять свои повседневные функции в быту, во время работы или на отдыхе;

преморбидные (бессимптомные, доклинические) *состояния* — временно компенсированные, скрытые изменения, выявляемые только с использованием комплекса чувствительных методов;

дискомфорт — симптомы, причиняющие неудобства (усталость, тошнота, неприятный запах, головокружение и др.);

неудовлетворенность жизнью — нарушение эмоционального и психического состояния (возбуждение, депрессия и др.).

Неблагоприятное влияние среды обитания и внутренней среды человека может приводить к нарушению его здоровья в виде болезни. **Болезнь** — это нарушение нормальной жизнедеятельности организма, которое характеризуется ограничением приспособляемости и пониженным трудоспособности.

В настоящее время существует множество болезней, названия которых имеются в Международной классификации болезней X пересмотра (МКБ- X), прошедших апробацию во Всемирной организации здравоохранения. Болезнь отдельного человека, ее возникновение называется **заболеванием**. Существует понятие о заболеваемости как о медико-статистическом показателе распространенности совокупности отдельного или многих заболеваний. Массовое распространение заболеваний, превышающее контрольные цифры, называется **эпидемией**.

Фактор окружающей среды может быть фактором риска, т. е. компонентом этиологии, который хотя и важен для развития и прогрессирования заболевания, но сам по себе в отсутствие других условий (например, генетической предрасположенности) не способен вызвать заболевание у конкретного человека.

Одним из важнейших элементов методологии гигиенической диагностики является оценка риска неблагоприятного влияния факторов среды на здоровье человека. Риск (здоровью) по рекомендации ВОЗ определяется как ожидаемая частота нежелательных эффектов, возникающих от воздействия загрязнителей. Они могут быть в воздухе, воде, почве, продуктах питания, различных материалах — строительных, упаковочных изделиях, например, полимерных материалах.

Риск определяется обычно как потенциальный (возможный), а не неизбежный, т. е. не обязательно реализуемый и, как правило, устранимый. Поэтому правомочно и другое определение риска — как вероятность повреждения здоровья в виде недомогания, заболевания, инвалидности, смертности, которые могут наступить при определенных обстоятельствах.

Фактор риска — это фактор любой природы (наследственный, экологический, производственный, фактор образа жизни и др.), который при определенных условиях может провоцировать или увеличивать риск развития нарушений состояния здоровья.

Оценка риска проводится по двум направлениям, во-первых, по риску загрязнения среды обитания и, во-вторых, по риску для здоровья человека.

Потенциальный риск среды обитания по степени ее непригодности для человека может быть проведен путем сравнения фактических параметров вредных факторов (химических соединений, пыли, излучений и пр.) с установленными законом гигиеническими нормативами (ГН), предельно допустимыми уровнями (ПДУ), предельно допустимыми концентрациями (ПДК) в воздухе, воде, почве, строительных и других материалах, продуктах питания и т. д. Сведения о риске для здоровья могут быть использованы при эксплуатации предприятий, контакте человека с различными материалами и пр.

Алгоритм действий состоит из определения вредных факторов среды обитания (химических, физических, биологических), которые могут быть неблагоприятны для здоровья человека, и их источников. Следующий этап заключается в оценке экспозиции вредного фактора на организм человека. Обязательно должны быть подвергнуты анализу пути их поступления (контакта) в организм и характеристика населения (женщины, мужчины, дети, подростки, пенсионеры, работники и их профессии и др.). Кроме того, необходимо получить и проанализировать данные о состоянии здоровья населения. Они могут быть представлены материалами физического развития (вес, рост и пр.), жалобами, обращаемостью за медицинской помощью, заболеваемостью с временной утратой трудоспособности, профессиональной и (если есть) экологически обусловленной заболеваемостью, инвалидностью, смертностью.

Адекватнее всего неблагоприятное воздействие вредных и опасных факторов регистрируется в виде изменений показателей заболеваемости населения, основой которой является снижение адаптационных возможностей организма человека. А. П. Щербо с соавторами на примере загрязнения атмосферного воздуха Санкт-Петербурга выбросами автотранспорта и промышленными предприятиями такими соединениями, как аммиак, оксид углерода, этилбензол, фенол, формальдегид, хлористый водород, марганец, диоксид азота, свинец, сернистый ангидрид, ксилол, взвешенные вещества, установили, что популяционный, хронический и канцерогенный риски существуют в 20 районах города (рис. 1.2). Наиболее неблагоприятная обстановка оказалась в центральной части города, а наиболее благоприятная — на окраине города и в городах-спутниках.

Расчеты риска дают возможность составлять прогнозы изменения здоровья в отдаленные периоды. По данным этих же авторов, если в Санкт-Петербурге сохранится имеющаяся загрязненность атмосферного воздуха (рис. 1.3), то произойдет увеличение общей заболеваемости населения, включая онкологическую.



Рис. 1.2. Динамика загрязнения атмосферного воздуха фенолом в Санкт-Петербурге

Получаемые сведения о риске здоровью необходимы, прежде всего, административным учреждениям, которые имеют право принимать соответствующие решения по оздоровлению среды обитания человека и улучшению его здоровья.

В настоящее время оценка риска здоровья работников проводится в соответствии с «Гигиеническими критериями оценки и классификации условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса». Критерии риска, условия труда класси-

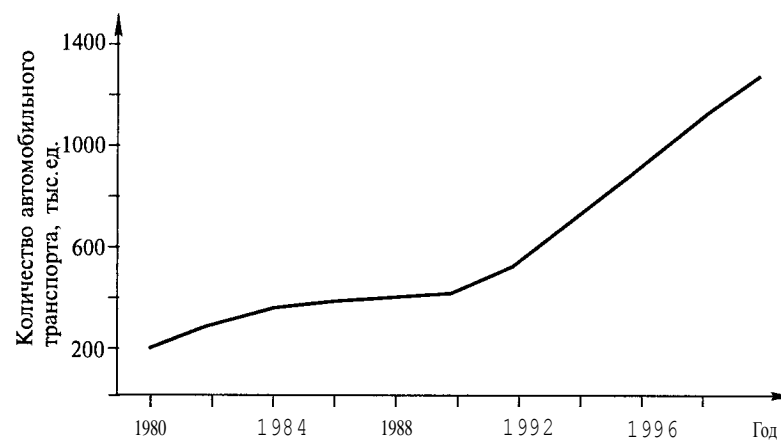


Рис. 1.3. Увеличение количества автомобильного транспорта в Санкт-Петербурге

фицируются на основе двух составляющих: вредный производственный фактор, физиологическая реакция и здоровье работника.

Оптимальные условия труда (класс 1) — отсутствие риска для населения и работника. При этом отсутствуют вредные производственные факторы, либо они ниже величин, безопасных для жизнедеятельности. В этом случае сохраняется здоровье и высокий уровень работоспособности трудящихся.

Допустимые условия труда (класс 2) — отсутствие риска для работника. При этом параметры вредных производственных факторов и трудового процесса не превышают ПДК, ПДУ и ГН. В этом случае изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время отдыха или к началу следующей рабочей смены, а также не предвидятся изменения в состоянии здоровья работников и их потомства в ближайшем и отдаленном периодах.

Вредные условия труда (класс 3) — риск есть. При этом вредные производственные факторы превышают ПДК, ПДУ, ГН и оказывают неблагоприятное воздействие на здоровье работников и его потомства. Они по степени выраженности подразделяются на четыре степени вредности третьего класса.

Степень 1 (3.1) — риск есть. Вредные производственные факторы выше ПДК, ПДУ, ГН вызывают функциональные изменения, которые не восстанавливаются к началу следующей смены и увеличивают риск повреждения здоровья.

Степень 2 (3.2) — риск есть. Вредные производственные факторы, вызывая стойкие функциональные изменения, приводят в большинстве случаев к увеличению производственно обусловленной заболеваемости (повышение уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности); к заболеваниям наиболее уязвимых органов и систем для данных вредных производственных факторов, к появлению начальных признаков или легких (без потери профессиональной трудоспособности) форм профессиональных заболеваний после продолжительного контакта (экспозиции) — часто после 15 лет стажа и более.

Степень 3 (3.3) — риск есть. При этом уровни вредных производственных факторов таковы, что, как правило, приводят к развитию профессиональных заболеваний легкой и средней степени тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности), росту производственно-обусловленной заболеваемости.

Степень 4 (3.4) — риск есть. При этом вредные производственные факторы приводят к развитию тяжелых форм профессиональных заболеваний (с потерей общей трудоспособности), значительному росту производственно-обусловленной заболеваемости (включая заболеваемость с временной утратой трудоспособности).

Опасные (экстремальные) условия труда (класс 4) — риск есть для здоровья, и для жизни. При этом уровни вредных производственных факторов при их воздействии в течение рабочей смены

или ее части создают угрозу для жизни, возникновения острых профессиональных поражений в том числе в тяжелой форме.

По завершении оценки риска все полученные данные и рекомендации передаются органам, отвечающим за управление риском, которые с учетом экономических, политических, социальных и других мотивов разрабатывают методы предотвращения или снижения риска, устанавливают при необходимости динамический контроль за уровнем рисков, экспозицией и состоянием здоровья населения.

В 1997 г. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ и Главного государственного инспектора РФ по охране природы <<Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения в РФ> основные элементы методологии оценки риска официально введены в систему управления качеством окружающей среды и охраны здоровья человека.

При гигиенической диагностике воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения важную роль играют компьютерные системы сбора и анализа данных о качестве окружающей среды и состоянии здоровья населения. В целях динамического слежения за совокупностью факторов, способных влиять на здоровье человека, Постановлением № 426 Правительства РФ от 01.06.2000 г. на территории России введен *социально-гигиенический мониторинг*. Это государственная система наблюдения, анализа, оценки и прогноза состояния здоровья населения и среды обитания человека, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья человека и воздействием факторов среды обитания.

При проведении социально-гигиенического мониторинга ведутся следующие наблюдения:

за состоянием здоровья человека, средой обитания, включая биологические, химические, физические, социальные и иные факторы;

за природно-климатическими факторами, источниками антропогенного воздействия на окружающую среду;

за радиационной обстановкой;

за состоянием охраны и условий труда;

за структурой и качеством питания, безопасностью пищевых продуктов и др.

Мониторинг осуществляется:

наблюдением за показателями здоровья населения и состояния среды обитания человека;

сбором, хранением, обработкой и систематизацией полученных наблюдений;

использованием всех информационных данных структурными подразделениями, учреждениями федеральных органов исполнительной власти.

Проведение социолого-гигиенического мониторинга обеспечивает:

установление факторов, оказывающих вредное воздействие на человека, и их оценку;

прогнозирование состояния здоровья населения и среды его обитания;

определение мероприятий и подготовку решений по предупреждению, устранению и уменьшению воздействия вредных и опасных факторов среды обитания на здоровье населения;

информирование населения и властные органы о результатах социально-гигиенического мониторинга.

Проведение социально-гигиенического мониторинга возложено на органы Госсанэпиднадзора совместно с органами исполнительной власти и органами местного самоуправления. Такая система функционирует на федеральном уровне, уровне субъектов Российской Федерации (республика, край, область, автономный округ, автономная область, города Москва и Санкт-Петербург) и местном уровне (город, район).

Данные социально-гигиенического мониторинга являются основой для идентификации возможных вредных и опасных факторов и получения убедительных доказательств связей среда-здоровье с установлением количественных значений риска возникновения и развития определенных заболеваний (см. прил. 1).

В современной медицине, как правило, основное внимание уделяется негативному компоненту здоровья, т. е. болезни. Не определяется количество здоровья, а констатируется факт его утраты. По тяжести возможные влияния на здоровье подразделяются на *катастрофические* (безвременная смерть, уменьшение продолжительности жизни, инвалидизация, задержка умственного развития, врожденные уродства), *тяжелые* (дисфункция органов и систем организма, дисфункция возрастного развития, поведенческие дисфункции) и *неблагоприятные* (изменение массы тела, обратимая дисфункция органов и систем и др.).

Основными количественными показателями здоровья являются уровень физического развития и его гармоничность; функциональное состояние основных органов и систем (кровообращения, дыхания и др.); резистентность организма по отношению к неблагоприятным факторам окружающей среды (оценивается по частоте и длительности заболеваний за определенный период).

В качестве примера оценки состояния здоровья человека приводим те практические критерии, которые используются органами здравоохранения. В условиях производства оценивается прежде всего наличие или отсутствие профессиональных заболеваний, возникающих от воздействия вредных производственных факторов (пыли, вибрации и др.) при работе в неблагоприятных условиях труда (см. прил. 2). Кроме того, используется еще один критерий

— уровень производственно-обусловленной заболеваемости. Это такая заболеваемость, которая увеличивается с ростом стажа работы в неблагоприятных условиях.

При гигиенической (донозологической) диагностике основное внимание уделяется выявлению предболезненных (преморбидных) состояний. Цель этой диагностики — оценка состояния адаптационных систем, раннее выявление напряжения или нарушения адаптационных механизмов, которые в дальнейшем могут привести к болезни. Преморбидные состояния отмечаются у относительно большого числа <<практически здоровых>> людей: у 27 % обследованных выявляется напряжение механизмов адаптации, у 25,8% — неудовлетворительная адаптация, а у 8,9% — срыв адаптации.

Профилактику нарушений состояния здоровья человека можно осуществлять разными путями. *Первичная (радикальная)* профилактика направлена на причину того или иного заболевания. Большинство гигиенических мероприятий, включая гигиеническое нормирование воздействия факторов окружающей среды, предусматривают либо полное устранение вредного и опасного факторов, либо снижение их воздействия до безопасных уровней, что является главными целями первичной профилактики заболеваний.

Цель *вторичной профилактики* — раннее выявление патологических состояний, тщательное медицинское обследование внешне здоровых людей, подвергавшихся воздействию неблагоприятных факторов или имеющих повышенный риск развития тех или иных заболеваний. Вторичная профилактика включает в себя индивидуальные или групповые мероприятия, направленные на повышение резистентности организма, обучение работников и в целом населения приемам безопасной работы и жизни в неблагоприятных условиях среды обитания.

Третичная профилактика (реабилитация) — это комплекс мер по предотвращению осложнений, которые могут возникнуть в ходе уже развившегося заболевания. Это наименее эффективный способ профилактики. Известно, что оздоровление образа жизни и окружающей среды снижает заболеваемость и смертность на 20-50%, а только лечебное вмешательство снижает эти показатели лишь на 10%.

1.2. Состояние здоровья населения

В <<Концепции охраны здоровья населения Российской Федерации на период до 2005 года>> и <<Концепции демографического развития Российской Федерации на период до 2015 года>>, одобренных Правительством РФ, приведена характеристика здоровья населения и пути улучшения здоровья.

В неблагоприятной экологической обстановке проживает более половины населения, что приводит у части лиц к возникновению

экологически обусловленных заболеваний. Вследствие неудовлетворительных условий труда распространены профессиональные и производственно обусловленные заболевания. В целом более половины всех заболеваний населения объясняется образом жизни, качество которого сейчас не вполне благополучно. По данным Министерства здравоохранения РФ состояние здоровья населения ухудшается. Так, в 1999 г. зарегистрировано 2,5 млн заболеваний туберкулезом, 1,7 млн — сахарным диабетом, 3,5 млн — психическими заболеваниями, 10,7 млн — костно-мышечной системы и соединительной ткани, 19,2 млн — сердечно-сосудистой системы, 9,3 млн — травм и отравлений (300 тыс. из них со смертельным исходом). Количество случаев с болезнями крови увеличилось в 2,5 раза, с заболеваниями мочеполовой системы — в 4 раза, органов дыхания — на 27,8 %. Количество курящих мужчин в возрасте до 40 лет увеличилось почти в 2 раза, растет число курящих подростков и женщин. Высока распространенность бытового пьянства, которое более чем в 70 % случаев является причиной несчастных случаев. Заболеваемость лиц, злоупотребляющих алкоголем, в 2 раза выше, чем заболеваемость непьющих лиц. Свыше 3 млн человек (особенно молодежь) употребляют наркотики, что является одной из главных причин заболеваний БИЧ-инфекцией (СПИДом). Более 70 % людей не занимаются физкультурой, около трети имеют избыточную массу от нерационального питания.

В Санкт-Петербурге (по данным кафедры медицинской экологии СПб МАПО) доля неблагоприятного влияния на здоровье семьи экологических факторов составляет около 30 %, медицинских причин — 19%, социальных факторов — 16%, вредных производственных факторов — 15 % и жилищно-бытовых условий — 20 %. Из года в год увеличивается численность лиц, получающих инвалидность.

На общую инвалидность как последствие повреждения здоровья человека из-за перенесенных заболеваний и заболеваний от неблагоприятной среды обитания, повлиявшей на ухудшение его здоровья, более всего (почти 80 %) переводятся лица по сердечно-сосудистым заболеваниям. Причинами инвалидности являются также онкологические заболевания (около 6 %), болезни костно-мышечной системы и психические расстройства (по 2-3 %). Показатели инвалидности по профессиональным заболеваниям, составляющие около 0,1 %, находятся на двенадцатом месте.

Общая смертность населения в стране возросла по сравнению со смертностью в развитых странах в 1,5 раза по таким заболеваниям как сердечно-сосудистые, онкологические, травмы от несчастных случаев, включая автотранспортные травмы и отравления (в том числе от отравлений алкоголем). Рост смертности имеет место почти во всех субъектах РФ. Наблюдается высокая смертность лиц трудоспособного возраста (из них около 80 % — мужчины). Они

умирают в четыре раза чаще, чем женщины в нашей стране и в 2-4 раза чаще, чем женщины в развитых странах. Младенческая смертность у нас в 2-3 раза выше, чем в развитых странах. Более половины причин смертности среди населения страны приходится на сердечно-сосудистые заболевания, по 13-15% — на травмы, отравления и онкологические заболевания, а на заболевания органов дыхания и пищеварения — по 3-5 %.

О состоянии здоровья работающего населения можно, в частности, судить по показателям заболеваемости с временной утратой трудоспособности, которая подтверждается листком нетрудоспособности (больничным листком), выдаваемым лечебно-профилактическим учреждением. Такими показателями являются число случаев заболеваний и дней нетрудоспособности на 100 работников, средняя продолжительность одного случая в днях нетрудоспособности, структура заболеваний по случаям заболеваний и по дням нетрудоспособности (табл. 1.1). Как видно из данных этой таблицы за 5 лет, в России показатели заболеваемости работников увеличиваются.

Что касается структуры по числу случаев заболеваний, то она выглядит следующим образом. На первом месте находятся заболевания органов дыхания, они имеются примерно у каждого четвертого работника. Эта группа устойчивая в количественном отношении и поэтому ее удельный вес меняется мало. На втором месте — травмы и отравления, а также заболевания опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы. Каждое из этих заболеваний составляет около 15-17 % и их число из года в год увеличивается. Сердечно-сосудистые заболевания занимают около 10 %, заболевания желудочно-кишечного тракта — около 7-8 %. Все указанные заболевания являются самыми распространенными, составляя около трех четвертей всех заболеваний. Количество остальных заболеваний — женской половой сферы, мочеполовых органов, органов слуха и зрения, кожных покровов и других колеблется от десятых долей до 3-4 %.

Таблица 1.1

Показатели общей заболеваемости с временной утратой трудоспособности работников

Показатель	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.
Число случаев заболеваний на 100 работников	51,1	51,9	54,7	57,9	62,3
Число дней нетрудоспособности на 100 работников	727,6	741,1	800,5	812,4	859,4
Средняя продолжительность одного случая, дней нетрудоспособности	13,7	14,3	14,6	14,0	13,8

Наши данные, основанные на углубленных медицинских осмотрах более 15 тыс. работников различных производств, располагавшихся по всей территории страны, показали следующие результаты. Среди трудящихся, прошедших предварительные медицинские осмотры перед поступлением на работу с вредными условиями труда и признанных по состоянию здоровья годными работать в таких условиях, не было ни одного заболевания у 23 % человек. Около 80 % имели по два и более заболеваний. У женщин количество заболеваний было в три раза больше, чем у мужчин. Наиболее часто (по 30 %) встречались заболевания органов дыхания и кровообращения, желудочно-кишечного тракта, а также опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы (примерно по 10 %).

Другим показателем неблагоприятного воздействия на здоровье работников служит профессиональная заболеваемость, которая, как зеркало, отражает уровень неудовлетворительных условий труда.

В нашей стране ежегодно официально регистрируется 10-13 тыс. новых случаев профессиональных заболеваний, что в несколько раз ниже, чем в развитых странах. Среди больных примерно третью часть составляют женщины. Недовывяляемость данных заболеваний имеет несколько причин, одна из которых — отсутствие стимулов у работодателей и работников для их полного выявления. Количество заболеваний оценивается числом случаев на 10 тыс. работников, что ежегодно в среднем составляет около двух случаев. Из них лишь 3-5 % — это острые, а остальные — хронические заболевания. Особенностью профессиональных заболеваний является то, что у 15-20 % работников выявляются по два-три заболевания и более. Их причина — одновременное воздействие на работника нескольких вредных производственных факторов. Так, работник с ручным механизированным инструментом подвергается влиянию вибрации, шума, пыли и, кроме того, имеет физические перегрузки. Поэтому у него могут возникнуть такие профессиональные заболевания как пневмокониоз, вибрационная болезнь, сенсоневральная тугоухость и др.

В структуре профессиональных заболеваний на первом месте стабильно стоят заболевания органов дыхания — пневмокониозы и таксико-пылевой бронхит, составляя третью часть всех заболеваний. Вибрационная болезнь из года в год занимает второе место: ее имеет каждый пятый больной. Заболевания периферической нервной системы и опорно-двигательного аппарата встречаются в том же количестве, что и вибрационная болезнь, но их число непрерывно увеличивается. Чуть меньше (около 15 %) приходится на сенсоневральную тугоухость, но количество этого заболевания растет.

Приведенные заболевания составляют почти 90% всех профессиоанальных заболеваний. Остальные заболевания относятся к отравлениям (около 4-5 %) преимущественно соединениями свинца, хлора, марганца, ртути, органическими растворителями, а

также инфекционными зооинтропонозами — чаще всего бруцеллезом и туберкулезом, заболеваниями глаз, кожных покровов и пр.

Структура профессиональных заболеваний зависит от вида промышленности, в которой занято население. Например, в Санкт-Петербурге почти половина из перечисленных заболеваний приходится на заболевания периферической нервной системы и опорно-двигательного аппарата.

Профессиональная первичная инвалидность составляет десятые доли от инвалидности по всем заболеваниям. Из вновь выявленных работников с профессиональными заболеваниями около половины сразу получают первичную инвалидность вследствие их позднего выявления. Профессиональная первичная инвалидность у женщин чаще устанавливается по аллергическим заболеваниям, например, по бронхиальной астме, а также по дерматозам, заболеваниям опорно-двигательного аппарата, что указывает на специфические особенности женского организма по сравнению с мужским. Это связано с тем, что кожные покровы женщин более проницаемы в отношении химических соединений, мышечная сила и выносливость у них на 20-30% меньше. Мужчины чаще получают первичную инвалидность по заболеваниям вибрационной болезнью, по заболеваниям кожи, по пневмокониозам и таксико-пылевому бронхиту. Средний возраст инвалидов у женщин и мужчин равен пятидесяти годам. Смертность больных, имеющих хронические профессиоанальные заболевания, примерно такая же, как и при непрофессиональных заболеваниях. Однако больные с некоторыми хроническими профессиональными заболеваниями, например, с силикозом, с отравлением марганцем, часто умирают, не достигнув пенионного возраста.

В соответствии с законодательством, если доказано, что неблагоприятные условия труда привели к возникновению профессионального заболевания или производственной травмы, требуется возмещение ущерба пострадавшему, что производится через Фонд социального страхования. Конкретные причины возникновения профессиональных заболеваний ежегодно указываются в государственных докладах о санитарно-эпидемиологической обстановке в стране. Лишь пятая часть предприятий удовлетворяет санитарно-гигиеническим требованиям. Доля рабочих мест, не отвечающих санитарным нормам и правилам, на которых работники имеют контакт с такими вредными производственными факторами, как вибрация, шум, микроклимат, неионизирующие излучения, освещенность, составляет от 18 до 30% от всех анализов. В табл. 1.2 показано число работников, занятых в различных отраслях народного хозяйства страны, с вредными условиями труда.

Как видно из табл. 1.2, каждый пятый работник занят трудовой деятельностью в условиях, не отвечающих нормативным требованиям. Такая ситуация особенно неблагоприятна в таких отраслях

промышленности как угольная, черная и цветная металлургия, целлюлозно-бумажная и электроэнергетическая промышленность, в которых каждый второй или третий работник трудится в неблагоприятных

Таблица 1.2

Распределение работников, занятых в производстве с вредными условиями труда, по видам основных физических и химических вредных отраслей промышленности, % общего числа работников в отрасли с вредными факторами

Вид производства	Всего работников в условиях, не отвечающих санитарным нормам и правилам	В том числе работников, подвергающихся воздействию вредных производственных факторов			
		шума, ультразвука, инфразвука	вибрации	пыли	газов
Промышленность в целом	21,4	10,1	2,1	6,9	6
Угольная промышленность	43,8	16,2	8,1	27,4	5,6
Черная металлургия	41,5	22,2	3,2	20,1	8
Цветная металлургия	33	13,6	4,2	14,4	13,8
Целлюлозно-бумажная промышленность	32,4	16	1,7	6,9	11,1
Энергетика	31	17,4	4,2	8,6	7,1
Стекольная, фарфорофаянсовая промышленность	26,6	10,8	0,8	10,6	6,1
Промышленность строительных материалов	20,5	7,3	2,2	9,5	3,2
Деревообрабатывающая промышленность	20	8,4	0,9	4,7	5,6
Машиностроение и металлообработка	16,2	6,2	0,4	3,1	6,4
Печная промышленность	16,2	10,1	0,2	3,9	1,9
Газовая промышленность	16	7	1,6	0,8	9
Полиграфическая промышленность	15,8	2,3	1,2	2,7	3,8
Лесозаготовительная промышленность	14,9	6,7	3,8	1,7	2,1

Окончание табл. 1.2

Вид производства	Всего работников в условиях, не отвечающих санитарным нормам и правилам	В том числе работников, подвергавшихся воздействию вредных производственных факторов			
		шума, ультразвука, инфразвука	вибрации	пыли	газов
Нефтеперерабатывающая промышленность	11	5,7	0,5	0,5	3,8
Транспорт	10	4,8	2	1,3	2,5
Строительное производство	9,9	2,3	1,2	2,7	3,8
Нефтедобывающая промышленность	8,9	3,8	1,6	0,6	2,4
Связь	2,8	1	0	0,2	0,6
Пищевая промышленность	11,3	5	1,1	1,9	2,1

неблагоприятных условиях. Из 19 отраслей лишь в 13 численность таких работников ниже численности работников в среднем по всем видам промышленности. Из вредных производственных факторов, указанных в табл. 1.2, наиболее часто на работников воздействуют шум, инфразвук, ультразвук и пыль.

Однако эту картину нельзя назвать полной, поскольку еще не учтены такие вредные производственные факторы как биологические, а также нервно-психические и физические перегрузки. По данным «Российского статистического ежегодника» (1999 г.) в конце 1998 г. были заняты тяжелым физическим трудом (а по сути, имевшими физические перегрузки) в промышленности 2,9 %, в строительном производстве - 4,2 %, на транспорте - 1% и в предприятиях связи - 0,3 % работников. Можно уверенно утверждать, что число таких работников в несколько раз больше. К этому следует прибавить трудящихся, имеющих нервно-психические перегрузки (например, водителей транспортных средств, которых несколько миллионов), и лиц, работающих в контакте с биологическими вредными производственными факторами (в агропромышленном секторе, микробиологической промышленности, медицине и пр.).

Профессиональная пригодность работника выполнять порученную ему работу без ущерба для собственного здоровья и здоровья его потомства регулируется в законодательном порядке путем введения обязательных медицинских осмотров перед приемом на работу, связанную с воздействием вредных производственных факторов, риском для себя и окружающих и периодических осмотров

для тех, кто уже работает в подобных условиях. Указанные осмотры проводятся в соответствии с Приказом № 90 Министерства здравоохранения Российской Федерации от 14.03.1996 г. «О порядке проведения предварительных и периодических медицинских осмотров работников и медицинских регламентах допуска к профессии». В цитируемом Приказе имеются следующие разделы:

1. Перечень опасных, вредных веществ и неблагоприятных производственных факторов, при работе с которыми обязательны предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры в целях предупреждения профессиональных заболеваний.

2. Перечень работ, при выполнении которых обязательны предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры трудящихся в целях предупреждения заболеваний, несчастных случаев и обеспечения безопасности труда, охраны здоровья населения, предотвращения распространения инфекционных и паразитарных заболеваний.

3. Перечень врачей-специалистов, участвующих в проведении предварительных при поступлении на работу и периодических медицинских осмотров в целях предупреждения профессиональных заболеваний, и необходимых лабораторных и функциональных исследований по определенным этиологическим факторам в процессе труда.

4. Перечень врачей-специалистов, участвующих в проведении предварительных при приеме на работу и периодических медицинских осмотров в целях предупреждения заболеваний, несчастных случаев и обеспечения безопасности труда, и необходимых лабораторных и функциональных исследований по видам работ и профессиям.

5. Перечень общих и дополнительных противопоказаний к допуску на работу, связанную с опасными, вредными веществами и неблагоприятными производственными факторами.

6. Перечень медицинских противопоказаний к допуску на работу трудящихся в целях предупреждения заболеваний, несчастных случаев и обеспечения безопасности труда по определенным видам работ и профессиям.

7. Инструкция по проведению обязательных предварительных при поступлении на работу и периодических медицинских осмотров трудящихся.

На промышленном предприятии предварительные и периодические медицинские осмотры проводят специалисты медико-санитарных частей или врачи районных поликлиник.

Цель предварительных медицинских осмотров - не допускать на работу, связанную с вредными и опасными производственными факторами, лиц с нарушением здоровья, которое может стать хуже под их влиянием. Например, на предприятие, где на работников

воздействует пыль диоксида кремния, нельзя принимать на работу больных пневмосклерозом, хронической пневмонией, бронхитом, туберкулезом, аллергическими заболеваниями.

Второй целью предварительных медицинских осмотров является обнаружение заболеваний, препятствующих полноценному выполнению конкретной работы без ухудшения состояния здоровья (например, дальтонизм при поступлении на работу водителем транспортного средства, нервно-психические заболевания при работе с оружием, паркинсонизм при выполнении работ на высоте).

Периодические медицинские осмотры работников проводятся в основном для выявления ранних изменений в организме, обусловленных воздействием вредных производственных факторов.

Периодические медицинские осмотры направлены на выявление ранних признаков не только профессиональных заболеваний, но и заболеваний, которые не связаны с профессией, но при их наличии контакт с вредными производственными факторами приведет к производственно обусловленным заболеваниям. Результаты периодических осмотров становятся основой гигиенической оценки и оздоровления условий труда, разработки мер по снижению заболеваемости работников.

В зависимости от того, с какими вредными производственными факторами сталкивается подлежащая осмотру профессиональная группа, определяются состав комиссии, лабораторные исследования и периодичность медицинских осмотров. Осмотры миллионов людей проводятся ежегодно или в другие сроки специализированными медицинскими комиссиями из врачей разных специальностей местными лечебно-профилактическими учреждениями Минздрава России.

Медицинские осмотры, кроме осмотров водителей частных транспортных средств, проводятся за счет работодателя. Работодатель несет ответственность за их организацию и имеет право не допустить работника, не прошедшего медицинский осмотр, к работе. Работодатель не имеет также права допустить к труду работника, которому медицинская комиссия дала заключение о том, что он не может быть принят на работу или не может ее продолжать по медицинским противопоказаниям, которые могут быть как общими, так и конкретными для данной группы работников в зависимости от условий их труда. Связь заболевания с профессией устанавливается медицинской комиссией на основании данных осмотра и санитарно-гигиенической характеристики условий труда (работы), выдаваемой местным центром государственного санитарно-эпидемиологического надзора (ЦГ СЭН).

Если работник или поступающий на работу годны по состоянию здоровья, они получают заключение, которое сами отдают работодателю. При противоположном результате обследованному лицу выдается на руки заключение клинико-экспертной комис-

сии (КЭК), второй экземпляр которого пересылается работодателю. Определение степени утраты профессиональной трудоспособности (%) возложено на МСЭ (медика-социальную экспертизу) Министерства труда и социального развития РФ. Они устанавливают группу инвалидности и определяют нуждаемость потерпевшего в дополнительных видах помощи.

1.3. Основы законодательства по безопасности жизнедеятельности человека

Здоровье населения — основа национальной безопасности, о чем сказано в «Концепции национальной безопасности РФ», утвержденной указом Президента РФ 17 декабря 1997 г. № 1300.

Охрана здоровья человека закреплена в «Основах законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан», подписанных Президентом РФ 28 июля 1993 г. № 5487-1. Под нею подразумевается совокупность мер политического, экономического, правового, социального, культурного, научного, медицинского санитарно-гигиенического и противоэпидемического характера, направленных на сохранение и укрепление физического и психического здоровья каждого человека, поддержание его долголетней активной жизни, предоставление ему медицинской помощи в случае утраты здоровья.

В нашей стране создана и функционирует система законодательства по охране здоровья и жизни населения. Она состоит из различных нормативных актов. Ее начало — Конституция Российской Федерации, принятая на референдуме 12 декабря 1993 г., за которой последовательно идут такие акты, как основы федерального законодательства, федеральные кодексы законов, федеральные законы, указы и распоряжения Президента РФ и Правительства РФ, нормы, правила, стандарты, инструкции, методика указания по безопасности и охране здоровья населения.

Федеральные нормативные акты вступают в силу через несколько дней после публикации, а некоторые из них после регистрации в Минюсте России.

Выполнение их требований обязательно каждым гражданином страны, юридическими и физическими лицами. При невыполнении по неубажительным причинам нарушители несут дисциплинарную, административную и уголовную ответственность. Контроль и надзор за выполнением нормативных актов по охране труда и здоровья возложены на Министерство здравоохранения РФ, Министерство труда и социального развития РФ и др.

В статьях Конституции Российской Федерации — основном законе нашей страны кратко и емко изложены важнейшие требования по обеспечению здоровья населения. В статье 41 сказано, что «Каждый имеет право на охрану здоровья и медицинскую помощь». Это право

обеспечивается такими мерами, как развитие физической культуры, экологическими и санитарно-эпидемиологическими мероприятиями. Содержание статьи 42 жестко указывает на то, что «Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением». Что касается трудовой деятельности человека, то требования к ней изложены в статье 37: «каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены». Наконец, в статье 38 особо выделено требование о том, что «материнство и детство, семья находятся под защитой государства».

Из нормативных документов, регламентирующих требования к среде обитания человека для обеспечения оптимального уровня его жизнедеятельности, включая сохранение и укрепление здоровья, снижения заболеваемости и повышения творческого долголетия, назовем только самые главные. Это федеральные законы «Об охране атмосферного воздуха», подписан Президентом РФ 4 мая 1999 г. № 97-ФЗ, «Об охране окружающей среды», утвержден указом Президента РФ 10 января 2002 г. № 7-ФЗ; «Водный кодекс Российской Федерации», утвержден указом Президента РФ 16 ноября 1995 г. № 167-ФЗ; «О недрах», утвержден Верховным советом РФ 21 февраля 1992 г. № 2396-1 с изменениями и дополнениями подписан Президентом РФ 3 марта 1995 г. № 272-ФЗ; «О качестве и безопасности пищевых продуктов», утвержден указом Президента РФ 2 января 2000 г. № 39-ФЗ; «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», утвержден указом Президента РФ 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ; «О радиационной безопасности населения», утвержден указом Президента РФ 9 января 1996 г. № 3-ФЗ; «Об основах охраны труда в Российской Федерации», утвержден указом Президента РФ 17 июля 1999 г. № 181-ФЗ; «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», утвержден указом Президента РФ 27 июля 1997 г. № 116-ФЗ; «Об отходах производства и потребления», утвержден указом Президента РФ 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ.

В каждой из них имеются разделы об общих понятиях, полномочиях органов власти, правах, обязанностях и ответственности граждан, физических и юридических лиц. Создано законодательство по нормированию допустимого содержания вредных веществ и физических вредных факторов, физических и нервно-психических нагрузок, устанавливающее ответственность работодателей за его соблюдение. Предельно-допустимые концентрации и уровни вредных и опасных факторов среды обитания установлены в атмосферном воздухе, производственной среде, воде, почве, агрохимикатах, полимерных материалах и пр.

Меры ответственности работодателей за нарушение законов изложены в таких законах как «Трудовой кодекс Российской Фе-

дерации>>, утвержден указом Президента РФ 30 декабря 2001 г. NQ 197-ФЗ; <<Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях>>, утвержден указом Президента РФ 30 января 2001 г., Ng 195-ФЗ и ряде других нормативных актов. В связи со сложными социально-экономическими условиями и ухудшением здоровья населения разработаны целевые программы сохранения и укрепления здоровья, а также профилактики заболеваний. Они касаются таких заболеваний как сахарный диабет, туберкулез, БИЧ-инфекция (СПИД), а также создания системы вакцинопрофилактики.

Кроме того, разработаны мероприятия по раннему выявлению артериальной гипертензии, заболеваний щитовидной железы, новообразований и профессиональных заболеваний. Такую программу оздоровления населения можно выполнить, используя законодательство по охране здоровья человека.

Федеральным законодательством установлены права, обязанности и ответственность гражданина в отношении санитарно-эпидемиологического благополучия страны. В соответствии с Федеральным законом о <<Санитарно-эпидемиологическом благополучии населения>> каждый гражданин, имея право на благоприятную среду обитания и возмещения вреда своему здоровью, правомочен получать от властных структур информацию о состоянии среды обитания, осуществлять общественный контроль за ее санитарным состоянием, вносить предложения по улучшению среды обитания. Такими же правами обладают индивидуальные предприниматели и юридические лица.

Каждый гражданин обязан заботиться о здоровье, гигиеническом воспитании и обучении своих детей, соблюдать требования санитарно-эпидемиологического законодательства и не осуществлять действия, его нарушающие. За данные нарушения установлена дисциплинарная, административная и уголовная ответственность.

Для работников и работодателей «Трудовой кодекс Российской Федерации» определяет следующие права, обязанности и ответственность в отношении безопасности труда. Работник имеет право на рабочее место, соответствующее требованиям безопасности и охраны труда, полную информацию об условиях труда на нем и право требовать возмещения вреда, причиненного здоровью неблагоприятной трудовой обстановкой. Со своей стороны, работник обязан соблюдать требования по охране и безопасности труда и сообщать своему начальнику о возможной угрозе жизни и здоровью.

Работодатель обязан соблюдать законы об охране труда и обеспечивать безопасность труда в соответствии с требованиями охраны и гигиены труда и предписаниями надзорных и контрольных органов, возмещать вред, причиненный здоровью работника плохими условиями труда. За несоблюдение своих обязанностей для

граждан, работников, работодателей, индивидуальных предпринимателей, юридических лиц установлена дисциплинарная, административная и уголовная ответственность.

Контрольные вопросы

1. Дайте определения понятиям: здоровье, бо.лез.ь, заболевание, среда обитания.
2. Что такое социально-гигиенический мониторинг? Кто является ответственным исполнителем социально-гигиенического мониторинга?
3. Что такое профилактика нарушений состояния здоровья человека.
4. Назовите наиболее часто встречающиеся общие заболевания, профессиональные заболевания, некоторые экологически обусловленные заболевания.
5. Назовите общие заболевания, на выявление и лечение которых требуется сейчас обращать наибольшее внимание.
6. Назовите структуру российского законодательства по охране здоровья населения и среды его обитания.
7. Приведите классификацию условий труда.

АДАПТАЦИЯ ЧЕЛОВЕКА К УСЛОВИЯМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (СРЕДЫ ОБИТАНИЯ)

2.1. Характеристика процессов адаптации

При рассмотрении роли восприимчивости организма к воздействию факторов окружающей среды (среды обитания человека) важное значение имеет понятие гомеостаза, резистентности организма, механизмов саморегуляции, адаптации и компенсации.

Г о м е о с т а з — динамическое постоянство внутренней среды и некоторых физиологических функций организма человека (терморегуляции, кровообращения, газообмена, обмена веществ и др.), поддерживаемое механизмами саморегуляции в условиях колебаний внутренних и внешних раздражителей.

Большой интерес представляют внешние раздражители. К ним относятся физические, химические, биологические, психогенные и другие факторы контактирующих с человеческим организмом объектов окружающей среды — температура, влажность, подвижность и химический состав воздуха, шум, вибрация, электромагнитное излучение, состав воды, пищи и др.

Основные константы гомеостаза (кислотноосновное равновесие, артериальное и внутричерепное давление, тепловое равновесие, газообмен и пр.) поддерживаются сложными механизмами саморегуляции, в которых участвуют нервная, эндокринная и другие системы, многочисленные экстеро- и интерорецепторы, баро- и хеморецепторы, реагирующие на изменения внутренней и внешней среды организма. С точки зрения биофизики саморегуляцию можно рассматривать как реакцию системы, открытой по отношению к внешней среде, т. е. свободно обменивающейся с последней энергией и веществом. При этом динамическое равновесие процессов притока и оттока вещества и энергии обеспечивает необходимый уровень стабильного состояния живой системы, постоянство внутренней среды и различных градиентов на ее границах, определяющих нормальное функционирование в данных условиях клеток, органов, систем и организма в целом.

Диапазон колебаний параметров окружающей среды, при которых механизмы саморегуляции функционируют без физиологического напряжения, относительно невелик. Например, обнаженный до пояса человек испытывает тепловой комфорт в пределах 18,8-27,6 ЭТ (эффективная температура — тепловое ощущение человека при различных сочетаниях температуры, влажности, скорости движения воздуха). Оптимальный газообмен наблюдается при парциальном давлении кислорода во вдыхаемом воздухе в пределах 20-16,9 кПа.

При отклонении параметров факторов окружающей среды от оптимальных уровней механизмы саморегуляции начинают функционировать с напряжением, и для поддержания гомеостаза в процесс включаются механизмы адаптации.

А д а п т а ц и я — способность организма приспосабливаться к постоянно изменяющимся условиям окружающей среды, выработанная в процессе эволюционного развития. Адаптация имеет большое значение для организма человека, так как позволяет ему не только приспосабливаться к значительным изменениям в окружающей среде, но и активно перестраивать свои физиологические функции, поведение в соответствии с этими изменениями, иногда опережая их. Проблема адаптации приобрела огромное практическое значение в настоящее время, когда человек осваивает новые территории, работает на глубине (под землей, под водой), в условиях высокогорья, в космосе, когда происходят интенсивное изменение окружающей среды и ее загрязнение продуктами человеческой деятельности, требующие напряжения адаптационных сил организма.

Следует учитывать, что отсутствие раздражителей или их низкий уровень могут приводить к снижению адаптационных возможностей организма и резистентности — устойчивости, сопротивляемости организма воздействию внешних факторов. Так, отсутствие светового раздражителя может привести к снижению функции зрительного анализатора, звукового — к снижению слухового анализатора. Отсутствие речевого воздействия (врожденная глухота) делает человека немым. Человек, постоянно обеспеченный жилищем, одеждой, другими благами цивилизации, оторванный от природы, защищенный от ее раздражающих и повреждающих факторов, попадая в эти условия, тяжелее переносит действие различных факторов окружающей среды. Вследствие урбанизации, автоматизации и механизации производственных процессов в настоящее время значительная часть населения находится в состоянии гиподинамии, испытывает мышечный голод, что приводит к детренированности организма, отрицательно влияет на состояние сердечно-сосудистой системы и т. д.

Неблагоприятные изменения в здоровье человека могут возникать значительно быстрее при воздействии на организм вред-

ных и опасных факторов среды (радиация, физические и нервно-психические перегрузки, шум, химические соединения и пр.), к которым в процессе эволюции еще не выработались защитно-приспособительные механизмы. Социально обусловленные элементы окружающей среды (жилище, питание, материальная обеспеченность, уровень образования и культуры, социально-правовое положение и др.), так же как и природные факторы, влияя на здоровье, могут повышать или снижать его уровень. Так, работа с большими физическими нагрузками приводит к увеличению объема вдыхаемого воздуха, увеличивая поступление вредных веществ из воздуха ингаляционным путем. Утомление, переутомление снижают резистентность организма. В процессе адаптации осуществляется перестройка различных функций организма, обеспечивающих его приспособление к возрастающим физическим, химическим, психоэмоциональным и другим воздействиям.

2.2. Общие принципы и механизмы адаптации

Существуют два типа приспособлений к внешним факторам. Первый заключается в формировании определенной степени устойчивости к данному фактору, способности сохранять функции при изменении силы его действия. Это адаптация по типу толерантности (выносливость) — пассивный путь адаптации. Второй тип приспособления — активный. С помощью особых специфических адаптивных механизмов организм человека компенсирует изменения воздействующего фактора таким образом, что внутренняя среда остается относительно постоянной. Происходит адаптация по резистентному (сопротивление, противодействие) типу.

Помимо специфики фактора (влияние на те или иные процессы в организме), зависящей от его физико-химической природы, характер воздействия на организм и реакция на него со стороны организма человека во многом определяются интенсивностью фактора, его «дозировкой». Количественное влияние условий среды определяется тем, что такие факторы как температура воздуха, наличие в нем кислорода и других жизненно важных элементов, в той или иной дозе необходимы для нормального функционирования организма, тогда как недостаток или избыток того же фактора тормозит жизнедеятельность. Количественное выражение фактора, соответствующее потребностям организма и обеспечивающее наиболее благоприятные условия для его жизни, рассматривают как оптимальное.

Специфические адаптивные механизмы, свойственные человеку, дают ему возможность переносить определенный размах отклонений фактора от оптимальных значений без нарушения нормальных функций организма (рис. 2.1). Диапазон между этими двумя значениями называется пределами толерантности (выносливо-

Рис. 2.1. Принципиальная схема влияния

факторов окружающей среды на жизнедеятельность организма:

1- степень благоприятствования факторов для организма; 2- энергозатраты на адаптацию



сти), а кривая, характеризующая зависимость переносимости от величины фактора, называется кривой толерантности.

Зоны количественного выражения фактора, отклоняющегося от оптимума, но не нарушающего жизнедеятельности, определяются как зоны нормы. Таких зон две, соответственно отклонению от оптимума в сторону недостатка дозировки фактора и в сторону его избытка. Дальнейший сдвиг в сторону недостатка или избытка фактора может снизить эффективность действия адаптивных механизмов и даже нарушить жизнедеятельность организма. При крайнем недостатке или избытке фактора, приводящем к патологическим изменениям в организме, выделяют зоны пессимума (причинять вред, терпеть ущерб). Наконец, за пределамиИ, этих зон количественное выражение фактора таково, что полное напряжение всех приспособительных систем оказывается малоэффективным. Эти крайние значения приводят к летальному исходу, за пределами этих значений жизнь невозможна.

Адаптация к любому фактору связана с затратой энергии. В зоне оптимума адаптивные механизмы не нужны и энергия расходуется только на фундаментальные жизненные процессы, организм находится в равновесии со средой. При выходе значения фактора за пределы оптимума включаются адаптивные механизмы, требующие тем больше энергозатрат, чем дальше значение фактора отклоняется от оптимального. Нарушение энергетического баланса организма, наряду с повреждающим действием недостатка или избытка фактора, ограничивает диапазон переносимых человеком изменений.

Если внешние условия в течение достаточно длительного времени сохраняются более или менее постоянными, либо изменяются в пределах определенного диапазона вокруг какого-то среднего значения, то жизнедеятельность организма стабилизируется на уровне, адаптивном по отношению к этому среднему, типичному состоянию среды. Смена средних условий во времени или пространстве влечет за собой переход на другой уровень стабилизации (сезонные, температурные! адаптации и др.).

Г. Селье, подошедший к проблеме адаптации с новых позиций, назвал факторы, воздействие которых приводит к адаптации, стресс-факторами. Другое их название — экстремальные факторы, т. е. необычные факторы окружающей среды, оказывающие неблагоприятное влияние на общее состояние, самочувствие, здоровье и работоспособность человека. Причем это могут оказывать не только отдельные воздействия на организм, но и измененные условия существования в целом (например, переезд человека с юга на Крайний Север). Он же установил четыре стадии фазового течения.

1. Срочная, включающая стресс. Под термином «Стресс» (напряжение) понимаются неспецифические психофизиологические проявления адаптивной активности при действии любых, значимых для организма факторов. Примерами проявления срочной адаптации являются: пассивное увеличение теплопродукции в ответ на холод, рост легочной вентиляции и минутного объема кровообращения в ответ на недостаток кислорода.

2. Формирование долговременной адаптации — переходная фаза к устойчивой адаптации. Она характеризуется формированием функциональных систем, обеспечивающих управление адаптацией к возникшим новым условиям.

3. сформированная долговременная адаптация, или фаза устойчивой адаптации, резистентности, когда системы саморегуляции гомеостаза функционируют на новом уровне. Основными условиями долговременной адаптации являются последовательность и непрерывность воздействия экстремального фактора. По существу, она развивается на основе многократной реализации срочной адаптации и характеризуется тем, что в результате постоянного количественного накопления изменений организм приобретает новое качество — из неадаптированного превращается в адаптированный. Такова адаптация к недостижимой ранее интенсивной физической работе (тренировка), развитие устойчивости к холоду, теплу и т. д.

4. Истощение, которое может развиваться в результате сильного и длительного воздействия экстремальных факторов. При сильном и длительном стрессе такое воздействие может привести к болезни или смерти.

Комплекс адаптивных реакций организма человека обеспечивающий его существование в экстремальных условиях, получил название нормы адаптивной реакции. Процесс индивидуальной адаптации обеспечивается формированием изменений в организме, нередко носящих характер предпатологических или даже патологических реакций. Эти изменения, как следствие общего стресса или напряжения отдельных физиологических систем представляют собой своеобразную «цену адаптации». Например, процесс адаптации к условиям Крайнего Севера может длиться десятки лет. При этом

возможны временные срывы адаптации — повышенная заболеваемость органов дыхания, язвенная и сердечно-сосудистые болезни.

Если уровни воздействия факторов окружающей среды выйдут за пределы адаптационных возможностей организма, и адаптация переходит в четвертую стадию — стадию истощения, включаются дополнительные защитные механизмы. Это механизмы компенсации, противодействующие возникновению и прогрессированию патологического процесса, т. е. ответные силы организма на изменения окружающей среды в зависимости от степени этих изменений качественно различны и колеблются от физиологически оптимальных до патологических.

Таким образом, если адаптация обеспечивает гомеостаз в условиях здоровья, то компенсация — это борьба организма за гомеостаз в измененных условиях — условиях болезни. Если воздействие факторов среды на организм количественно превышает уровень нормы адаптации организма, то он теряет способность в дальнейшем адаптироваться к среде, так как возможность перестройки структурных связей системы исчерпана.

В естественных условиях обитания организм человека всегда подвержен влиянию сложного комплекса факторов, каждый из которых выражен в разной степени относительно своего оптимального значения. В природе сочетание всех факторов в их оптимальных значениях — явление практически невозможное. Это означает, что в естественных условиях организм всегда затрачивает какую-то часть энергии на работу адаптивных механизмов. Важно и то, что при комплексном воздействии между отдельными факторами устанавливаются особые взаимоотношения, при которых действие одного фактора в какой-то степени изменяет (усиливает, ослабляет и т. п.) характер воздействия другого. Например, тренировка к физическим нагрузкам вызывает устойчивость к гипоксии (кислородному голоданию), и наоборот, тренировка к гипоксии создает устойчивость к большим мышечным нагрузкам.

Важен не только качественный критерий фактора, но и режим воздействия этого фактора на организм. Реакция организма значительно возрастает, если фактор воздействует не в виде непрерывного сигнала, а дискретно, т. е. с определенными интервалами. Этот прерывистый характер воздействия широко используется в практике при выработке адаптации к холоду, гипоксии, физическим нагрузкам и т. п.

2.3. Общие меры повышения устойчивости организма

Управлять адаптацией, способствовать повышению выносливости своего организма — эту цель должны ставить перед собой люди. Самое главное условие для поддержания устойчивого гомеостаза организма, а следовательно, и механизма адаптационных про-

цессов, — гармонизация жизнедеятельности человека со средой его обитания. Одно из необходимых условий для этого — своевременное и рациональное питание. Недостаточность или избыточность питания и нарушение соотношений питательных веществ в рационе питания сказываются на деятельности организма, снижают его сопротивляемость и, следовательно, способности к адаптации. Благоприятные условия труда и отдыха, в том числе режим сна и бодрствования, отдыха и труда — также необходимое условие нормального функционирования организма.

Особую роль играет физическая активность. Она формирует нервные механизмы управления, активизирует взаимодействие организма с внешней средой, способствует развитию организма в целом. Движение — обязательный компонент работы всех анализаторов, оно необходимо для получения информации, развития психики. Особенности двигательной деятельности делают ее средством повышения тренированности обмена веществ, достаточно экономичной траты энергии в покое, способности организма наиболее совершенно утилизировать кислород, усиления функционирования ферментативных систем. Резистентность как результат физической активности обусловлена также повышением координации и более тонкой регуляцией в деятельности систем кровообращения, дыхания и т. д. Все эти механизмы в значительной мере являются неспецифическими. Благодаря их наличию облегчается становление адаптационных реакций по отношению к широкому спектру факторов.

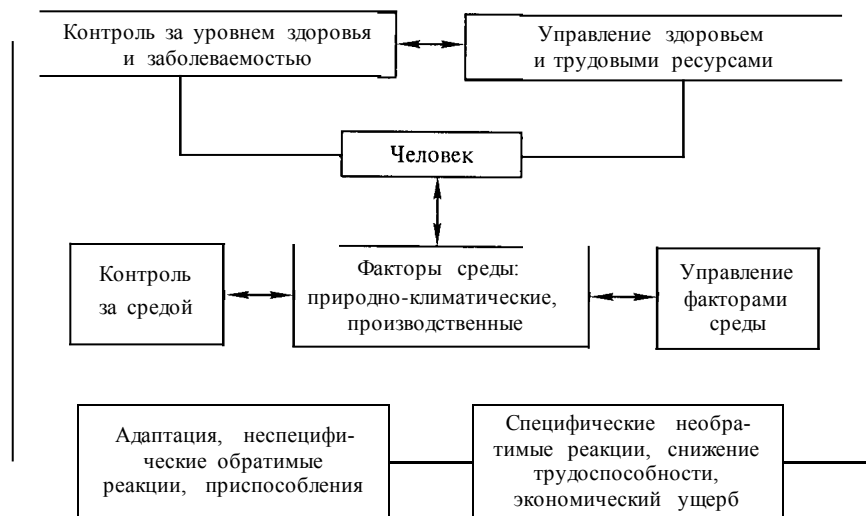


Рис. 2.2. Адаптация к условиям окружающей среды и управление здоровьем человека

Жизнь современного человека весьма мобильна, и в обычных условиях его организм непрерывно адаптируется к целому комплексу природно-климатических и социально-производственных факторов (рис. 2.2). «Цена адаптации» зависит от дозы воздействующего фактора и индивидуальных особенностей организма. Доза воздействия и переносимость зависят от наследственных — генетических — особенностей организма, продолжительности и силы (интенсивности) воздействия фактора. Стресс из звена адаптации может при чрезмерно сильных воздействиях среды трансформироваться в развитие разнообразных заболеваний.

Разработка и применение методов и средств повышения неспецифической и специфической устойчивости организма, его адаптационных возможностей, а также разработка методов и средств, повышающих компенсаторные возможности организма к действию чрезмерных, выходящих за пределы адаптационных возможностей, уровней и концентраций повреждающих факторов среды, приведет к улучшению жизнедеятельности организма.

Контрольные вопросы

1. Объясните, что такое гомеостаз?
2. Адаптация — благо или вред?
3. Расскажите о периодах развития адаптации.
4. Какую роль играет физическая активность в повышении выносливости организма?

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ГИГИЕНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (СРЕДЫ ОБИТАНИЯ)

3.1. Законы и закономерности гигиены

Объектом изучения гигиены являются как отдельный здоровый человек, так и коллективы практически здоровых людей. Главной категорией, характеризующей состояние практически здорового человека, является здоровье. Это понятие отражает динамическое равновесие между организмом и окружающей средой (средой обитания), сохранность гомеостаза организма здорового человека, выработанного в процессе эволюционного развития в условиях естественной окружающей среды и поддерживаемого благодаря процессам регуляции. Гомеостаз организма практически здоровых людей может сохраниться и при изменении до определенных величин факторов окружающей среды. Это возможно благодаря процессам адаптации у здорового человека и компенсации у больных людей, имеющих также свои индивидуальные пределы для каждого организма.

Следовательно, основной и специфической целью гигиены как науки является познание законов и закономерностей взаимодействия здорового человека с изменяющейся окружающей средой и на основании этого разработка способов и средств, обеспечивающих сохранение и укрепление здоровья человека и человеческого общества в целом.

1. Закон положительного влияния природной окружающей среды на здоровье населения. Природные факторы окружающей среды (солнце, чистый воздух, чистая вода, доброкачественная пища) положительно влияют на здоровье людей, способствуя его сохранению и укреплению при разумном использовании.

Организм-самостоятельно существующая единица мира, представляющая собой саморегулирующуюся биологическую систему, реагирующую как единое целое на различные изменения окружающей среды. Он может существовать лишь при постоянном взаимодействии с окружающей средой и самообновляться в результате

такого взаимодействия. Известно, что без пищи человек может прожить до 50 сут, без воды -до 5 сут, без воздуха — не более 5 мин.

Жизнь человека протекает в окружающей его среде, которая характеризуется условиями, способствующими нормальному течению его физиологических функций. В основе положительного действия среды обитания на организм и здоровье лежат физико-химические свойства ее факторов. В процессе эволюционного развития человек приспособился к определенным факторам окружающей среды – физическим (солнечное излучение, температура, влажность, подвижность воздуха, низкие уровни неионизирующего излучения, в том числе космического и др.), химическим (химический состав воздуха, воды, пищи), биологическим (микрорганизмы) и т. п.

Действие солнечного излучения на организм и здоровье определяется его спектральным составом: видимое излучение обеспечивает функцию зрительного анализатора, инфракрасное обладает тепловым, ультрафиолетовое (УФ-излучение)- общестимулирующим биологическим, эритемным, ангирахитическим, бактерицидным действием.

Рациональное использование солнечного излучения, обеспечение достаточной инсоляции жилищ и других помещений способствуют укреплению здоровья человека, повышению его устойчивости к неблагоприятным факторам среды.

Солнечное излучение определяет также климат и погодные условия местности, от которых зависит и ее микроклимат- состояние воздушной среды, определяемое температурой, влажностью, скоростью движения и степенью ионизации воздуха, атмосферным давлением. Микроклимат среды обитания определяет тепловое равновесие организма. Оно обеспечивается динамическим соотношением теплопродукции и теплоотдачи.

Естественные колебания атмосферного давления также положительно влияют на здорового человека, оказывая стимулирующее действие на сосудистую систему. Однако на лиц, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями, эти колебания оказывают отрицательное влияние, способствуя, например, развитию гипертонических кризов. Значительные изменения атмосферного давления в ту или иную сторону (подводные работы, работы на высоте) могут вызывать кессонную или высотную (горную) болезнь.

Чистый воздух, содержащий около 21 % кислорода, не более 0,03 % углекислого газа, а также в достаточной степени ионизированный (содержащий легкие отрицательные ионы) оказывает положительное влияние на здоровье человека. При загрязнении воздуха увеличивается содержание углекислого газа, снижается концентрация отрицательных ионов, на смену которым приходят тя-

желые положительные ионы, неблагоприятно влияющие на организм.

Благоприятное влияние на здоровье человека чистой воды определяется не только ее минеральным составом и физиологическими функциями, но и прямыми и косвенными гигиеническими качествами. Водная среда обеспечивает транспортную, выделительную, теплообменную функцию, водно-электролитный обмен организма. С гигиенической точки зрения вода не только используется для поддержания чистоты тела, одежды, жилища, но и является мощным фактором повышения резистентности организма.

Рациональное питание также оказывает положительное влияние на уровень здоровья людей. Рациональное питание - это сбалансированное питание, обеспечивающее нормальный рост и развитие организма, его высокую работоспособность и устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды. Условиями рационального питания являются количественная достаточность пищи (соответствие энергозатратам организма); качественная полноценность, т. е. наличие в пищевом рационе всех необходимых пищевых веществ (белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных солей и микроэлементов, воды) в оптимальных количествах и соотношении; рациональный режим питания (соответствие количества и времени приема пищи биологическим ритмам организма); высокая усвояемость и удобоваримость пищи (соответствие качества пищи ферментным возможностям пищеварительной системы); эпидемическая безопасность (отсутствие в пище возбудителей заболеваний) и токсикологическая безвредность пищи (отсутствие ядовитых веществ в токсических концентрациях).

Положительное действие фактора окружающей среды на организм и здоровье может быть эффективным только при комплексном воздействии всех факторов. Использование комплекса оздоровительных факторов (солнце, воздух, вода, физическая активность, полноценное питание и пр.) является необходимым условием сохранения и укрепления здоровья как индивидуального, так и общественного.

2. Нарушение уровня здоровья людей (снижение резистентности, иммунного статуса, адаптационно-компенсаторных возможностей организма, болезнь), вызванное физическими, химическими, биологическими, психофизиологическими этиологическими факторами, может возникнуть только при наличии трех составляющих (движущих сил): вредного или опасного фактора или их комплекса, механизма воздействия или передачи воздействия фактора и восприимчивости (чувствительности к воздействию) организма. При отсутствии хотя бы одного из этих условий или движущих сил не произойдет изменения уровня здоровья под влиянием факторов окружающей среды для данной возрастно-половой или профессиональной группы людей.

Из этого закона следует, что основной задачей является научное обоснование комплекса профилактических мероприятий, направленных на устранение или хотя бы уменьшение роли одной, двух или всех трех движущих сил ухудшения здоровья населения.

Наличие первой движущей силы обуславливает необходимость разработки научно обоснованных гигиенических критериев, так как на их основе будут аргументироваться профилактические мероприятия, направленные на снижение количества факторов в окружающей среде до уровня, безопасного для здоровья населения, его проживания и трудовой деятельности.

Понятие о второй движущей силе - это понятие о роли механизмов донесения загрязнителя до восприимчивого организма, об удельном весе механизма воздействия каждого фактора, если действует одновременно несколько факторов. Используя эту закономерность, при разработке профилактических мероприятий должны предлагаться такие меры, при которых миграционный путь фактора будет самым длинным при равных экономических затратах.

Понятие о третьей движущей силе позволяет научно обосновывать профилактические мероприятия, направленные на усиление иммунозащитной функции организма, на раскрытие и использование закономерностей, определяющих пути и средства повышения устойчивости (резистентности) организма к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, на усиление механизмов саморегуляции, адаптации и компенсации.

При разработке профилактических мероприятий для повышения невосприимчивости организма к вредным факторам воздействия следует помнить, что на ее формирование влияют образ жизни, вредные привычки, генетическая предрасположенность организма, качество медицинского обслуживания, что в целом составляет 75-83% причин, определяющих нарушения состояния здоровья населения.

Важнейшими условиями высокой устойчивости организма к неблагоприятным факторам окружающей среды являются здоровый образ жизни, исключающий употребление алкогольных напитков, наркотиков, курение, другие вредные привычки, рациональное (полноценное в количественном и качественном отношении) питание, рациональные условия труда и отдыха, соблюдение правил личной гигиены, использование широких оздоровительных возможностей физической культуры и спорта, закаливание. При выполнении работы в поддержании высокой резистентности (устойчивости) организма большое значение имеют профессиональный отбор, предварительные и периодические медицинские осмотры, лечебно-профилактическое питание, протекторные, антидотные средства, профилактические прививки, использование индивидуальных средств защиты, производственное обучение, санитарное просвещение.

3. Закон негативного влияния на окружающую среду деятельности людей. В связи с бытовой и производственной деятельностью люди оказывают отрицательное действие на окружающую среду. Это более опасно при недостаточном научно-техническом уровне производства, сниженных социально-экономических условиях жизнедеятельности культуры населения.

В процессе жизнедеятельности человек выделяет в окружающую среду экскременты, которые очень опасны в эпидемическом и санитарном отношении. Эта опасность возрастает, если не принимать мер по сбору, немедленному их удалению из населенных мест при помощи канализации с дальнейшим обезвреживанием на очистных сооружениях.

Отрицательное влияние на окружающую среду проявляется сильнее вследствие бытовой и особенно неразумной безответственной производственной деятельности. Неизбежность усиления отрицательного влияния обусловлена дальнейшим расширяющимся использованием природных ресурсов для удовлетворения возрастающих материальных и духовных потребностей общества, научно-техническим прогрессом, невниманием людей к этому отрицательному влиянию. Такой процесс неизбежно приведет к опасным для здоровья человека взаимосвязям со средой, внесет существенные и непредвиденные изменения в элементы биосферы, которая, будучи загрязненной, сама начнет отрицательно влиять на здоровье человека.

Достоверно доказано, что обусловленная научно-техническим прогрессом интенсификация производственной деятельности человека, укрупнение городов и промышленных центров, если это происходит без учета гигиенических требований, приводят к прогрессирующему загрязнению окружающей среды химическими, физическими, биологическими вредными и опасными факторами в количествах, неблагоприятных для биосферы в целом и для человека в частности (табл. 3.1). Так, антропогенная деятельность привела к увеличению плотности загрязнителей на 1 м^2 площади и 1 м^3 воздуха, т. е. к качественному и количественному изменению загрязнения атмосферного воздуха.

Познание второго закона гигиены позволяет проводить строгий учет факторов, отрицательно влияющих на окружающую среду (среду обитания), прогнозировать их влияние, разрабатывать гигиенические мероприятия по уменьшению их поступления в окружающую среду и, следовательно, по снижению их негативного воздействия на здоровье человека.

В связи с этим на этапе санитарной экспертизы проектов проверяется правильность проведенных проектантом расчетов основных параметров сооружений, которые будут обеспечивать эффективную очистку технологических выбросов в атмосферу или сточных вод в водоемы.

Таблица 3.1

Доля проб атмосферного воздуха, %, превышающих ПДК, на автомагистралях в зоне жилой застройки (выборочные данные)

Территория	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2002 г.
Российская Федерация	14,57	14,57	14,87	12,3	10,31
Липецкая область	32,97	23,49	30,08	29,57	39,23
Красноярский край	46,79	35,45	29,3	31,59	27,41
Тамбовская область	43,92	45,8	49,6	55,7	21,97
Кемеровская область	31,21	32,12	29,7	29,12	21,97
Московская область	17,29	17,96	20,7	16,0	14,37
Ханты-Мансийский автономный округ	17,8	16,5	16,0	16,03	16,54
Кабардино-Балкарская республика	41,68	56,2	42,7	41,0	7,29

Раскрытие и познание второго закона гигиены позволяет градостроителям, технологам в творческом сотрудничестве с проектантам, врачами разрабатывать и использовать для охраны окружающей среды мероприятия, в числе которых первостепенное значение имеют архитектурно-планировочные, технологические, санитарно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические и другие меры.

Архитектурно-планировочные мероприятия учитывают господствующие в этой местности ветры (роза ветров), которые определяют размещение промышленного предприятия (с подветренной стороны по отношению к жилой зоне), высоту труб (для лучшего рассеивания выбросов в атмосфере высота труб увеличивается) и пр. Кроме того, выделяются санитарно-защитные зоны (разрывы) между предприятием и жилой зоной, проводится экранирующее озеленение этих зон и т.д.

Технологические мероприятия предусматривают организацию, налаживание производственного процесса таким образом, чтобы любые вредные вещества физического, химического, биологического происхождения (исходное сырье, основные или побочные продукты производства, его отходы) не попали в окружающую среду в количествах, превышающих ее возможности самоочищения, вредных и опасных для здоровья человека как при непосредственном, так и при опосредованном воздействии. В числе таких мероприятий наиболее эффективными являются безотходные технологии, герметизация, изоляция, автоматизация и механизация.

Санитарно-технические мероприятия включают в себя такие меры оздоровления, как вентиляция, освещение, канализация, водоснабжение, санитарно-бытовые помещения, отопление, спец-

одежда и спецобувь, индивидуальные средства защиты. Конкретно это может быть представлено, например, мерами по снижению загрязненности атмосферного воздуха химическими соединениями. Снижение в атмосферных выбросах концентрации вредных химических веществ достигается путем соответствующих расчетов предельно допустимых выбросов предприятия (ПДВ), группы предприятий. Под ПДВ подразумевается максимальное количество примеси, в граммах за секунду, которое может быть выброшено в атмосферный воздух, при условии, что на границе санитарно-защитной зоны концентрация выбрасываемого загрязняющего вещества не превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК) для атмосферного воздуха.

Санитарно-гигиенические мероприятия — это меры по улучшению среды обитания человека путем контроля за выполнением работодателем и работником требований санитарных норм и правил, гигиенических нормативов и предписаний санитарно-эпидемиологической службы по охране здоровья человека. К этим мероприятиям следует отнести также лечебно-профилактическое питание и санитарное просвещение населения по вопросам гигиены.

Лечебно-профилактические мероприятия предусматривают проведение обязательных профилактических медицинских осмотров населения (в 1999 г. было осмотрено 48 423 тыс. человек), предупреждение возникновения массовых заболеваний (например, с помощью вакцинации), лечение заболеваний.

4. Закон отрицательного влияния на окружающую среду экстремальных явлений. Природная окружающая среда загрязняется не только под влиянием бытовой и производственной деятельности людей, но и во время экстремальных явлений, катастроф (землетрясений, наводнений, аварий и пр.).

Так, в процессе геологического формирования земной коры под влиянием экстремальных условий образовались геохимические аномалии с повышенным или пониженным содержанием активных микроэлементов, таких как фтор, йод и др. Такие аномалии привели к возникновению биогеохимических провинций, в которых наблюдаются заболевания природного очагового характера, получившие название эндемических. Из них наиболее известны эндемический зоб, флюороз, урсовая болезнь и др.

Задача науки, в том числе гигиенической, заключается в том, чтобы сохранить экологическое равновесие биосферы, усилить способность элементов окружающей среды к самоочищению, повысить ее адаптационные возможности.

5. Закон неизбежного отрицательного влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения. При контакте человека с окружающей средой, загрязненной бытовыми или техногенными загрязнителями в количествах, превышающих гигиенические нормативы, здоровье человека неизбежно ухудшается.

3.2. Влияние загрязнения среды обитания на здоровье населения

Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения. Наиболее частыми загрязнителями атмосферного воздуха в городах являются такие химические соединения как диоксиды серы и азота, оксид углерода, тяжелые металлы (свинец, ртуть), взвешенные вещества (пыль, дым и пр.), углеводороды, в том числе канцерогенные. Их источниками служат промышленные предприятия и транспортные средства, продукты сжигания топлива на электростанциях. Совокупность некоторых из них под действием солнечного излучения приводит к образованию в воздухе фотооксидантов. Это в свою очередь способствует снижению иммунозащитной функции организма, ухудшению показателей физического развития, повышению общей заболеваемости населения, особенно детей и лиц старшего возраста, и увеличению смертности. Ниже приведена ориентировочная численность населения, млн чел., проживающего на территориях с повышенным уровнем загрязнения атмосферного воздуха некоторыми вредными веществами.

Взвешенные вещества	15,2	Оксид углерода	4,7
Бенз(а)пирен	13,9	Аммиак	3,7
Фенол	10,4	Бензол	2,6
Диоксид азота	5,3	Свинец	2,4
Водород фтористый	5,3	Оксид азота	1,5
Сероуглерод	5,1	Сероводород	1,4
Формальдегид	4,9		

Загрязнение атмосферного воздуха выбросами предприятий оказывает вредное воздействие в виде ухудшения здоровья и работоспособности, способствует ухудшению условий жизни населения. В связи с этим возрастает частота хронических неспецифических заболеваний бронхолегочной системы, становятся более тяжелыми сердечно-сосудистые и другие заболевания.

В последнее время периодически отмечаются случаи появления раздражающих туманов, которые содержат комплексы органических соединений серы.

Известны случаи подъема заболеваемости населения, связанные с кратковременным увеличением концентрации токсичных веществ в воздухе. Описаны вспышки бронхиальной астмы у лиц, ранее не болевших, связанные с отравлениями выбросами нефтеперерабатывающих заводов или продуктами сжигания мусора. Отмечены аллергические реакции у населения в зоне выбросов заводов микробиологической промышленности.

В настоящее время нельзя не считаться с вредным действием канцерогенных веществ на организм человека. Если в 1940 г. рак

бронхолегочной системы занимал 12-е место среди всех форм рака, то в 1960 г. – уже 5-е место, а в 1980 г. – 2-е место. Это связывают с увеличением содержания в воздухе городов канцерогенов и коканцерогенов.

Загрязнение атмосферного воздуха ухудшает санитарно-гигиенические условия жизни населения, что проявляется в снижении прозрачности атмосферы, уменьшении естественной освещенности, туманообразовании. Последнее обусловлено конденсацией паров влаги на взвешенных частицах пыли с формированием устойчивой пылегазовой смеси. Такие туманы длительно сохраняются, отражаясь на самочувствии людей, они способствуют ухудшению здоровья и работоспособности населения, увеличению числа уличных травм.

Запыленность воздуха уменьшает солнечное излучение на 15-20%, причем УФ-излучение летом снижается на 5%, зимой – на 30%, а в условиях тумана эти потери достигают 90%. Атмосферные загрязнители неблагоприятно воздействуют на растительность. Они вызывают нарушение процессов жизнедеятельности растений и в конечном счете их гибель. С гибелью зеленых насаждений (<<легких>> города) перестает действовать фильтр, очищающий воздух, так как на растениях осаждаются взвешенные частицы и газообразные примеси. Снижается роль зеленых насаждений как источника кислорода и фитонцидов, ослабляется их ветрозащитное действие. Загрязнение воздуха оказывает неблагоприятное эстетическое воздействие, население жалуется на быстрое загрязнение стекол, мебели, одежды, гибель комнатных растений, неприятные запахи, невозможность проветривания жилищ и т.д.

Если состояние воздушной среды производственных помещений в значительной мере определяется технологическим процессом, то воздушная среда жилых и общественных зданий определяется составом атмосферного воздуха и специфическими загрязнителями (рис. 3.1). Это загрязнители антропогенного происхождения (диоксид углерода, аммиак, аммонийные соединения, сероводород, индол, скатол, летучие жирные кислоты и т.д.); токсические вещества (фенол, формальдегид, трибутилфосфат и т.д.), выделяемые в воздух из полимерных строительных и отделочных материалов; загрязнители, связанные с хозяйственно-бытовым процессом (продукты сжигания газа, моющие средства и пр.). В итоге состояние воздушной среды в помещении определяется степенью коммунального благоустройства, санитарно-гигиеническим состоянием помещения, эффективностью вентиляции, плотностью заселения и т.д.

Таким образом, загрязнение атмосферного воздуха стало важной проблемой, и только проведение необходимых технических, санитарно-гигиенических, законодательных и других мероприя-

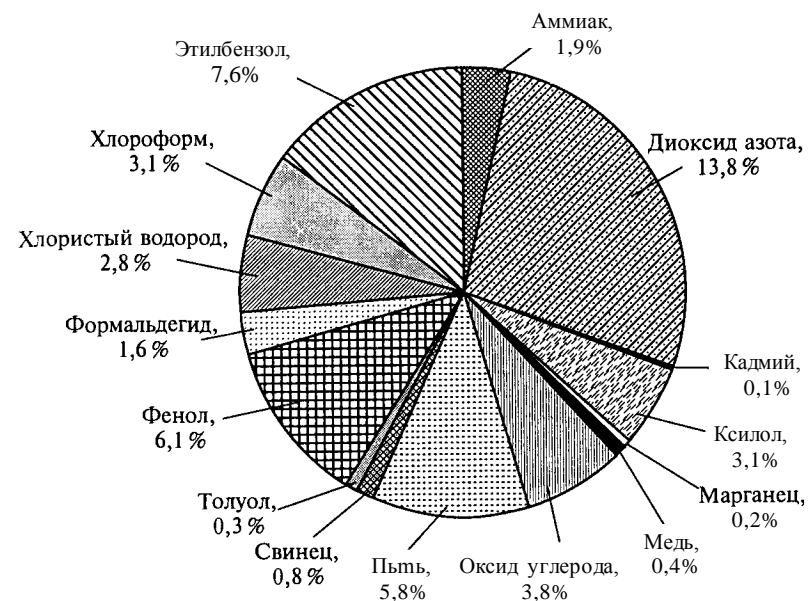


Рис. 3.1. Превышение ПДК загрязнения атмосферного воздуха по веществам в Санкт-Петербурге в 1998 г.

тий сможет освободить человека от вредного воздействия загрязнения атмосферного воздуха.

Согласно СанПиИ 2.1.6.983-00 основой регулирования качества атмосферного воздуха населенных мест являются гигиенические нормативы – предельно допустимые концентрации (ПДК) атмосферных загрязнений химических и биологических веществ, соблюдение которых обеспечивает отсутствие прямого или косвенного влияния на здоровье населения и условия его проживания.

В жилой зоне и на других территориях проживания должны соблюдаться ПДК и 0,8 ПДК (в местах массового отдыха населения, на территориях размещения лечебно-профилактических учреждений).

Предотвращение появления запахов, раздражающего действия и рефлекторных реакций у населения, а также острого влияния атмосферных загрязнений на здоровье в период кратковременных подъемов концентраций обеспечивается соблюдением максимальных разовых ПДК (ПДКм.р).

Предотвращение неблагоприятного влияния на здоровье населения при длительном поступлении атмосферных загрязнений в организм обеспечивается соблюдением среднесуточных ПДК (ПДс). В табл. 3.2 приведены гигиенические нормативы содержания некоторых химических веществ в воздухе.

Таблица 3.2

Контролируемые показатели химических соединений в воздухе

Название вещества	Воздух рабочей зоны пдкр.з	Атмосферный воздух, ПдК _{мр} ПдК _{сс}
Азот (оксид)	5	0,4 0,06
Аммиак	20	0,2 0,04
Кадмий	0,05	0,001
Ксилол	50	0,3
Медь	1	—
Медь (оксид)	—	0,002
Свинец	0,01	0,001
Толуол	50	0,6
Фенол	0,3	0,01
Формальдегид	0,5	0,035
Этилбензол	50	0,06
	Хлороформ	20 0,7
	Углерод(оксид)	20 3

Влияние загрязнения воды на здоровье населения. Вода — один из самых важных элементов окружающей среды, она необходима для жизни. Обезвоживание ведет к необратимым последствиям и гибели организма.

Несмотря на относительно большие мировые запасы пресной воды, на 35 сессии Генеральной ассамблеи ООН было отмечено что более 1 млрд человек испытывают острый дефицит доброкачественной воды для питьевых и хозяйственно-бытовых целей. Первая причина нехватки воды заключается в том, что источники воды, пригодной для питья, распределены крайне неравномерно как в целом на Земле, так и в отдельных странах. Так, в РФ до 60 % пресной воды сосредоточено в Восточной Сибири, на Дальнем Востоке и на европейском Севере, где проживает лишь 30 % населения страны и менее сконцентрированы промышленность и сельское хозяйство. В настоящее время потребность в пресной воде составляет около 1300 км³/год, что составляет практически половину восстанавливаемых запасов. Вторая причина связана не с абсолютным уменьшением количества воды, а со снижением ее качества в результате загрязнения микроорганизмами и химическими веществами при поступлении в водоемы хозяйственно-фекальных, промышленных и сельскохозяйственных сточных вод

Таблица 3.3

Качество воды открытых водоемов субъектов Российской Федерации по санитарно-химическим показателям

Административная территория	Пробы воды, не отвечающие нормативам, в водоемах I категории, %			
	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.
Российская Федерация	32,19	29,83	24,30	25,67
Архангельская область	73,88	76,75	90,15	84,97
Самарская область	40,85	56,81	35,85	66,26
Владимирская область	47,93	55,5	55,93	62,50
Пензенская область	40,85	44,08	63,55	51,27
Алтайский край	32,35	24,05	34,19	48,57
Свердловская область	37,61	26,09	26,36	33,99

(табл. 3.3, 3.4). Все это делает эффективное водоснабжение населения ведущей проблемой современности.

Экспертами ВОЗ установлено, что 80% всех болезней в мире связано с неудовлетворительным качеством питьевой воды и нарушениями санитарно-гигиенических норм водоснабжения. Распространенность инфекционных заболеваний, передающихся через воду, чрезвычайно велика — около 2 млрд человек. Особенно опасная обстановка складывается в сельских районах, где только третья часть жителей имеет доступ к безопасным системам водоснабжения и лишь 13% обеспечены канализацией.

Заболевания, передаваемые через воду, весьма многочисленны. Все их можно разделить на несколько групп. В первую очередь это кишечные инфекции бактериальной природы, к которым относятся холера, брюшной тиф, дизентерия и др. Для возникновения

Таблица 3.4

Качество воды открытых водоемов субъектов Российской Федерации по микробиологическим показателям

Административная территория	Пробы воды, не отвечающие нормативам, в водоемах I категории, %			
	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.
Российская Федерация	22,01	26,64	22,43	22,57
Рязанская область	45,42	43,16	49,40	47,08
Ярославская область	39,62	43,16	49,40	47,08
Кемеровская область	45,77	69,4	43,98	46,72
Республика Татарстан	4,43	15,97	8,74	43,37
Ставропольский край	27,90	21,23	39,31	38,16

этих заболеваний благоприятны неорганизованные природные условия для распространения и выживания в объектах окружающей среды инфекционного возбудителя, технические нарушения на водозаборных, водоочистных сооружениях и водопроводах, несоблюдение элементарных норм личной гигиены.

Многие вирусные инфекции распространяются водным путем. Это инфекционный гепатит (болезнь Боткина), полиомиелит, аденовирусные и энтеровирусные инфекции. Наибольшее значение водный путь передачи имеет для инфекционного гепатита, вызываемого вирусом типа А. Он устойчив к большинству дезинфицирующих средств и при кипячении погибает лишь через 30-60 мин. В связи с этим стандартные способы очистки и обеззараживания воды не всегда достаточно эффективны против вируса гепатита. Вспышки заболевания чаще бывают в тех населенных пунктах, где в хозяйственно-бытовых целях используют мелкие поверхностные источники, а дезинфекция воды не уделяют должного внимания.

Среди населения встречаются заболевания, относящиеся к лептоспирозам. Носителями инфекции чаще всего являются грызуны, иногда крупный рогатый скот, свиньи. Человек заражается через воду непроточных водоемов (озер, прудов, болот) и грунтовых колодцев, загрязненную выделениями животных. Возбудители инфекции поступают в организм через желудочно-кишечный тракт, а также при купании через слизистые оболочки губ, рта, носа и поврежденную кожу.

Протозойные инвазии, то есть заболевания простейшими, встречаются в основном в жарком климате. Выраженные формы заболевания проявляются относительно редко, хотя носительство в зависимости от санитарного благополучия может превышать 15%. Это амёбная дизентерия и др. Они развиваются как острые заболевания, переходящие в хроническую форму при поступлении простейших с питьевой водой. Лямблиоз является практически бессимптомным заболеванием, отмечаются боли в животе, нарушения пищеварения. Носительство лямблий среди населения весьма велико и в среднем составляет около 15%, а в детских коллективах с неблагоприятными гигиеническими условиями превышает 30-40%.

Ко второй группе можно отнести заболевания, обусловленные необычным минеральным составом природных вод. В организм человека с водой поступает солей до 20 г/сут, что приблизительно равняется норме поступления солей с пищей. Таким образом, количество поступающих солей практически удваивается. Для сравнения можно отметить, что каждый житель Москвы в сутки получает с водой около 800 мг солей, Санкт-Петербурга - 190 мг, а Мурманска - 60 мг. Длительное использование для питья высокоминерализованных вод, содержащих хлоридо-сульфато-натриевые соли, приводит к ряду изменений в организме: снижению диуреза, задержке воды в тканях, отекам, нарушениям водно-элект-

ролитного баланса и деятельности желудочно-кишечного тракта. Однако употребление излишне деминерализованной (мягкой), а тем более дистиллированной воды также неблагоприятно для организма. Такая вода имеет сниженные вкусовые свойства. Ее длительное использование вызывает увеличение содержания электролитов, изменения в сердечно-сосудистой системе, зубах; ПДК общей минерализации (сухой остаток) в питьевой воде составляет 500-1000 мг/л.

Наряду с общей минерализованностью большое значение имеет жесткость воды. Показано, что употребление питьевой воды с жесткостью 20-25 ммоль/л нарушает кальциевый обмен, что обуславливает предрасположенность к образованию камней в почках и мочевом пузыре.

В последние десятилетия во многих странах мира (Япония, Великобритания, Канада, Россия) изучают зависимость между жесткостью питьевой воды и развитием сердечно-сосудистых заболеваний у населения. По данным ВОЗ, сообщения из ряда стран свидетельствуют о существовании обратной статистической корреляции между жесткостью питьевой воды и уровнем смертности от заболеваний сердечно-сосудистой системы. В зонах, обеспечиваемых мягкой питьевой водой, почти повсеместно более широко распространены атеросклероз, гипертоническая болезнь, а также чаще отмечаются случаи внезапной смерти от поражения сердечно-сосудистой системы.

Довольно часто в воде подземных источников, особенно нецентрализованного водоснабжения, встречаются нитриты и нитраты почвенного происхождения. Нитриты более токсичны, чем нитраты, но в обычных условиях очень нестойки. Нитраты как более устойчивые соединения имеют в питьевой воде ПДК приблизительно 45 мг/л. В организме нитраты под воздействием кишечной микрофлоры восстанавливаются до нитритов, которые, в свою очередь, соединяясь с гемоглобином, образуют стойкое соединение метгемоглобин, что обуславливает резкое снижение транспорта кислорода и вызывает гипоксию тканей. В норме в организме человека 1-2% гемоглобина находится в такой форме. Если это значение превышает 10%, наблюдаются клинические проявления гипоксии.

Есть еще одна сторона поведения нитросоединений в организме. Нитраты, как отмечалось, легко превращаются в нитриты, в то время как нитриты в дальнейшем соединяются с поступающими с пищей аминами и амидами. В результате образуются нитрозамины с выраженными канцерогенными свойствами. Нитрозамины оказывают также токсическое действие, а некоторые из них обладают мутагенными и тератогенными свойствами.

Итак, обеспечение населения доброкачественной питьевой водой позволяет решить следующие проблемы:

предупредить роль воды как фактора передачи и последующего возникновения инфекционных заболеваний;

предупредить этиологическую роль воды в возникновении заболеваний, связанных с избыточным или недостаточным поступлением в организм химических веществ, обладающих аллергенным, канцерогенным, токсическим и иным действием;

исключить роль воды в возникновении нервно-психических перегрузок, связанных с ее неудовлетворительными органолептическими свойствами как природного, так и искусственного происхождения.

Кроме того, доброкачественная вода необходима для обработки пищевых продуктов, изготовления лекарственных средств, содержания домашних животных, личной гигиены, поддержания санитарного состояния жилища, для полива зеленых насаждений, выполнения технологических процессов при производстве пищевых продуктов, напитков и т.д. Другими словами, для сохранения здоровья человека, создания оптимальных условий для его хозяйственно-бытовой и производственной деятельности должна использоваться вода хорошего качества, то есть благоприятная по органолептическим свойствам, безвредная по химическому составу и безопасная в эпидемиологическом отношении.

В 2001 г. в России приняты действующие в настоящее время первые Санитарные правила и нормы — СанПиИ 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», учитывающие современное санитарно-эпидемиологическое состояние окружающей среды, высокие требования к качеству питьевой воды и контролю за ним (табл. 3.5, 3.6). Санитарные правила применяются в отношении воды, подаваемой централизованными системами водоснабжения и предназначенной для потребления населением в питьевых и бытовых целях, для использования в процессах переработки продовольственного сырья и производства пищевых продуктов, их хранения и торговли, а также для производства продукции, требующей применения воды питьевого качества. Кроме того, в воде в целях радиационной безопасности соответственно нормативам, установленным по показателям общей α -и β -активности, определяется содержанием радиоактивных веществ с общим α -излучением не выше 0,1 Бк/л и общим β -излучением не выше 1,0 Бк/л воды.

Влияние почвы на здоровье населения и санитарные условия жизни. Почва как неотъемлемая часть экологической системы является важнейшим компонентом обитания человека и животных. Она состоит из минеральных, органических и органоминеральных соединений, а также из воздуха, почвенных растворов и микроорганизмов. Это огромная естественная лаборатория, в которой непрерывно протекают самые разнообразные сложные процессы разрушения

Таблица 3.5

Безопасность питьевой воды по обобщенным и химическим показателям

Показатель	ПДК, мг/л	Показатель вредности
Водородный показатель PH	6 – 9	—
Общая минерализация (сухой остаток)	1000	—
Жесткость общая, ммоль/л	7,0	—
Окисляемость перманганатная по кислороду	5,0	—
Нефтепродукты суммарно	0,1	—
Поверхностно-активные вещества	0,5	—
Фенольный индекс	0,25	—
Алюминий (Al ³⁺)	0,5	Санитарно-токсикологический
Барий (Ba ²⁺)	0,1	Тоже
Бериллий (Be ²⁺)	0,002	»
Бор (B, суммарно)	0,5	»
Железо (Fe, суммарно)	0,3	Органолептический
Кадмий (Cd, суммарно)	0,001	Санитарно-токсикологический
Марганец (Mn, суммарно)	0,1	Органолептический
Медь (Cu, суммарно)	1,0	»
Молибден (Mo, суммарно)	0,25	Санитарно-токсикологический
Мышьяк (As, суммарно)	0,05	Тоже
Никель (Ni, суммарно)	0,1	»
Нитраты (по NO ₃ ⁻)	45	»
Ртуть (Hg, суммарно)	0,0005	»
Свинец (Pb, суммарно)	0,03	»
Селен (Se, суммарно)	0,01	»
Стронций (Sr ²⁺)	7,0	»
Сульфаты (SO ₄ ⁻)	500	Органолептический
Фториды (F ⁻) для климатических районов:		Санитарно-токсикологический
I и II	1,5	
III	1,2	
Хлориды (Cl ⁻)	350	Органолептический
Хром (Cr ⁶⁺)	0,05	»
Цианиды (CN ⁻)	0,035	»
Цинк (Zn ²⁺)	5,0	»
у-ГХЦГ (линдан)	0,002	Санитарно-токсикологический
ДДТ (сумма изомеров)	0,002	Тоже

Таблица 3.6

Безопасность питьевой воды по содержанию вредных химических веществ, мг/л, образующихся в воде в процессе ее обработки

Показатель	ПДК, мг/л	Показатель вредности
Хлор: остаточный свободный остаточный связанный	В пределах 0,3-0,5 В пределах 0,8-1,2	Органолептический »
Хлороформ (при хлорировании воды)	0,22	Санитарно-токсиколо- гический
Озон остаточный	0,3	Органолептический
Формальдегид (при озонировании воды)	0,05	Санитарно-токсиколо- гический
Полиакриламид	2,0	То же
Активированная крем- ниевая кислота (по Si)	10	»
Полифосфаты (по PO(-))	3,5	Органолептический
Остаточные количества алюминий- и железосо- держажих коагулянтов	См. табл. 3.5	

и синтеза органических веществ, фотохимические процессы. В ней также образуются различные новые органические и неорганические соединения. В почве размножаются и гибнут патогенные бактерии, вирусы, простейшие, гельминты, многие насекомые и их личинки. Почва используется для очистки и обеззараживания жидких загрязненных и зараженных сточных вод, нечистот и мусора населенных мест, оказывает большое влияние на климат местности, микро-рельеф, развитие растительности и другие местные особенности, на строительство, планировку населенных мест и отдельных зданий, их благоустройство и эксплуатацию. В почву попадает различное количество пестицидов, структурообразователей почвы, поверхностно-активных веществ (ПАВ), полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), промышленных, бытовых сточных вод, выбросов промышленных предприятий, транспорта с последующей миграцией этих веществ в растения, атмосферный воздух, питьевую воду. Она является одним из основных путей передачи некоторых инфекционных, паразитарных и неинфекционных заболеваний. Почва может прямо или опосредованно оказывать токсическое, аллергенное, канцерогенное, мутагенное и другое воздействие на организм человека.

Из сказанного следует, что почва имеет большое гигиеническое значение и является:

главным фактором формирования естественных и искусственных местностей, играющих ведущую роль в возникновении и профилактике эндемических заболеваний;

естественной, наиболее подходящей средой для обезвреживания жидких и твердых отходов;

средой, обеспечивающей циркуляцию применяемых в сельском хозяйстве и промышленности химических веществ;

одним из источников химического и биологического загрязнения атмосферного воздуха, подземных и поверхностных вод, а также растений, используемых человеком для питания;

фактором передачи инфекционных заболеваний.

Токсикологическое значение почвы велико. Химический состав почвы весьма сложен, в ней есть минеральные (неорганические) и органические вещества. В минеральный состав почвы входят в меньшем или большем количестве практически все элементы Периодической системы Д. И. Менделеева. Это обуславливает изменение минерального состава воды и многих растений, что сказывается на поступлении минеральных веществ в животный организм. Обеспеченность микроэлементами организма человека обусловлена их содержанием в почве, воде и пищевых продуктах, их количественным соотношением и усвояемостью. Большая часть микроэлементов поступает в организм с пищевыми продуктами растительного происхождения.

Разнообразие ландшафтов и природных зон определяет особенности круговорота и накопление атомов тех или иных химических элементов в почве. Дефицит, избыток или дисбаланс содержания микроэлементов могут приводить к развитию специфических заболеваний, известных под названием геохимических эндемий.

Борный энтерит - эндемическое заболевание желудочно-кишечного тракта людей и животных в регионах с повышенным содержанием бора в окружающей среде, особенно в растениях. Встречается в Западной Сибири, в степных районах Омской, Новосибирской, Павлодарской областей, а также Алтайского края. Распространенное представление о химической инертности этого микроэлемента неверно. В частности, широко используемая борная кислота, ошибочно считавшаяся безвредной, легко всасывается и депонируется в мозге, печени, жировой ткани. Острая интоксикация соединениями бора, в частности дибораном, вызывает острый бороз с симптомами лихорадки - чувством сдавливания грудной клетки, кашлем, тошнотой, ознобом. Еще более токсичен пентаборан, вызывающий поражение ЦНС (возбуждение, тремор, судороги), а также снижение артериального давления, аритмию, сердечную недостаточность, нарушение дыхания, функции печени, почек.

Загрязнение почвы - это появление в ней химических соединений, не являющихся ее естественной составной частью и не

свойственных почве данного типа. Внесение в почву огромного количества химических удобрений, пестицидов, промышленных отходов способствует образованию искусственных геохимических провинций с измененным составом и свойствами почвы. Около промышленных предприятий образуются техногенные биохимические провинции с повышенным содержанием в биосфере свинца, мышьяка, фтора, ртути, кадмия, марганца, никеля и других элементов, представляющих реальную опасность прямого и косвенного влияния на организм.

Пылегазовые выбросы промышленных предприятий загрязняют почву в радиусе до 60-100 км. Так, более 12000 км² занято выбросами одного из предприятий цветной металлургии. Содержание в почве этого района свинца, мышьяка, цинка, меди, серы превышает данные контрольных участков в 2,5-200 раз. Загрязнение почвы тяжелыми металлами обусловило в радиусе 5 км от завода загрязнение грунтовых вод (ПДК выше нормы в 1,2-8,3 раза), а также привело к накоплению этих металлов в растениях и продуктах питания. Овощи, зерновые, выращенные на этой территории, имеют пониженную пищевую ценность, поэтому население получает с местными продуктами питания меньше белков, углеводов, витамина С. Люди, проживающие вблизи данных предприятий, систематически получают с пищей повышенные количества свинца (в среднем 0,7 мг), более 16 мг цинка, 2,5 мг меди и 0,5 мг мышьяка. Это способствовало повышению заболеваний периферической нервной системы, печени, кожи и слизистых оболочек.

Увеличенные концентрации канцерогенного углеводорода бенз(а)пирена наблюдаются в почве нефтехимических комбинатов, сажевых и коксохимических заводов. Употребление овощей, выросших на этих территориях, повышает риск онкологических заболеваний.

В радиусе 2 км от ртутного комбината содержание ртути в почве увеличено в 330 раз по сравнению с природным количеством (15 мг/кг). При содержании ртути в почве около 30-40 мг/кг ее количество в овощах (картофель, морковь) достигает 0,4-1,4 мг/кг, это в 25-87 раз выше содержания ртути в овощах, выросших на незагрязненной почве. Длительное поступление повышенных количеств ртути в организм людей обуславливает повышение содержания этого металла в тканях, снижение иммунореактивности, повышение общей заболеваемости.

Выбросы суперфосфатных заводов загрязняют почву фтором, мышьяком, железом, цинком, медью. Содержание этих элементов в почве и растениях на расстоянии до 5 км в 5-45 раз выше природного количества. У населения, проживающего в районе завода и не связанного с производством, отмечены увеличенное содержание мышьяка в волосах (в 29 раз выше обычного) и выделение

его с мочой. Установлено повышение заболеваемости взрослых и ухудшение состояния здоровья детей.

Для оценки выбросов автотранспорта на почву используют результаты химического анализа образцов почвы, отобранных на различных расстояниях в пределах 100 м по обеим сторонам магистрали. Загрязнения по мере увеличения расстояния от полотна дороги снижаются, но определенное отклонение от этой закономерности свойственно соединениям цинка, максимальное содержание которого нередко регистрируется на некотором расстоянии от проезжей части. Загрязнение почв тяжелыми металлами в придорожной полосе связано с продолжительностью эксплуатации дорог. В поверхностном (до 5 см) слое почвы 7-16-метровой придорожной зоны при интенсивном движении до 10 000 транспортных единиц в сутки содержится около 600-1000 мкг железа, 20 мкг цинка, 10 мкг свинца, 0,2 мкг кадмия.

Большое влияние на состав почвы оказывает химизация сельского хозяйства. В гигиеническом отношении особое значение имеют пестициды, очень устойчивые к воздействию внешних факторов. Систематическое применение пестицидов ведет к их накоплению в атмосферном воздухе, воде и почве, продуктах расти-



Рис. 3.2. Основные инфекционные заболевания, в механизме передачи которых участвует почва

тельного и животного происхождения, организме человека. К таким препаратам относятся хлорорганические соединения, в частности МТ.

Почва имеет большое эпидемиологическое значение. В ней могут находиться и передаваться человеку контактными и непрямые (через пыль, воду, животных, пищевые продукты, напитки) путем возбудители многих инфекционных заболеваний, а также яйца и личинки гельминтов (рис. 3.2).

Поэтому необходимо постоянно наблюдать за состоянием почвы, выбрав для контроля приоритетные загрязняющие вещества, и разрабатывать концепцию ее охраны. Этот выбор определяется, прежде всего, степенью опасности и токсичности загрязнителей и

Таблица 3.7

Ингредиенты, подлежащие контролю в почвах

Этап контроля	Промышленные предприятия	Сельское хозяйство	Транспорт
1	Бенз(а)пирен, ртуть, свинец, кадмий, никель, кобальт, молибден, ванадий, медь, мышьяк, цинк, хром, сурьма, селен, фтор	Хлорорганические пестициды: ДДТ и его метаболиты, ГХЦГ, гексахлорбензол, полихлорпирен, полихлоркамфен, полихлорбифенилы	—
2	Соединения серы, кислотность некультивируемых почв, формы металлов в почве, нефтепродукты, состояние микрофлоры почв	Фосфорорганические пестициды: фозалон, метафос, карбофос, хлорофос, фосамид. Гербициды: 2,4 Д, атразин, симазин, пропазин	Свинец и бенз(а)пирен вблизи автомагистралей
3	Элементарный состав загрязнения почв твердыми отходами, органические токсичные соединения металлов, другие токсичные органические соединения. Наблюдения за изменениями физико-химического состава почвы	Токсические вещества, поступающие в почву в результате применения удобрений	—

Таблица 3.8

Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв

Категория загрязнения почв	Суммарный показатель загрязнения, Zc	Изменения показателей здоровья населения в очагах загрязнения
Допустимая	Менее 16	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений
Умеренно опасная	16-32	Увеличение общей заболеваемости
Опасная	32-128	Увеличение общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы
Чрезвычайно опасная	Более 128	Увеличение заболеваемости детского населения, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение токсикозов беременности, числа преждевременных родов, мертворождаемости, гипотрофий новорожденных)

их влиянием на здоровье человека. В табл. 3.7 приведены приоритетные загрязняющие почву химические вещества и очередность их контроля.

Санитарная охрана почвы населенных мест представляет собой комплекс мероприятий для предупреждения и устранения таких изменений состава и свойств почвы, которые могут оказать вредное влияние на здоровье и самочувствие людей.

Из сказанного следует, что почва имеет большое гигиеническое значение и в неблагоприятных случаях может быть источником заболеваний людей.

Оценка уровня химического загрязнения почв как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье населения проводится по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и геогигиенических исследованиях окружающей среды. Такими показателями являются: коэффициент концентрации химического вещества (Kc), который определяется отношением фактического содержания определяемого вещества в почве C_c, мг/кг почвы, к региональному фоновому значению CФ_i:

$$K_c = \frac{C_c}{C_{\Phi i}}$$

и суммарный показатель загрязнения (Z_c), равный сумме коэффициентов концентраций химических элементов загрязнителей и выраженный формулой

$$Z_c = \sum (K_{ci} + \dots + K_{cn}) - (n - 1),$$

где n - число определяемых суммируемых веществ; K_{ci} - коэффициент концентрации i -го компонента загрязнения.

Анализ распределения геохимических показателей, полученных в результате апробирования почв, дает пространственную структуру загрязнения селитебных территорий и воздушного бассейна, и позволяет выделить зоны риска для здоровья населения (табл. 3.8).

Основные задачи санитарной охраны почвы: сохранение естественных свойств почвы; предупреждение внесения в почву токсичных, канцерогенных веществ с выбросами и отходами промышленных предприятий и пестицидами, применяемыми в сельском хозяйстве.

3.3. Принципы гигиенического нормирования

На протяжении жизни человек постоянно подвергается воздействию разнообразных, меняющихся по интенсивности и продолжительности экспозиции физических, химических и биологических и социальных факторов окружающей среды (среды обитания).

Существует несколько принципиальных подходов к предупреждению неблагоприятных эффектов этих факторов: полный запрет производства и применения; запрет поступления в окружающую среду и любого воздействия на человека; замена вредного и опасного фактора менее вредным и опасным; ограничение (регламентация) содержания в объектах окружающей среды и уровней воздействия на работников и население. Очевидно, что наиболее радикальным способом предупреждения неблагоприятных эффектов является полное исключение воздействий потенциально вредных и опасных факторов. Однако в связи с несовершенством технологий, а также с невозможностью полностью предотвратить воздействие на человека многих необходимых для современной цивилизации природных и техногенных факторов профилактика неблагоприятных влияний на человека и окружающую среду состоит в снижении воздействия потенциально вредных и опасных факторов до безопасного уровня на основе их гигиенического нормирования.

Гигиеническое нормирование - установление в законодательном порядке безвредных (безопасных) для человека уровней воздействия вредных опасных факторов окружающей среды (среды обитания): предельно допустимых концентраций (ПДК) химических

веществ, предельно допустимых уровней воздействия (ПДУ) физических и психофизических факторов, гигиенических нормативов (ГН) и др.

Отсутствие норматива, как правило, приводит к неконтролируемому, скрытому воздействию потенциально вредных и опасных факторов на человека. Норматив нельзя отождествлять с понятием нормы, так как большинство установленных гигиенических нормативов представляют собой максимально допустимые, а не оптимальные величины.

По природе и назначению гигиенические нормативы в большинстве случаев основаны на медико-биологических критериях, так как направлены в первую очередь на защиту здоровья человека от прямых или опосредованных через экологические системы вредных и опасных факторов окружающей среды.

В основу научной концепции гигиенического нормирования положено всестороннее изучение общих закономерностей взаимоотношений организма человека с факторами окружающей среды разной природы, адаптационно-приспособительных процессов, механизмов взаимодействия организма на молекулярном, клеточном, органном, организменном, системном и популяционном уровнях с комплексом благоприятных и неблагоприятных факторов антропогенного и естественного происхождения, а также с комплексом социально обусловленных факторов.

При экологическом нормировании основное внимание уделяют надорганизменным эффектам - популяционному, биогеоэкологическому, изучению устойчивости и приспособительных реакций экологических систем, их неоднородности, изменений видового состава сообществ организмов. Экологическое нормирование пока находится на этапе формирования основных принципов и методов оценки реакций биосистем уровня, критериев экологической (популяционной) нормы, способов учета в нормировании климато-географических особенностей, влияющих на реакции экосистем. В последующий период возможны более тесное сближение концепций гигиенического и экологического нормирования и создание единой нормативной базы, направленной на предупреждение не только прямых и опосредованных вредных воздействий на человека, но и существенных нарушений состояния отдельных экосистем и биосферы в целом.

Концепция гигиенического нормирования прошла длительный и очень сложный путь развития. Ее становление было неразрывно связано с развитием медицины, физиологии, биохимии, фармакологии, физики, химии и других фундаментальных научных дисциплин. Предположение о возможности установления нормативов для некоторых токсических веществ было высказано еще в XIX в. на основании клинических данных о развитии производственных отравлений у работников только в случае превышения

определенной пороговой концентрации некоторых промышленных ядов.

В начале XX столетия немецкие и американские исследователи разработали рекомендательные перечни пороговых концентраций для нескольких десятков наиболее распространенных промышленных химических соединений. Однако только в 1922 г. в нашей стране были обоснованы и включены в санитарное законодательство ПДК в воздухе рабочей зоны для трех промышленных вредных веществ. В 30-е годы впервые ПДК были введены в Германии и США. В последующий период в СССР параллельно с обоснованием ПДК промышленных ядов создавались и совершенствовались теоретическая и экспериментальная база гигиенического нормирования химических веществ (Н. В. Лазарев, Н. С. Правдин и др.). В 1941 г. были разработаны ПДК мышьяка, фенола и свинца в воде водоемов и начаты исследования по оценке опасности промышленного загрязнения водоемов (А. Н. Сысин, С. Н. Черкинский).

В послевоенный период В. А. Рязанов сформулировал главные принципы гигиенического регламентирования атмосферных загрязнений, что позволило ввести в санитарное законодательство первые ПДК для наиболее распространенных химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух населенных мест. В связи с развитием химической промышленности, внедрением в многие сферы производства и быта многочисленных химических веществ потребовались разработка методических основ гигиенического нормирования содержания вредных соединений в продуктах питания, почве, нормирование выделения химических веществ из полимерных материалов. Интенсивное развитие микробиологической промышленности привело к созданию новых методических приемов гигиенического регламентирования биологических факторов (грибковые, дрожжевые, белковые и бактериальные препараты). Увеличение мощности и расширение ассортимента продукции химико-фармацевтической промышленности потребовали разработки специфических методов гигиенического нормирования лекарственных препаратов, включая некоторые вещества биологической природы (антибиотики, витамины, гормоны, ферменты), в различных объектах окружающей среды.

Обширные исследования были проведены в целях разработки допустимых уровней воздействия разнообразных физических факторов: ионизирующего и неионизирующего излучений, шума, вибрации, микроклиматических факторов. Обоснованы принципы, методы гигиенического нормирования и установлены ПДУ тяжести физического труда (физическая динамическая нагрузка, масса снимаемого и перемещаемого груза, стереотипные рабочие движения, статическая нагрузка, рабочая поза, наклоны корпуса, перемещение в пространстве), напряженности труда (интеллекту-

альные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, монотонность нагрузок, режим труда).

В настоящее время в нашей стране и практически во всех экономически развитых странах существует обширная и разветвленная система нормативов, направленных на обеспечение безопасности человека, поддержание оптимального для конкретных социально-экономических условий уровня физического, психического и социального благополучия работников и всего населения в целом.

Кроме того, нормативы предельного содержания химических соединений и предельные уровни физических и других факторов предлагаются международными организациями: Международной организацией труда (МОТ), Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ). Эти нормативы имеют рекомендательный характер и, по мнению международных экспертов, подлежат корректировке с учетом политических, экономических и социальных особенностей конкретной страны.

Несмотря на различные подходы к нормированию факторов окружающей среды, включая производственные, существуют единые принципы обоснования гигиенических нормативов, которые формулируются следующим образом.

1. Гигиенические нормативы носят государственный характер и обязательны для соблюдения всеми органами, организациями и отдельными лицами.

2. Необходимо соблюдать опережение обоснования норматива по сравнению с появлением вредного и опасного фактора.

В соответствии с этим принципом гигиенические нормативы должны быть разработаны еще до того момента, когда человек войдет в контакт с потенциально вредным фактором. Данный принцип обеспечивает профилактическую направленность гигиенических нормативов и позволяет вовремя осуществить мероприятия по защите человека и окружающей среды. Кроме того, нарушение принципа опережения может приводить к значительным экономическим потерям из-за задержки производства, высокой стоимости природоохранных мероприятий, осуществляемых на действующих объектах. Гигиенические нормативы не могут основываться только на результатах натуральных исследований состояния здоровья населения, уже подвергающегося воздействию вредного фактора (напомним, что латентный период развития некоторых злокачественных новообразований может достигать 25-30 лет). Необходимо разумное сочетание экспериментальных методов гигиенического нормирования с клинико-гигиеническими и эпидемиологическими методами.

При обосновании гигиенических нормативов приоритет отдается медика-биологическим, а не экономическим или технологическим критериям, например реальной технической достижимости рекомендуемых гигиенических нормативов в данный момент.

3. Принцип безвредности, или примата медико-биологических показателей. Этот принцип основан на том положении, что при установлении норматива вредного и опасного фактора принимаются во внимание только особенности его действия на организм человека и санитарно-гигиенические условия его жизни. Никакие доводы об отсутствии эффективных мер по снижению действующих концентраций, способов очистки атмосферных выбросов или сточных вод, мер индивидуальной защиты не могут служить основанием для установления норматива на более высоком уровне. Таким образом, при установлении гигиенических нормативов он обеспечивает их профилактическую направленность и позволяет определять приоритетные направления для совершенствования технологических процессов.

Другими словами, медицинский аспект является ведущим в проблеме окружающей среды, поскольку сохранение здоровья населения, создание благоприятных условий быта, труда и отдыха людей являются главной заботой государства.

4. Принцип дифференциации биологических ответов. Известно, что не все население реагирует в равной степени на одно и то же воздействие, имеются более или менее чувствительные группы населения. Чем больше сила влияния фактора, тем для меньшего процента населения он характерен. Это обусловлено тем, что вредность и опасность фактора окружающей среды зависит от определенных условий: интенсивности, продолжительности действия состояния организма, его сопротивляемости. Сопротивляемость организма, в свою очередь, является переменной величиной и зависит от наследственных свойств, возраста, пола, физиологического состояния организма в момент воздействия неблагоприятного фактора, ранее перенесенных заболеваний и т.д. Поэтому в одинаковых условиях окружающей среды один человек заболевает, а другой остается здоровым.

В связи с этим гигиенические нормативы содержания химических веществ в объектах окружающей среды (воде, атмосферном воздухе, почве, продуктах питания) устанавливаются с ориентацией на наиболее чувствительные группы населения (например, детей, лиц пожилого возраста и др.) на уровне приспособительных реакций, не выходящих за пределы физиологической нормы. При установлении гигиенических нормативов для производственных условий учитывается, что воздействию потенциально вредных и опасных факторов подвергаются лица трудоспособного возраста, проходящие предварительные и периодические медицинские осмотры. Воздействие осуществляется не на протяжении всей жизни, как в населенных местах, а только в период работы (по 6-8 ч в день на протяжении рабочего стажа).

5. Принцип разделения объектов санитарной охраны. В связи со специфичностью и изменчивостью физико-химических свойств

воды, почвы, атмосферного воздуха, пищевых продуктов животного и растительного происхождения, особенностями их воздействия на организм и длительностью контакта гигиенические нормативы устанавливаются отдельно для каждого объекта: воздуха производственных помещений, атмосферы населенных мест, питьевой воды, воды водоемов, пищевых продуктов и т.д. В зависимости от объекта окружающей среды и природы фактора различают предельно допустимую концентрацию (ПДК), максимально допустимый уровень (МДУ), предельно допустимый уровень воздействия (ПДУ), ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ) и др. (рис. 3.3).

б. Принцип учета всех возможных неблагоприятных воздействий. Для каждого объекта или фактора окружающей среды, для которых устанавливается норматив, учитываются все возможные виды неблагоприятного воздействия на среду и организм человека. В методологии нормирования каждому виду неблагоприятного воздействия соответствует показатель вредности, действующую величину которого необходимо установить в эксперименте. Интегрированный перечень показателей вредности и неблагоприятных воздействий приведен ниже:

Органолептический — появление посторонних запахов и привкуса, изменение цвета, окраски, внешнего вида, формы.

Рефлекторный — раздражающее действие на органы дыхания, глаза, ощущение запаха.

Общесанитарный — изменение численности сапрофитной микрофлоры, ее видового состава и активности; снижение способности воды и почвы к самоочищению.

Санитарно-бытовой — изменение климата, прозрачности атмосферы, бытовых условий, ландшафта и др.

Водно-миграционный — миграция вещества из исследуемой среды в воду.

Воздушно-миграционный — миграция вещества из исследуемой среды в воздух.

Транслокационный — накопление вещества в растительных продуктах (фитоаккумуляционный).

Санитарно-гигиенический — возможность создания у человека ощущения опасности или санитарно-гигиенического дискомфорта (например, окраска объектов окружающей среды органическими красителями).

Токсикологический (резорбтивный) — неблагоприятное влияние на организм человека и/или лабораторных животных.

В зависимости от того, для какой среды устанавливается норматив, набор показателей вредности, по которым планируют исследование, будет разным. Например, для воды водоемов изучают органолептический, общесанитарный, санитарно-токсикологический, специфический и показатель отдаленных последствий. По каждому показателю вредности определяют минимально действующую кон-

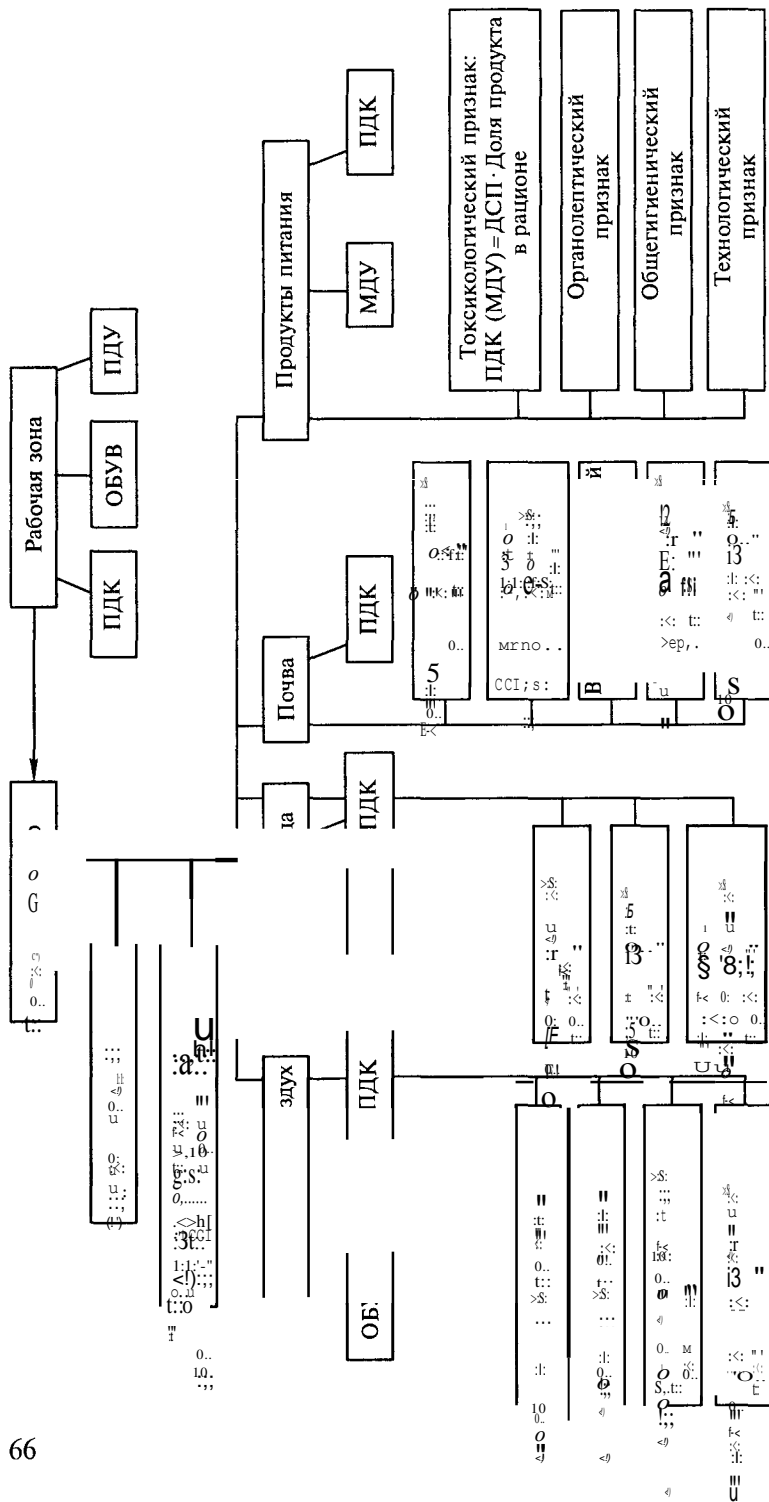


Рис. 3.3. Виды гигиенических нормативов химических веществ в окружающей среде

центрацию, а из минимально действующих концентраций, установленных по всем показателям вредности, выбирают наименьшую, которая будет лимитирующим показателем вредности, то есть тем показателем, по которому нормируется данное вещество.

7. Принцип порогости. Очевидно, что не всякое воздействие фактора окружающей среды можно признать вредным и опасным. Реакция любого биологического объекта на внешнее воздействие сопровождается сложной гаммой изменений во многих органах и системах. Эти изменения могут быть функциональными, адаптационными. При установлении пороговых доз и концентраций необходимо дифференцировать состояние адаптационно-приспособительных механизмов (удовлетворительная адаптация, напряжение механизмов адаптации, перенапряжение механизмов адаптации, срыв адаптации).

В гигиене под порогом вредного действия принято понимать такую минимальную концентрацию вещества в объекте внешней среды (или дозу, попавшую в организм), при воздействии которой в организме (при конкретных условиях поступления вещества) возникают изменения, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций, или скрытая (временно компенси-

рованная) патология. Пороговыми считают эффекты, расположенные между нормой и патологией.

При установлении порогов вредного действия (минимально действующих уровней) и максимальных недействующих доз (концентраций) изучают все основные органы и системы, особенно те, которые наиболее чувствительны к исследуемому фактору. В качестве критериев для оценки вредных эффектов используются биохимические, метаболические, таксика-кинетические, физиологические, морфологические и клинико-гигиенические показатели, нагрузочные тесты.

Чаще всего гигиеническое нормирование осуществляется с учетом величины допустимого риска. При этом предполагается, что дозо-эффективная зависимость проходит через ноль, а в качестве допустимой принимается доза, теоретически вызывающая опре-

деленный приемлемый как для общества, так и для отдельного человека риск.

В некоторых странах в качестве такого приемлемого для населения риска используется значение 10^{-6} , что соответствует одному дополнительному к существующему фону случаю рака среди 1 млн жителей. Для производственных условий обычно считается допустимым риск на уровне 10^{-3} - 10^{-4} .

8. Принцип зависимости эффекта от концентрации (дозы) и времени. Этот принцип неразрывно связан с другим принципом гигиенического нормирования - принципом нулевого учета порогости. Величина дозы и продолжительность воздействия не

и нередко влияют на его качественные характеристики. Например, в условиях острых воздействий бензол в основном влияет на центральную нервную систему, а при длительном воздействии малых доз и концентраций вызывает поражение системы кроветворения вплоть до развития лейкоза. Зависимость эффекта от дозы может быть сложной, фазовой, что отражает цикличность адаптационных реакций, чередование первичных приспособительных реакций, процессов истинной физиологической адаптации, временной адаптации, компенсации.

Адаптация – истинное приспособление организма к изменяющимся условиям среды, которое происходит без каких-либо необратимых нарушений данной биологической системы и без превышения нормальных гомеостатических особенностей ее реагирования.

При истинной адаптации организм сохраняет способность адекватно, без существенного напряжения, а тем более срыва, реагировать на внешние воздействия. В отличие от адаптации компенсация характеризуется как временно скрытая патология, которая со временем может проявиться в виде заметных патологических изменений, т.е. декомпенсации.

Разграничение адаптационных, компенсаторных и защитных реакций остается одной из важнейших и сложных задач современной методологии гигиенического нормирования. Нередко зависимости доза-время-эффект удается выявить только в условиях эксперимента на лабораторных животных, в котором можно моделировать такие режимы воздействия, которые нельзя воспроизвести в реальных природных условиях.

Дополнительный вклад в медико-биологическую науку вносят устанавливаемые нормативы вносимого использования принципа ужесточения условий воздействия, согласно которому в процессе эксперимента, как правило, ориентируются на наиболее опасный вариант воздействия.

Кроме того, именно эксперимент позволяет на практике осуществлять один из основополагающих принципов гигиенического нормирования, а именно принцип опережения.

9. Принцип комплексного гигиенического нормирования. В реальных условиях человек подвергается не изолированному воздействию какого-либо одного вещества, поступающего в организм конкретным путем (через воду или воздух), а сложному многофакторному влиянию. Различают следующие варианты многофакторных воздействий:

комбинированное действие – одновременное действие различных по природе факторов (например, шума и вибрации, нескольких химических веществ и др.);

сочетанное действие – одновременное действие различных по природе факторов (например, шума и химических веществ);

комплексное воздействие – одновременное поступление химического вещества сразу несколькими путями из одной или нескольких сред (например, из воздуха, с пищевыми продуктами, с водой, с газавыделениями из воды, полимерных материалов, путем всасывания через кожу и т.д.);

последовательное действие – вариант комбинированного действия, при котором воздействие одного вещества сменяется воздействием другого вещества (например, в сельском хозяйстве, на малотоннажных предприятиях химико-фармацевтической промышленности работающие могут определенное время контактировать с одними веществами, которые затем сменяются другим набором химических соединений).

В настоящее время особенности комбинированного действия веществ учитываются при гигиеническом нормировании вредных веществ во всех средах. Так, для атмосферного воздуха населенных мест установлено 56 коэффициентов комбинированного действия (для 36 бинарных смесей и 20 смесей из 3-5 компонентов).

10. Принцип относительности норматива. Гигиенические нормативы не могут основываться только на результатах натурных исследований состояния здоровья населения, уже подвергающегося воздействию вредного опасного фактора (напомним, что латентный период развития некоторых злокачественных новообразований может достигать 25-30 лет). Необходимо разумное сочетание экспериментальных методов гигиенического нормирования с клинико-гигиеническими и эпидемиологическими методами.

Любой утвержденный норматив не является абсолютным. Если новые научные данные, полученные с использованием более чувствительных методов, свидетельствуют о понижении порога вредного действия на здоровье населения, подвергающегося воздействию факторов на уровне норматива, свидетельствуют о его неблагоприятном влиянии, то может возникнуть вопрос о пересмотре норматива.

Например, установленные на животных предельно допустимые концентрации в воздухе рабочей зоны таких химических соединений как бензол, ксилол, хром после многолетних наблюдений за состоянием здоровья работников были уменьшены в несколько раз. Многие из рассмотренных принципов гигиенического нормирования нашли отражение в определении одного из ведущих гигиенических нормативов – ПДК.

ПДК химического соединения во внешней среде – такая концентрация, при воздействии которой на организм человека периодически или в течение всей жизни, прямо или опосредованно через экологические системы, не возникает заболеваний (в том числе скрытых и временно компенсированных) или изменений состояния здоровья, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций, обнаруживаемых современными методами

сразу или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений; ПДУ физических и психофизиологических факторов определяются так же, как ПДК химического соединения.

Постановлением Правительства РФ от 12.11.92 г. № 869 в нашей стране введена обязательная государственная регистрация потенциально опасных химических соединений веществ, осуществляемая Российским регистром потенциально опасных химических и биологических веществ. Данная мера позволит полностью инвентаризировать все химические соединения, производимые и используемые в России, и в конечном счете будет способствовать повышению надежности оценок потенциальной опасности веществ для здоровья человека и состояния окружающей среды.

Наряду с ПДК существуют временные ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) и ориентировочные допустимые уровни (ОДУ). Обоснование временных нормативов проводится с использованием ускоренных экспериментальных и расчетных методов, с широким использованием компьютерных баз данных и информационно-прогнозирующих систем. В основу большинства расчетных методов положен общий принцип — выявление корреляционных зависимостей между установленными величинами гигиенических нормативов и различными физико-химическими и биологическими параметрами. Естественно, что расчетные методы не могут полностью заменить экспериментальное обоснование ПДК по полной программе, особенно для веществ, обладающих специфическими и отдаленными эффектами действия (аллергическим, мутагенным и т.д.).

В настоящее время накоплен достаточно большой материал по установлению ориентировочных гигиенических регламентов вредных веществ в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе и воде водоемов; ОБУВ и ОДУ устанавливается на период, предшествующий проектированию производства (для условий опытных и полужаводских установок).

Оперативность токсиколога-гигиенического заключения позволяет инженерам одновременно отказаться от внедрения высокотоксических и опасных химических веществ и сосредоточить усилия на поиске менее токсических и опасных. Все это в дальнейшем даст большой экономический эффект, поскольку избавит от необоснованных затрат на обеспечение безопасных условий труда с высокотоксическими и опасными продуктами, если могут быть найдены менее токсические и опасные, соответствующие техническим требованиям.

Срок действия устанавливаемого ОБУВ- 2-3 года. В дальнейшем этот срок может быть продлен, а при поступлении дополнительных материалов может быть рассмотрен вопрос о замене ОБУВ значением ПДК. С момента утверждения ПДК ранее установленный ОБУВ данного вещества утрачивает силу.

Гигиенические нормативы утверждаются Главным государственным санитарным врачом РФ по рекомендации Комиссии по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию при Минздраве России и входят в состав санитарно-гигиенических норм и правил, а также в некоторые ГОСТы.

Таким образом, цель гигиенического нормирования, в основе которого лежат принципы нормирования, — создание условий, обеспечивающих сохранение, укрепление и приумножение здоровья людей, без которого немислимо их благополучие. Следовательно, оно непосредственно выходит на конечную, целевую социально-биологическую ценность — здоровье человека и популяции.

Контрольные вопросы

1. Назовите главную цель, которую ставит перед собой гигиена.
2. Назовите разделы гигиены.
3. Перечислите названия основных оздоровительных мероприятий в отношении среды обитания человека, которые ведут к улучшению его здоровья.
4. Назовите направления воздействия загрязнения атмосферного воздуха на здоровье человека.
5. Назовите направления воздействия загрязнения воды на здоровье человека.
6. Назовите направления воздействия загрязнения почвы на здоровье человека.
7. Назовите направления воздействия загрязнения производственной среды на здоровье человека.
8. По каким признакам устанавливается зависимость изменения состояния здоровья человека из-за воздействия среды обитания?

ГЛАВА 4

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1. Физиология труда

Физиология труда - раздел таких медицинских дисциплин как нормальная физиология и гигиена труда, изучающий изменения функционального состояния организма человека под влиянием производственной деятельности и разрабатывающий физиологически обоснованные средства организации трудового процесса, способствующие предупреждению утомления и поддержанию высокого уровня работоспособности.

Исследования по физиологии труда проводятся в двух направлениях:

изучение общих физиологических закономерностей трудовых процессов;

изучение физиологических реакций организма при конкретных видах производственной деятельности.

Задачи физиологии труда охватывают широкий круг вопросов: изучение физиологических закономерностей при физических, нервно-психических нагрузках и при воздействии других вредных производственных факторов (шума, вибрации, микроклимата и др.); исследование физиологических механизмов, определяющих динамику работоспособности человека в современных производственных условиях;

разработку физиологических основ мероприятий в целях повышения работоспособности и снижения утомления.

Классификация основных видов (форм) организации трудовой деятельности. *Автоматизированный труд* подразделяется на комплексно-автоматизированный и собственно автоматизированный. Комплексная автоматизация труда — это такая высокая степень организации производства, при которой управление осуществляется с дистанционных щитов и пультов управления, располагающихся в изолированных помещениях или кабинах. Ее разновидностью является автономная комплексная автоматизация тру-

да, представленная разнообразными транспортными средствами. Основной вред в данном случае наносят нервно-психические перегрузки.

Автоматизированное производство — более низкая ступень, так как в ее организации хотя и имеет место управление с пультов и щитов, но они располагаются в цехе рядом с оборудованием. Поэтому к такому вредному производственному фактору как нервно-психические перегрузки прибавляются факторы, присущие конкретному производству: химические вещества, пыль, шум и пр.

В целом же автоматизированный труд имеет несомненное гигиеническое преимущество прежде всего в том, что в несколько раз сокращается численность работников во вредных условиях труда.

Механизация труда — это более низкая, но самая частая ступень организации производства, при которой полностью или частично рабочие операции выполняют машины и механизмы. Механизация труда подразделяется на комплексно-механизированный, собственно механизированный и механизированно-ручной труд.

Комплексно-механизированный труд представляет такую организацию производственного процесса, когда основные и вспомогательные технологические процессы выполняются машинами, механизмами и другими видами оборудования. На первый план из вредных производственных факторов выходят те, которые генерирует данное производство — шум, пыль и пр.

Механизированный труд отличается от предыдущего тем, что в нем имеет место неполная механизация. Поэтому при этой распространенной форме организации производства наблюдаются физические перегрузки в сочетании с воздействием других вредных производственных факторов.

Механизированно-ручной труд (весьма распространенный) тоже относится к труду с неполной механизацией, так как при выполнении работ широко используются механизированно-ручные пневмо- и электроинструменты. Эти вредные производственные факторы аналогичны физическим перегрузкам, но выражены в большей степени.

Ручной труд — это труд, который выполняется вручную с использованием исключительно мускульной силы человека и примитивных орудий труда (лопаты, лома и др.) без применения инструментов с приводом. Главным вредным производственным фактором при ручном труде являются физические перегрузки. Другие вредные производственные факторы воздействуют на работника достаточно интенсивно, так как он находится в эпицентре их выделения (генерации) — на расстоянии вытянутой руки. Исключением надо считать ручной труд при работе на конвейерах, при котором у трудящихся возможны нервно-психические перегрузки. На производстве указанные виды труда далеко не всегда встречаются в чистом виде, а чаще в различных соотношениях.

Некоторые понятия в физиологии труда. Эффективность трудовой деятельности человека в значительной степени зависит от следующих факторов: предмет и орудия труда, организация рабочего места, условия труда, технико-организационные мероприятия. Эффективность согласования указанных факторов с возможностями человека во многом зависит от наличия определенной работоспособности.

Работоспособность - величина функциональных возможностей организма, характеризующаяся количеством и качеством работы, выполняемой за определенное время. Уровень функциональных возможностей человека зависит от условий труда, состояния здоровья, возраста, степени тренированности, мотивации к труду и других факторов.

На уровень и динамику работоспособности существенно влияют специфические особенности каждой конкретной деятельности. Состояние работоспособности оценивается по физиологическим показателям функционального состояния центральной нервной системы, нервно-мышечного аппарата, сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем, обеспечивающих данную конкретную деятельность.

Изменения работоспособности в течение дневной рабочей смены имеют несколько фаз или сменяющих друг друга состояний человека (рис. 4.1).

Фаза вработывания или нарастающей работоспособности. В этот период постепенно повышается подвижность функционирования систем организма, ускоряется и увеличивается объем физиологи-

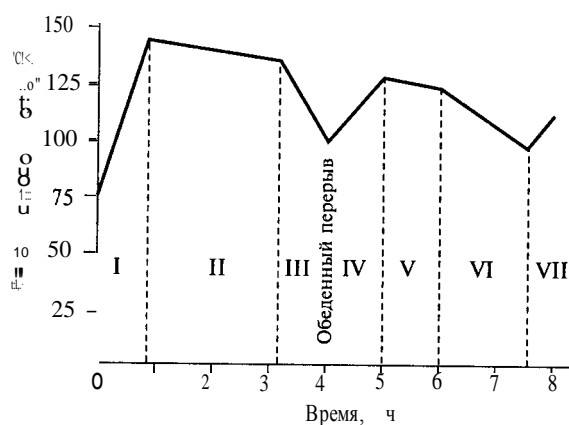


Рис. 4.1. Динамика работоспособности в течение рабочего дня:

I, IV - период вработываемости; II, V - период высокой работоспособности; III, VI - период снижения работоспособности; VII - конечный порыв

ческих процессов. Уровень работоспособности постепенно повышается по сравнению с исходным. Это выражается в улучшении физиологических показателей и результатов труда. В зависимости от характера труда и индивидуальных особенностей человека, этот период длится от нескольких минут до 1,5-2,5 ч.

Фаза высокой устойчивой работоспособности. Для нее характерно сочетание высоких трудовых показателей с относительной стабильностью или даже некоторым снижением напряженности физиологических функций. Ее продолжительность может быть 2-2,5 ч и более в зависимости от степени нервно-психических, физических нагрузок и в целом условий труда.

Фаза снижения работоспособности (утомление). Падение работоспособности сопровождается уменьшением функциональных возможностей основных работающих систем и органов человека. Наблюдаемое к обеденному перерыву падение работоспособности проявляется в ухудшении функций сердечно-сосудистой (изменение артериального давления, частоты пульса), нервной (увеличение времени протекания рефлексов, снижение внимания, появление лишних движений, ошибочных реакций, замедление скорости решения задач) и других систем.

Фаза восстановления работоспособности. Во время отдыха после первой половины рабочей смены она характеризуется увеличением жизненных функций организма.

Динамика работоспособности повторяется и после междусменного перерыва. При этом фаза вработывания протекает быстрее, а фаза устойчивой работоспособности по уровню ниже и менее длительная, чем до перерыва. Во второй половине смены снижение работоспособности наступает раньше и развивается быстрее в связи с наступлением более выраженного утомления. Перед самым концом работы наблюдается некоторое повышение работоспособности - так называемый конечный порыв перед наступлением отдыха.

Изменение работоспособности может быть и в течение недели, так как за выходные дни в известной мере угасают трудовые условные рефлексы. Отсюда и народное наблюдение - понедельник тяжелый день. Конец рабочей недели знаменуется накоплением утомления. Аналогично динамика изменения работоспособности, правда, не столь выраженная наблюдается и при годовом цикле работы.

Работоспособность меняется в течение жизни. Наивысшей она является у женщин в возрасте 20-38 лет, а у мужчин - 21-40 лет. Постепенное понижение работоспособности наблюдается у женщин, начиная примерно с возраста 48 лет, а у мужчин - с 51 года.

Рассмотренная динамика работоспособности весьма характерна. Встречающиеся отклонения от типичной классической кривой

работоспособности большей или меньшей выраженности свидетельствуют о наличии неблагоприятных внешних причин, на устранение которых должны быть направлены усилия. При этом главной задачей является продление фазы устойчивости работоспособности.

Оценка профессиональной работоспособности осуществляется обычно с помощью комплекса наиболее адекватных физиологических показателей с учетом вида трудовой деятельности, уровня рабочего напряжения, степени тренированности и индивидуальных особенностей организма. При этом чаще всего исследуются состояние сердечно-сосудистой, нервно-мышечной системы.

В то же время следует помнить, что о состоянии профессиональной работоспособности можно в некоторых случаях судить непосредственно по динамике утомления, показателями которого в процессе труда могут являться увеличение продолжительности и вариабельности выполнения производственных операций, рост числа ошибок, стихийно возникающих перерывов в работе (микрорезы) и т.д.

Нередко возникает и другая задача, когда необходимо характеризовать исходную способность того или иного контингента лиц (или отдельного лица) к выполнению мышечного компонента трудовых нагрузок. Для этого применяют определенные тесты. До недавнего времени наиболее распространенным среди клинико-физиологических тестов такого рода являлся показатель максимального потребления кислорода (МПК). Этот показатель основывается на оценке увеличения потребления кислорода при возрастании мышечной работы и характеризует способность к выполнению работы определенной мощности для данного лица.

При определении МПК в качестве нагрузки применяется бег на месте, степ-тест (подъемы на ступеньку) или работа на велоэргометре.

Величина МПК у испытуемого устанавливается с помощью соответствующего графика (или номограммы) по увеличению частоты сердечных сокращений в ответ на увеличение нагрузки (обычно до 170 в 1 мин).

Последнее время для определения общей физической работоспособности при современных видах труда, связанных, в частности, с гипокинезией, стали использовать показатель способности к выполнению внешней механической работы PWC_{170} (*Physical working capacity*). Значение этого показателя определяют, сопоставляя частоту сердечных сокращений при выполнении испытуемым двух разных нагрузок не максимальной мощности (обычно на велоэргометре), с помощью формулы

$$PWC_{170} = W_1 + (W_2 - W_1) \frac{170 - F_1}{F_2 - F_1},$$

где PWC_{170} – экстраполируемая мощность работы, Вт; W_1 и W_2 – мощности заданных нагрузок, Вт; F_1 и F_2 – частота сердечных сокращений при взятых нагрузках.

Для возможности сопоставления полученную величину PWC_{170} следует разделить на массу тела обследуемого, т. е. определить способность испытуемого развивать определенную удельную мощность внешней работы, Вт/кг. В качестве ориентиров при оценке величины PWC_{170} можно использовать данные для здоровых людей, которые составляют у мужчин в среднем 168 Вт; у женщин – в среднем 105 Вт. У спортсменов этот показатель в зависимости от специализации колеблется от 163 до 327 Вт.

Условный рефлекс – изменение функций организма в ответ на внешние условия. Они обладают важным свойством, а именно: работающий человек с закрепленными условными рефлексами чрезвычайно экономно расходует жизненные силы организма при выполнении работы. Условный рефлекс обозначается еще как временный и постепенно угасает без подкрепления, т. е. повторения какой-либо работы.

Примерам выработки и закрепления условного рефлекса может быть обучение работника. После его обучения правилам охраны труда ученику дают в руки молоток, и он должен забить гвоздь. Расчленение этой операции на то, как держать молоток, затем гвоздь, как ударить одним по другому – все эти навыки в виде конкретных условных рефлексов достигаются при повторении названных операций. Условные рефлексы вырабатываются и закрепляются в коре головного мозга, иначе говоря при активном функционировании центральной нервной системы.

Для трудовой деятельности человека характерно многократное повторение в определенной последовательности различного рода операций, которые складываются из отдельных условных рефлексов в определенную функциональную систему работы коры головного мозга, названную динамическим стереотипом.

Динамический стереотип – устойчивая сложенная система рефлексов, которая образуется в результате многократного повторения условных рефлексов в определенной последовательности и через определенные промежутки времени. В дальнейшем ответ организма определяется не воздействующим раздражителем, а возникающим на его месте условным раздражителем. Механизм динамического стереотипа заключается в формировании в мозге повторяющихся нервных процессов, отражающих пространственные, временные и порядковые особенности воздействия на организм внешних и внутренних раздражителей. Таким образом, нервные процессы программируют предстоящую деятельность мозга, чем обеспечивается точность и своевременность реакции организма на привычные раздражители производственной обстановки. Изменение условий труда приводит к ломке динамического стерео-

типа и замене его новым. Его переделка создает реакцию напряжения, тем большую, чем сложнее переделка и длительнее существование стереотипа. Скорость переделки стереотипа зависит также от возраста, функционального состояния центральной нервной системы, типа высшей нервной деятельности человека.

Динамический стереотип как совокупность условных рефлексов включает в себя, помимо двигательных, и вегетативные компоненты, создающие единую систему жизнеобеспечения при осуществлении рабочих движений. В трудовой деятельности динамический стереотип вырабатывается в ходе обучения рабочего при-ебодетвенным операциям. После многократного повторения приемов работы и их усвоения переход от одного элемента рабочей операции к другому происходит без переключения внимания и мышления на выполнение каждого элемента. По мере закрепления динамического стереотипа возникает автоматизм в действиях работников и значительная экономия энергетической мощности организма.

Утомление — это физиологический, а не патологический процесс, который характеризуется снижением функциональных возможностей организма. Оно наступает вследствие выполнения работы, которая сопровождается значительными физическими и нервно-психическими нагрузками. Итогом утомления могут стать снижение работоспособности, ухудшение количества и качества выполняемой работы, нарушение координации движений, уменьшение памяти и пр. Субъективно это состояние называется усталостью. Механизм развития утомления от разных причин в принципе одинаков как из-за тяжести, так и из-за напряженности труда. В его основе лежит наступление торможения деятельности коры головного мозга. Этот процесс справедливо рассматривается как охранительная функция организма, выработанная в процессе эволюции живого организма.

Физически е нагрузки (тяжесть трудового процесса). Различают статическую и динамическую работу.

Статическая работа — процесс сокращения мышц, необходимый для поддержания тела или его частей в пространстве. В процессе труда она связана с фиксацией орудий и предметов труда в неподвижном состоянии, а также с приданием человеку рабочей позы. Статическая работа может быть выполнена одной рукой или двумя руками, с участием корпуса и ног, может выполняться в неудобной позе — с наклоном корпуса, лежа, на корточках и т. д.

При статическом усилии с точки зрения физики внешняя механическая работа отсутствует, однако в физиологическом смысле при статических усилиях работа налицо. Она характеризуется теми активными физиологическими процессами, которые протекают в нервно-мышечном аппарате и центральной нервной системе и обеспечивают поддержание напряженного состояния

систем и органов человека. При статической работе повышается обмен веществ, увеличивается расход энергии, хотя и в меньшей степени, чем при динамической работе. Статическая работа более утомительна, чем динамическая, поскольку напряжение мышц длится непрерывно без пауз, не допуская их отдыха. Помимо этого, при статической работе кровообращение в работающих мышцах затруднено, происходит уменьшение в них объемного кровотока, уменьшение поступления кислорода и накопление большого количества молочной кислоты — биохимического признака утомления, пропорционально величине статического напряжения.

При длительном поддержании статического напряжения утомление мышц, сочетаясь с недостаточным кровоснабжением, может привести к развитию различных заболеваний.

Динамическая работа представляет собой наиболее распространенный вид двигательной активности человека в процессе труда. При этом различные части двигательного аппарата могут принимать весьма различное участие в выполнении работы, и сама двигательная работа всегда в какой-то степени сочетается со статической. Сила мышц человека достаточно большая. Например, при сгибании локтя она составляет до 40 кг, мышц рук — до 250 кг, а ахиллесово сухожилие на ноге выдерживает груз до 500 кг. Образно говоря, организм человека это не силовая, а скоростная машина. Поэтому человек быстрее и с большим качеством выполняет краткую силовую работу и хуже, с более частым утомлением, длительную систематическую работу. Мышечная сила, измеренная в килограммах, различна у женщин и мужчин. У первых она ниже на 20-30 %, что требует разных предельно допустимых величин физических нагрузок для лиц разного пола. Мышечная сила меняется в течение жизни и начинает снижаться у лиц в возрасте 40 лет. У мужчин к 60 годам она снижается примерно на 80-85%, а у женщин к 55 годам составляет половинную величину силы мужчин того же возраста. Тренировка увеличивает мышечную силу на одну треть.

Мышечная выносливость — способность длительное время выполнять заданную работу, также меняется в течение времени. Ее снижение более чем на 20 % указывает на развитие выраженного утомления.

Динамическая и статическая работа подразделяются на общую, региональную и локальную.

Общая мышечная работа выполняется более чем двумя-тремя массами скелетной мускулатуры, в том числе ног и туловища. Такая работа характерна для тех видов профессиональной деятельности, где полностью или в значительной степени отсутствует механизация — некоторые виды сельскохозяйственных работ, труд грузчиков и др.

Региональная мышечная работа выполняется преимущественно мускулатурой плечевого пояса и верхних конечностей. В ней участвуют от одной до двух третей массы скелетной мускулатуры. Примерам могут служить работа станочника, слесаря и другие виды деятельности, выполняемые обычно стоя.

Локальная мышечная работа требует участия верхних конечностей и менее одной трети скелетных мышц. В качестве примера назовем такие виды деятельности как различные виды соблюдательных работ. Все три вида мышечной деятельности могут быть легкими, средней тяжести и тяжелыми.

Нервно-психические нагрузки (напряженность трудового процесса) - под ними подразумеваются различные виды трудовой деятельности, которые сопровождаются напряжением функций прежде всего центральной нервной системы. Ранее такой труд назывался умственным, сейчас это определение следует считать устаревшим.

В понятие напряженности труда, вследствие его сложности, входят следующие разновидности. Прежде всего это интеллектуальные нагрузки, которые могут быть различными из-за содержания и характера выполняемой работы, восприятия сигналов (информации), сложности задания. Такие нагрузки имеют, например, профессии управленческого и творческого труда. Сенсорные нагрузки включают длительность сосредоточенного наблюдения, плотность сигналов, число и размеры объектов одновременного наблюдения, включая оптические приборы, видеотерминалы, нагрузку на орган слуха и голосовой аппарат. Примерам профессий могут быть операторы, преподаватели. В качестве эмоциональных нагрузок могут быть степени ответственности за работу, собственную жизнь и безопасность других лиц. Самый наглядный пример профессии — водитель транспортных средств. Монотонность нагрузки оценивается по числу повторяющихся элементов заданий, временем активных и пассивных действий. В качестве примера можно привести работающих на конвейере. Наконец, при напряженном труде учитывается режим работы — длительность рабочего дня, сменность, наличие перерывов и их продолжительность. Это работа с неармированным рабочим днем, работа в разные рабочие смены.

Указанные разновидности нервно-психических нагрузок достаточно часто встречаются одновременно. Под влиянием работы с нервно-психической составляющей состояние функций организма претерпевает фазовые изменения. В начале работы улучшаются память, внимание, запоминание, скорость выполнения «тестовых задач» и профессиональная работоспособность. Длительная нервно-психическая нагрузка оказывает угнетающее влияние на деятельность организма и особенно на функцию центральной нервной системы: ухудшаются внимание (объем, концентрация, переключе-

ние), память (кратковременная и долговременная), восприятие (появляется большое количество ошибок).

Нервно-психические нагрузки приводят к усилению сердечно-сосудистой деятельности, системы дыхания, энергетического обмена; повышению тонуса мускулатуры, а при перегрузках возможно возникновение различных заболеваний. При экстремальных нервно-психических перегрузках может быть развитие особого состояния, называемого стрессом. При стрессе наблюдается общий адаптационный синдром или совокупность изменений, возникающих в организме при воздействии стресса.

В развитии общего адаптационного синдрома различают три последовательные стадии. Первая - стадия тревоги, во время которой происходит мобилизация защитных сил организма. Вторая стадия характеризуется восстановлением нарушенного равновесия, когда организм становится более устойчив в ответ на воздействие чрезвычайных внешних ситуаций и внутриорганизменных болезненных состояний. При невозможности организма преодолеть влияние негативных моментов наступает третья стадия — истощение. Самым тяжелым проявлением адаптационного синдрома является шок (по-английски - удар) или острое состояние, сопровождающееся резкой слабостью, бронхоспазмом, возбуждением, а потом угнетением, снижением артериального давления, а в особо тяжелых случаях — бессознательным состоянием.

Различают также местный адаптационный синдром, который развивается в виде воспаления. В принципе, адаптационный синдром следует оценивать как реакцию организма на стресс, в целом способствующую выздоровлению. Однако выход из стрессовых состояний человека должен быть под наблюдением лечащего врача во избежание ухудшения состояния здоровья пострадавшего.

Необходимо учитывать и тот факт, что при нервно-психических перегрузках организм человека склонен к инерции, к продолжению деятельности центральной нервной системы в заданном направлении. После ее окончания «рабочая доминанта» полностью не угасает, обуславливая более длительное утомление и даже истощение организма под влиянием нервно-психических перегрузок, больше чем при физических перегрузках.

Физиологические обоснования мер по снижению утомления и повышению работоспособности. В работу следует «Входить» постепенно. Это обеспечивает последовательное включение физиологических механизмов, определяющих высокий уровень работоспособности. Необходимо соблюдать определенный ритм работы, что способствует выработке навыков и замедляет развитие утомления. Следует придерживаться последовательности и систематичности в работе, что обеспечивает длительное сохранение рабочего динамического стереотипа. Правильное чередование описанных выше видов труда с отдыхом уменьшает степень утомле-

ния, повышает работоспособность. Высокая работоспособность сохраняется при систематических упражнениях и тренировке.

Кроме того, должны быть соблюдены требования эргономики и дизайна (оптимизация размеров и массы инструмента, рабочих движений, количества информативных сигналов и другие требования к рационализации рабочего места - удобства стула, стола, пульта и шита управления, окраски рабочего помещения, выбор оптимального ритма работы, соответствующей освещенности и т. д.).

Что касается режима работы, то наилучшей сменой для поддержания работоспособности на необходимом уровне является дневная смена с началом рабочего дня не ранее 7 ч. В любой смене обязательно необходимы перерывы для отдыха и приема пищи в середине смены длительностью не менее получаса, а также перерывы на 10-15 мин примерно за час в конце первой и второй половины смены для производственной гимнастики. Работа в ночную смену для поддержания работоспособности требует особого режима сна, отдыха и приема пищи. Целесообразнее время для сна делить на две части (дробный сон) — 4-5 ч после работы в ночную смену и 3-4 ч перед ее началом. Периодичность перехода трудящихся для работы из одной смены в другую должна быть не короче и не длиннее недели. При работах без нервно-психических перегрузок увеличивает работоспособность использование функциональной музыки (перед началом, в середине и в конце каждой смены). Снижает утомление отдых в специальных комнатах психологической разгрузки. Отдых после рабочей недели в течение двух дней подряд более продуктивен, чем, например, в воскресенье и четверг. Наконец, совершенно необходимо поддержание благоприятных условий труда, при которых физиологические процессы в организме протекают наиболее эффективно.

4.2. Психология труда

Психология труда - отрасль такой дисциплины как психология, изучающая особенности психической деятельности и личности человека в процессе труда.

В психологии труда можно выделить следующие основные направления:

организация трудового процесса (вопросы рационализации труда, его нормирования, борьбы с утомлением, монотонностью, организации отдыха и т. д. в психологическом плане);

психология профессионального отбора и обучения, которая объединяет проблемы изучения и формирования трудовых навыков;

изучение психологических особенностей труда человека при взаимодействии его с техническими средствами в процессе про-

изводительной и управленческой деятельности и обоснование требований, предъявляемых к конструкции машин и приборов с учетом психических свойств человека (инженерная психология).

Методы психологии труда. В психологии труда наиболее распространены следующие методы.

Метод опроса (анкетирование, устная беседа, интервью).

Наблюдение за ходом рабочего процесса и поведением рабочего в целях выявления соответствия действий, приемов, движений работающего производственным задачам и результатам труда.

Экспериментальные методы, направленные на оценку состояния человека в процессе труда: а) лабораторный эксперимент - моделирование производственной деятельности в лаборатории; б) производственный эксперимент.

Метод психофизиологических тестов для исследования особенностей психических процессов, имеющих значение в производственной деятельности (памяти, внимания, мышления и др.).

Методы оценки личностных особенностей. Большое значение в психологических исследованиях имеет проведение беседы с целью выяснить отношение к труду, переживания работника, его отношение к условиям труда и т. д. Широко используется способ заочной беседы с помощью анкет. Целью наблюдения как метода психологии труда является выявление профессионально значимых особенностей различных психических процессов путем изучения и сопоставления внешних проявлений деятельности человека: мимики, речи, позы, результатов его труда и т. д. Результаты фиксируются в протоколах наблюдения, дополняются рядом способов объективной регистрации — фотографирование, киносъемка, хронометраж и т. д.

Лабораторный эксперимент чаще всего строится по принципу моделирования той деятельности, которая исследуется (пульт управления, кабина водителя и т. д.). Наиболее полным методом психологии труда является естественный или производственный эксперимент, проводимый непосредственно в цехе во время работы на станке, локомотиве, в полете, т. е. в конкретной производственной обстановке.

Метод психофизиологических тестов используется для исследования особенностей личности — памяти, внимания, мышления и т. д. В настоящее время предложено большое количество таких тестов, в основе которых лежит принцип функциональных нагрузок, предъявляющих требования к тому или иному психическому процессу или его качеству, оценка различных проявлений свойств и отношений личности, лежащих в основе профессиональной Успешности (по личностным опросникам или по характеристикам лиц, хорошо знающих данного работника по совместной работе).

Психологические подходы к изучению профессии. Изучение и выявление требований, предъявляемых профессией к психике че-

ловека состоит в составлении психаграмм как основной части профессиограмм. Таким образом осуществляется раскрытие психологической сущности и проводится психологическое описание каждого определенного вида трудовой деятельности - психологический анализ профессии. Содержание и объем психаграмм различен в зависимости от цели проведения исследования (рационализация режима труда, профессиональный отбор, профессиональная ориентация, производственное обучение).

При составлении психаграмм для оптимизации условий труда анализируются источники информации, которую получает оператор, способы ее обработки, последовательность действий и т. д. При инженерно-психологическом изучении профессии описывается система человек- профессиональная среда с ее компонентами: предмет, орудия труда, профессиональные задачи.

В условиях трудовой деятельности для характеристики особенностей психических процессов с помощью специальных тестов (в основе которых лежит принцип функциональных нагрузок) изучают внимание, эмоции, память и другие психические свойства личности. Все виды трудовой деятельности в большей или меньшей мере предъявляют требования к вниманию.

Внимание — направленность психической деятельности и сознания человека на избирательное восприятие определенных предметов и явлений. Среди различных качеств внимания наиболее профессионально значимыми являются такие качества, как активность, широта, переключение, интенсивность и избирательность. Внимание не остается постоянным в процессе труда, оно изменяется в течение дня и в процессе трудового обучения.

Для психологии труда важным вопросом является изыскание путей целенаправленного активного формирования необходимых качеств внимания. Изучение качеств внимания во время трудовой деятельности дает возможность разрабатывать мероприятия по организации режима труда рабочих и эффективных методов производственного обучения.

При исследовании рабочих движений также применяются психофизиологические методы. Основную роль в трудовом процессе играют сенсорные движения. На рабочем месте различают сенсорное поле, т. е. часть рабочего места, которое, воздействуя на анализаторы, является источником профессионально значимой информации, и моторное поле — часть рабочего места, в пределах которого осуществляются трудовые движения. Время сенсорной реакции меняется в зависимости от утомления, эмоциональной настройки, наличия других раздражителей и т. д.

Знание закономерностей временной характеристики сенсорных реакций имеет большое значение при конструировании систем управления современным автоматизированным производством. Время переработки информации не должно превышать зна-

чения T , которое складывается из времени, требуемого оператору на восприятие информации (t_1), времени решения задачи (t_2), и, наконец, времени двигательной реакции (t_3). Создание такой схемы рабочих движений даст возможность психологу труда разрабатывать конкретные рекомендации по формированию рабочих алгоритмов трудовых процессов на современных пультах управления.

Отношение человека к труду проявляется не только в действиях, но и в виде эмоций и чувств.

Эмоции — это реакция человека на предметы и явления внешнего мира (производственной среды), с которыми человек связан. Характеризуя эмоции, обусловленные трудовым процессом, следует подчеркнуть, что эмоции не просто чувства и переживания человека, его внутренний мир, а состояния, оказывающие влияние на работоспособность, и, следовательно, на производительность труда, способность обеспечивать нормальный режим работы оборудования, наблюдение за пультами управления. Эмоции оказывают существенное влияние на состояние здоровья работающего.

В психологии труда необходимо различать чувства, общие для всех видов трудовой деятельности (радость труда, любовь к труду, удовлетворенность), и специфические эмоции, вызываемые конкретными условиями определенной трудовой деятельности (эмоции, связанные с организацией трудового процесса, конкретными производственными условиями, отношениями в данном коллективе и т. д.).

Среди отрицательных эмоций, свойственных современному производству, отмечаются эмоции «Напряженности» и эмоции «растерянности». Эмоции «Напряженности» возникают в результате чрезмерной плотности сигналов, неравномерности и отсутствия ритма в работе, большой ответственности, возможности аварийных ситуаций, недостаточной профессиональной подготовленности рабочего и т. д. Напряженность проявляется в нарушении движений, скованности позы, неадекватно сильных и быстрых двигательных движениях, большом количестве лишних движений, нарушении координации движений и т. д. Происходит нарушение психических процессов — суженность объема внимания, недостаточное распределение и переключение его, замедленность в принятии решения и нарушение способности оценки ситуаций и т. д. Очень близко к «Напряженности» стоит эмоция «растерянности», при которой нарушается в первую очередь функция внимания и мышления.

При производственном обучении и организации трудовых процессов, предъявляющих требования к запоминанию, особое значение имеет знание основных закономерностей процесса памяти.

Память — способность удерживать и воспроизводить бывшие ранее события. Составные элементы процесса памяти — запоминание, сохранение и восприятие. Объем запоминания материала

возрастает при наличии логических и смысловых альтернативных связей между его отдельными частями. Различают два основных типа сохранения материала в памяти - кратковременная и долговременная память.

Профессиональный отбор. Оценка профессиональной пригодности человека, направленных на охрану физического и психического здоровья работников. Целью проверки профессиональной пригодности независимо от того, проводится она для профессионального отбора или профессиональной ориентации, является установление необходимых условий обеспечения наилучшей защиты работника при минимуме нагрузки на его организм. Понятие пригодности отражает взаимодействие двух факторов: с одной стороны, требований и нагрузок, связанных с выполнением работы, и, с другой, индивидуальных возможностей человека, которому предстоит ее выполнять.

и непостоянное даже применительно к тому же человеку. Например, она может быть установлена в отношении лишь одной фазы взаимодействия работы и здоровья работника, которое, в свою очередь, в высокой степени подвержено различным изменениям. Следовательно, оценка пригодности постоянно может изменяться и в каждом случае является компромиссом по отношению к конкретному отрезку времени.

При установлении любой зависимости увязываемые факторы должны быть сопоставимы: рабочие нагрузки необходимо рассматривать с психофизиологической точки зрения, а умственные и физические способности человека необходимо оценивать с функциональных позиций, используя однородные критерии. Следует отметить, что не существует понятия пригодность к работе вообще, можно говорить о пригодности к конкретной профессии или виду работ.

Физическая работоспособность человека определяется с помощью специальных тестов (функциональные легочные и нервно-мышечные тесты, электрокардиография и др.). Однако эти тесты не всегда дают четкое и ясное представление о работоспособности обследуемого. Более того, результаты тестов подобного рода ничего не говорят о том, как поведет себя испытуемый в реальных условиях регулярной нормированной работы на протяжении многих месяцев подряд.

При решении вопросов трудовой экспертизы (профориентации, профконсультации, профотбора) большое значение приобретают исследования личности трудящегося человека, ибо его способность выполнять определенную трудовую деятельность определяется психологическими особенностями его личности. Цель профотбора - расставить людей в производстве с учетом их ин-

Профессиональные показатели важных свойств и качеств личности

Группа и вид показателей	Тест
I. Физические	Затраты мышечной энергии. Выносливость к физическим усилиям. Динамическая и статическая нагрузки. Выносливость к климатическим изменениям. Сила рук
II. Психосенсорные	Острота и точность зрения, слуха, тактильных и кинестетических ощущений. Чувствительность к различию ощущений. Восприятие предметов в статическом положении и движении. Восприятие пространства и времени
III. Психомоторные	Темп движения. Скорость двигательной реакции. Ритм. Координация движений. Устойчивость движений. Точность движений
IV. Интеллектуальная сфера	Особенность внимания. Наблюдательность. Зрительная, слуховая и двигательная память. Воображение. Особенности мышления. Понимание технических устройств и существующих технических процессов
V. Темперамент и характер	Тип высшей нервной деятельности. Эмоционально-волевые качества. Целеустремленность. Настойчивость. Старательность. Инициативность. Активность. Организованность
VI. Социально-психологические	Способность к сотрудничеству. Чувство товарищества и коллективизма. Отношение к труду

дивидуальных психофизиологических особенностей, склонностей и способностей.

В основу оценки личности и ее особенностей положены направленность личности; опыт, т. е. уровень знаний, навыков, умений и степень профессионального обучения; индивидуальные особенно-

сти отдельных психических функций; типологические черты нервной системы, проявляющиеся в темпераменте.

Для изучения данных качеств используют анкетный, аппаратный и тестовый методы. Анкетный метод заключается в том, что с помощью определенных образом сформулированных и сгруппированных вопросов получают информацию о психических и социальных интересах и некоторых свойствах человека.

Аппаратный метод состоит в том, что отдельные психофизиологические факторы выявляют и оценивают с помощью специально сконструированных приборов и аппаратуры, часто имитирующих тот или иной трудовой процесс. Они служат для определения наличия у испытуемого качеств, важных для данной работы, а также как тренажеры при обучении соответствующей профессии. Тестовый метод располагает наборами тестов, предлагаемых испытуемому, в процессе решения которых выявляются те или иные психофизиологические свойства.

Профпригодность оценивают на основании профессиограмм, которые составляют на соответствующие профессии при экспериментальном изучении трудового процесса. В них объективные особенности трудового процесса - технические, технологические, организационные - находят выражение в физиологических, психических и социально-психологических показателях (табл. 4.1).

Полученная информация позволяет делать вывод о соответствии индивидуума должному профессионально-квалификационному уровню. Однако следует помнить, что единственным достоверным критерием истины всегда является проверка в реальных производственных условиях, поэтому на некоторых предприятиях введен испытательный срок. Только на основе наблюдения за поведением человека в производственной среде можно сделать действительное заключение о профессиональной пригодности.

Контрольные вопросы

1. Что такое условный рефлекс?
2. Что такое динамический стереотип?
3. Назовите виды трудовой деятельности.
4. Что такое физиология труда?
5. Каковы физиологически обоснованные меры по снижению утомления и повышению работоспособности?
6. Дайте определение понятию «утомление».
7. Дайте определение понятию «работоспособность».
8. Как меняется работоспособность человека?

ГЛАВА 5

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

5.1. Физические факторы

Окружающая среда (среда обитания), в принципе, оказывает на человека одинаковое воздействие, независимо от того, кто это — ребенок, подросток, взрослый, старик, женщина, мужчина, работник или пенсионер. Ее составные части в некоторых случаях идентичны, хотя и могут быть различия. Так, природно-климатические и погодные условия среды одинаковы в данной местности (городе, селе) для всех. Но условия среды проживания, работы, отдыха могут иметь отличия в количестве и интенсивности конкретных средовых факторов, например, для работников производственной среды, отдыхающих в домах отдыха и проживающих в данном городском квартале.

Каждый из факторов среды по-своему влияет на здоровье человека, стимулируя его жизнедеятельность, а в критических случаях, оказывая неблагоприятное воздействие на его здоровье и даже создавая угрозу жизни. Как правило, факторы среды обитания влияют на человека не в единственном числе, а совместно, причем их конечный результат может выражаться как в усилении, так и ослаблении (взаимном гашении) эффекта воздействия.

Учитывая сказанное, медико-биологическая характеристика каждого из факторов окружающей среды и его влияния на человека анализируется с учетом его жизнедеятельности и на работе и в домашних условиях и на отдыхе.

В основу изложения материала положена классификация опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ), влияющих на человека, в которой можно выделить четыре основные группы: физические, химические, биологические и психофизиологические факторы (табл. 5.1).

Конкретные производственные условия характеризуются совокупностью негативных факторов, а также различаются по уровням вредных и опасных факторов и риску проявления их действия. Это

Таблица 5.1

Классификация вредных и опасных производственных факторов

Факторы среды и трудовой деятельности	Производство, работа, оборудование в качестве источников
<i>Физические факторы</i>	
Метеорологические факторы: повышенные или пониженные температура, влажность, подвижность воздуха	Металлургические заводы, строительные, сельскохозяйственные работы на открытом воздухе (нефте- и газодобыча)
Повышенное или пониженное атмосферное давление	Строительство мостов, тоннелей в кессонах авиатранспорт
Виброакустические факторы: повышенный уровень шума, вибрации ультразвука и инфразвука	Работы с ручным механизированным инструментом, труд водителей
Неионизирующие излучения: повышенный уровень инфракрасного излучения	Металлургические заводы, производство стекла
Повышенный уровень УФ-излучения	Сварочные работы, электроплавка металла
Повышенный уровень лазерного излучения	Производство и применение лазерной техники
Повышенные уровни электромагнитных излучений, напряженности электрического и магнитных полей	Производство и применение генераторов, радиолокация
Повышенный уровень статического электричества	Производство искусственной кожи, тканей, бумаги
Недостаточная освещенность или нерациональное освещение рабочей зоны: отсутствие или недостаток естественного света, недостаточная искусственная освещенность, повышенная яркость, пониженная контрастность, повышенная пульсация светового потока	Шахты, приборостроительные, машиностроительные заводы, ткацкие работы, работы в бесфонарных и безоконных зданиях
Ионизирующее излучение (повышенный уровень)	Атомные электростанции, гамма- и рентгенодефектоскопия, медицина
<i>Химические факторы</i>	
Газы, пары, жидкости, аэрозоли, оказывающие общетоксическое, раздражающее, sensibiliziruyushее, канцерогенное, мутагенное, <small>ТВЕРДЫЕ ВещЕСТВА</small> действия	Химические заводы, литейные, гальванические производства; малярные, сельскохозяйственные работы
Повышенная запыленность воздуха	Рудники, шахты, машиностроительные заводы, производство строительных материалов

Окончание табл. 5.1

Факторы среды и трудовой деятельности	Производство, работа, оборудование в качестве источников
<i>Биологические факторы</i>	
икроорганизмы, глисты, грибы	Животноводство, птицеводство, растениеводство
Витамины, гормоны, антибиотики, вещества белковой природы	Фармацевтические заводы, производство пищевых продуктов и искусственных кормов
<i>Психофизиологические факторы</i>	
Физические (статические и динамические) перегрузки аппарата движения, подъем и перемещение тяжестей, вынужденное положение, частые наклоны тела; гиподинамия	Погрузочно-разгрузочные, ремонтные работы; труд шахтеров, горняков, работников сельского хозяйства, строителей; труд административных работников
Нервно-психические перегрузки: интеллектуальные, эмоциональные, сенсорные (перенапряжение анализаторов), монотонность труда, сложный режим работы, высокая ответственность и риск	Работа операторов, диспетчеров, водителей, врачей, учителей, артистов, ученых, политиков
<i>Опасность производственных травм</i>	
Наличие движущихся машин и механизмов, едких растворов щелочей и кислот, опасного уровня напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	Машины, механизмы, инструменты, оборудование, транспортные средства

могут быть профессиональные, производственно обусловленные заболевания, травмы.

Производственно обусловленная заболеваемость — это такая заболеваемость общими заболеваниями (дыхательной, сердечно-сосудистой, желудочно-кишечной и других систем и органов), причиной которых являются длительные воздействия вредных производственных факторов. Она регистрируется у работников с большим стажем работы в неблагоприятных условиях труда и может увеличиваться по мере работы в данных условиях, превышая показатели заболеваемости у работников, занятых трудовой деятельностью в благоприятных условиях труда, примерно на 30 %.

Производственно обусловленная заболеваемость может быть определена по трем, как минимум, показателям: а) по уровню заболеваемости с временной утратой трудоспособности (по численности случаев и дней нетрудоспособности на 100 работников) и по средней длительности одного случая в днях; б) по данным

углубленных медицинских осмотров работников, например, по численности имеющих и не имеющих различные заболевания; в) по данным обращаемости работников за медицинской помощью без выдачи листка временной нетрудоспособности.

Если показатели производственно обусловленной заболеваемости основных работников превышают такие показатели в группе сравнения на одну треть, показатели производственной заболеваемости следует считать достоверно повышенными. При превышении показателей более чем на 50 % у сравниваемой группы с контрольной степень воздействия на здоровье работников вредными производственными факторами, выраженной в производственно обусловленной заболеваемости, считается высокой.

Профессиональные заболевания (отравления) — это такие заболевания, причинами которых являются вредные и опасные производственные факторы — физические, химические, психофизиологические и биологические. Те профессиональные заболевания, которые возникают после однократного контакта или в течение одной рабочей смены с опасными и вредными факторами, называются острыми, а возникающими после длительного контакта с ними — хроническими. Список профессиональных заболеваний приведен в прил. 2.

Лечебно-профилактические учреждения (поликлиники, диспансеры, медико-санитарные части и др.) имеют право у работника предварительный диагноз — подозрение на профессиональное заболевание. Это производится только на основании клинической картины заболевания, полученной в лечебно-профилактическом учреждении и санитарно-гигиенической характеристики условий труда, выданной местным органом санитарно-эпидемиологического надзора. Окончательный диагноз устанавливает специализированное по профессиональной патологии лечебно-профилактическое учреждение — центр профпатологии, клиника, отдел, кафедра профессиональных заболеваний. Если работник с профессиональным заболеванием по медицинским показаниям нуждается в переводе на профессиональную инвалидность, он проходит медико-санитарную экспертизу. В дальнейшем такие больные нуждаются в социальной реабилитации.

В нашей стране в настоящее время в начале года диагностируется 10000-12000 случаев профессиональных заболеваний, что составляет 1,5-2% на 10000 работников. Вследствие недостатков исследования медицинского и социального характера численность больных с профессиональными заболеваниями занижена, фактически она в несколько раз больше, причем около 90-95% приходится на хронические и 5-10% — на острые профессиональные заболевания. Самые частые профессиональные заболевания: пневмокониозы, заболевания опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы, вибрационная болезнь, сенсонев-

ральная тугоухость. Из профессиональных отравлений (интоксикации) преобладают отравления свинцом, ртутью, марганцем, оксидом углерода (угарным газом), хромом.

Ущерб здоровью, нанесенный работнику профессиональным заболеванием, выплачивается фондом социального страхования страны, куда работник специально вносит соответствующие денежные суммы.

5.1.1. Метеорологические условия (микроклимат)

Под ними подразумевается совокупность факторов атмосферных явлений: температуры, влажности, подвижности воздуха, атмосферного давления. Сюда же можно отнести инфракрасное излучение (тепло), ультрафиолетовое (солнечное) излучение, геомагнитное поле, ионизацию воздуха. В гигиеническом отношении метеорологические условия представляют собой комплекс физических факторов окружающей среды, влияющих на теплообмен организма и его тепловое состояние.

Метеорологические условия в основном определяются климатом и погодой. Под климатом подразумевается устоявшееся многолетнее состояние погоды, характерное для данной местности, обусловленное ее географическим расположением. Климат может быть холодным, умеренным и жарким. Погода — это временное состояние метеорологических условий, которое определяется в данной местности и в данном месте. Погода может быть солнечной, дождливой, сухой, пасмурной и пр.

Гигиеническое значение климата. Климат, являясь важнейшим компонентом окружающей природной среды, влияет на характер хозяйственной деятельности человека, его быт, условия жизни, здоровье, структуру и уровень заболеваемости. От климата зависит распространение различных возбудителей и их переносчиков, с чем связано географическое распространение многих болезней. Поэтому климатические условия учитываются при гигиенических рекомендациях по гражданскому (жилые здания, больницы, санатории и др.) и промышленному строительству, обеспечению рационального питания, одежды, обуви, режима труда и быта, предупреждению возникновения и обострения различных заболеваний.

Важнейшими климатообразующими факторами в той или иной местности являются географическая широта, высота над уровнем моря, рельеф и тип земной поверхности, особенности циркуляции воздушных масс, близость к морям и океанам. За последнее время известное влияние на климатические условия оказывает многообразная производственная деятельность человека.

Показатели, характеризующие климат, отражают долгосрочные процессы, поэтому они являются средними статистическими данными, характеризующими температуру, влажность воздуха, коли-

чество выпадающих осадков, атмосферное давление, розу ветров и их скорость, количество солнечного излучения, ясных и пасмурных дней, световой климат, длительность зимы, глубину промерзания почвы в течение многолетнего периода. В зависимости от основных климатологических показателей и с учетом географического положения местности на земном шаре различают семь основных климатических поясов.

Существует несколько видов классификаций климата. Для строительных работ удобно классифицировать территорию страны по признаку средних температур января и июля, выделив четыре климатических района: I — холодный, II — умеренный, III — теплый, IV — жаркий. Эта классификация учитывается при решении вопросов планировки и застройки населенных мест, ориентации зданий, толщины стен, расчета отопления, величины оконных проемов, глубины залегания водопроводных труб, озеленения и т.д.

В медицинской практике используется деление климата на щадящий и раздражающий. Щадящим принято считать теплый климат с малыми амплитудами температуры, со сравнительно небольшими годовыми, месячными и суточными колебаниями других метеорологических факторов. Щадящим, т. е. таким, который предъявляет минимальные требования к адаптационным физиологическим механизмам, является лесной климат средней полосы.

Раздражающий климат характеризуется значительной суточной и сезонной амплитудой колебаний метеорологических факторов, поэтому предъявляет используемым механизмам и приспособлениям повышенные требования. Раздражающим является холодный климат Севера, высокогорный и жаркий климат степей страны.

Гигиеническое значение погоды. Погода характеризуется тем же комплексом показателей, что и климат. Погода влияет на физиологическое состояние человека. Различные сочетания компонентов метеорологических условий могут иметь негативные последствия в самочувствии и возникновении определенных заболеваний у человека, которые называют метеопатическими.

Жаркая безветренная погода с высокой влажностью воздуха вызывает напряжение терморегуляционных механизмов, поэтому физиологические изменения в организме могут привести к перегреву организма. Низкая температура, высокая влажность воздуха и сильный ветер могут привести к охлаждению организма и способствовать увеличению частоты легочных заболеваний, ангина, воспалительных заболеваний почек и др. При сочетании компонентов метеорологических факторов, приводящих к интенсивному переохлаждению (сильные морозы с ветром или относительно низкая температура воздуха и сырость), могут возникать отморожения, причем сочетание низкой температуры с сыростью ведет к отморожению нижних конечностей («Траншейная стопа»).

Погодные условия имеют значение в распространении инфекционных заболеваний. Например, в жаркие дни создаются условия, благоприятствующие возникновению пищевых отравлений микроорганического происхождения.

Одной из важнейших особенностей метеорологических условий следует считать их неустойчивость, постоянную изменчивость, независимую от воли человека. В этих случаях большинство здоровых людей с хорошо развитыми физиологическими приспособительными механизмами не отмечают в своем самочувствии или состоянии изменений, связанных с переменной погодой. Такие люди называются метеостойчивыми или метеостабильными. Однако есть люди чувствительные к изменениям погоды. Это так называемые метеолабильные, или метеочувствительные люди. У большинства таких людей неблагоприятная погода вызывает ухудшение общего самочувствия, нарушение сна, чувство тревоги, головокружение, снижение работоспособности, быструю утомляемость. Резко меняется артериальное давление, ощущается боль в области сердца, часто снижается чувствительность к лекарственным препаратам.

Доказано, что неблагоприятная погода отрицательно сказывается на течении многих заболеваний сердечно-сосудистой системы, органов дыхания, эндокринной системы, пищеварительного тракта, кожных, глазных, нервно-психических заболеваний. Имеются данные об увеличении в связи с неблагоприятной погодой числа случаев недонашивания беременности, уличного и других видов травматизма, автокатастроф, убийств, самоубийств.

Неблагоприятные температурные условия (высокая или очень низкая температура) ухудшают условия труда на открытых площадках, например, рабочих-строителей, монтажников, лесорубов, сельскохозяйственных работников.

Реакции организма в ответ на воздействие микроклимата многообразны в своем проявлении. Но все они характеризуются общей чертой — возникают одновременно у многих людей, которых объединяет только метеорологическая обстановка. При этом более выраженная реакция наблюдается тогда, когда адаптационные ресурсы у людей снижены, например, вследствие сезонных колебаний ультрафиолетовой или витаминной обеспеченности организма, недостаточности питания, переутомления, различных заболеваний.

В настоящее время разрабатываются критерии медицинского прогнозирования погоды, выражающиеся в предсказании действия на человека ожидаемой погоды, в целях предупреждения возможных отрицательных реакций организма. Одним из таких показателей является индекс неустойчивости погоды

$$K = a/b,$$

где a — число дней с переменами погоды; b — общее число дней в наблюдаемом периоде (сезон, год).

Индекс $K > 0,5$ расценивается как неблагоприятный.

Неблагоприятное влияние погоды можно предупредить соответствующими мероприятиями. Из них особого внимания заслуживают прежде всего меры по поддержанию благоприятного микроклимата среды обитания человека, а также закаливание организма, правильный выбор одежды, улучшение санитарно-бытовых условий и условий труда работников, отдыха и быта населения.

Гигиеническое значение производственного микроклимата. Производственным микроклиматом называется та совокупность составных частей метеорологических условий, которая может быть найдена на данном предприятии, в данном производственном помещении на данном рабочем месте. Другими словами, под микроклиматом понимают оптимальное состояние среды, обуславливающее благоприятное теплоощущение человека и зависящее от температуры, относительной влажности, скорости движения воздуха, температуры ограждающих поверхностей. На формирование производственного микроклимата существенное влияние оказывают технологический процесс, климат и погода местности.

Тепловое состояние можно оценить по субъективным и объективным показателям. Субъективная оценка отражает личную характеристику данным работником своего теплового состояния. При такой оценке обычно используют семь характеристик теплоощущений: очень холодно, холодно, прохладно, комфортно, тепло, жарко и очень жарко. В субъективной оценке теплового самочувствия человека при неблагоприятном микроклимате применяют дополнительные характеристики, такие как душно, влажно, ветрено и т. п.

Более сложной и ответственной является объективная оценка фактического теплового самочувствия человека. С этой целью может быть использован расчетный метод определения теплового состояния основанный на сопоставлении величин теплопродукции и теплоотдачи в предполагаемых или реальных условиях. Применительно к субъективной градации теплоощущений человека, объективные показатели его теплового состояния приведены в табл. 5.2.

Тепловое состояние человека и его количественные показатели характеризуются соотношением величин теплопродукции и теплоотдачи, что обуславливает состояние теплового баланса. Физиологическое значение теплового гомеостаза заключается в том, что жизнедеятельность человека сопровождается образованием тепла. Даже в состоянии покоя взрослый человек продуцирует 3,34-6,27 кДж на 1 кг массы тела за час, что за сутки при массе тела 60 кг составит ориентировочно $4,81 \cdot 60 \cdot 24 = 1926$ кДж.

Теплопродукция в зависимости от характера и тяжести выполняемой человеком работы, а также условий внешней среды и состояния его здоровья может значительно увеличиваться, достигая 1000-2000 кДж и более за час. Очевидно, что при отсут-

Таблица 5.2
Объективные показатели теплового состояния человека при различных его теплоощущениях

Показатель	Очень жарко	Жарко	Тепло	Комфортно	Прохладно	Холодно	Очень холодно
Средневзвешенная температура кожи, °С	> 36,6	36,0 ± 0,6	34,9 ± 0,7	33,2 ± 1,0	31,1 ± 1,0	29,1 ± 1,0	Менее 28,1
Влаготеплота организма, г/ч	500—200 (значительная часть пота стекает)	250—500 (незначительная часть пота стекает)	60—250 (пот не стекает)	50 ± 10	Менее 40	Мало изучены, не характерны	Мало изучены, не характерны
Внешние признаки	Резкое покраснение кожи, набухание вен на лице и конечностях, обильное потопделение	Покраснение кожи, набухание вен на конечностях, потопделение	Легкое покраснение кожи, появление рисунка поверхностных вен на конечностях	Потоотделение и ощущение дискомфорта отсутствуют	Побледнение кожи, спазм поверхностных капилляров	Кожа бледная, легкая синюшность ее и слизистых оболочек, периодическое дрожание	Синюшность кожи и слизистых оболочек, дрожание, холодовой озноб
Снижение производительности труда, %	До 50 и более за 30—60 мин	До 50 и более за 3—4 ч	До 16—20 через 6—8 ч.	Нет	Незначительное	Существенное	Операции возможны за счет волевых усилий
Продолжительность выполнения квалифицированной работы, ч	До 0,5	4	До 12		До 12	4	До 0,5

ствии адекватной теплоотдачи температура тела человека за относительно короткий промежуток времени может увеличиться и, достигнув 42-44 °С, привести к гипертермии. Для предотвращения этого у человека сформировался сложный динамический механизм терморегуляции. Благодаря такому механизму обеспечивается температурный диапазон возможного существования человека, находящийся в пределах 25- 43 °С при физиологической норме 36-37°С.

Очень важным условием поддержания физиологического теплового гомеостаза является адекватная отдача тепла во внешнюю среду путем излучения, проведения (конвекции), контакта и испарения с поверхности тела, составляющих 85-90 % всей величины теплоотдачи. В комфортных условиях отдача тепла излучением составляет 40-45%, проведением - 30-40%, испарением - 10-15%. Однако эти соотношения, как и его конкретные величины, определяются главным образом физическими свойствами среды пребывания (работы) человека, характеристикой которой является микроклимат.

Есть две группы показателей, которые являются исходными при определении теплового состояния человека в тех или иных условиях микроклимата. Первая касается человека, вырабатывающего тепло. К ней относятся: площадь поверхности тела, средняя температура тела, величина теплопродукции за час. Площадь тела «стандартного» человека (рост 170 см, масса 70 кг) принимается равной 1,8 м², нормальную среднюю температуру тела — 36,6 °С. В потерях тепла путем конвекции и испарения принимает участие 100% поверхности кожи, излучением - 80% (если имеется односторонний внешний источник, излучающий тепло, то по отношению к нему в теплоотдаче излучением участвует 40 % тела). Максимальная влажность при средней температуре кожи 36 °С равна 57,8 ГПа (44,2 мм рт. ст.).

Вторая группа показателей характеризует микроклимат помещения, в котором находится человек: температура воздуха, средняя температура от нагревателя, скорость движения воздуха, абсолютная влажность воздуха.

Суммарные теплопотери (Q_{сум}, кДж/ч) человека в данных микроклиматических условиях рассчитывают по формуле

$$Q_{\text{сум}} = Q_P + Q_K + Q_{\text{исп}}$$

где Q_P — теплоотдача излучением; Q_K — теплоотдача конвекцией; Q_{исп} — теплоотдача испарением.

Теплопотери различными путями рассчитываются по специальным формулам. Упрощенная базовая формула для расчета таких теплопотерь имеет следующее выражение:

$$Q = K(t_1/f_1 - t_2/f_2)SCFVBVB,$$

где Q — теплоотдача тем или иным путем, кДж/ч; K — теплотехнический коэффициент; t — средняя температура тела, °С; t₁ — средняя температура от нагревателя, или температура воздуха помещения, °С; F₁ — максимальная влажность при средней температуре тела, ГПа; F₂ — абсолютная влажность при данной температуре воздуха помещения (F₁ и F₂ используются вместо t₁ и t₂ при расчете теплопотерь испарением), ГПа; S — площадь тела, м²; C — коэффициент, указывающий на процент площади тела, участвующей в данном виде теплоотдачи; V_с — относительная влажность воздуха, %; VB — скорость движения воздуха в помещении, м/с.

Приведенная формула для каждого вида теплоотдачи имеет различное выражение. Это обусловлено отличиями в механизме отдачи тепла и зависимости ее от количественных значений отдельных факторов, формирующих условия микроклимата. Так, на теплоотдачу излучением практически влияет только средняя излучающая температура ограждающих поверхностей; на теплоотдачу конвекцией, кроме разности температур поверхности кожи и воздуха, — его влажность и скорость; на теплоотдачу испарением — соотношение (разность) максимальной влажности при средней температуре поверхности кожи и абсолютной влажности окружающего воздуха.

Таким образом, оценить микроклимат помещения и адекватность теплопотерь человека в данном помещении можно с помощью соответствующего расчета.

Воздействие неблагоприятного производственного микроклимата на состояние здоровья работников имеет особенности. Различают два вида патологических реакций на температурный дискомфорт: перегрев и охлаждение. В соответствии с этим различают охлаждающий, нагревающий и соответствующий нормативным требованиям (оптимальный и допустимый) производственный микроклимат.

Охлаждающий микроклимат — сочетание параметров микроклимата, при котором имеет место превышение суммарной теплоотдачи в окружающую среду над величиной теплопродукции организма, приводящее к образованию общего или локального дефицита тепла в теле человека (>0,87 кДж/кг).

В таких условиях, особенно в зимний период, трудятся миллионы работников. На открытом воздухе работают строители, лесозаготовители, рыбаки, железнодорожники, сельскохозяйственные работники. Много людей осуществляют трудовую деятельность в недостаточно отапливаемых помещениях. В понятие охлаждающего микроклимата входят низкая температура, повышенная влажность и подвижность воздуха, отсутствие инфракрасного излучения. Организм человека в таких условиях интенсивно отдает тепло через контакт кожи с влагой воздуха, конвекционным путем через быстрый сьем теплого воздуха с кожных покровов и замену его холод-

ным воздухом извне, а также непосредственной потерей тепла организмом, имеющим температуру выше температуры окружающих предметов.

Организм работника испытывает сильное напряжение в виде дискомфорта ощущений, так как увеличение подвижности воздуха на 1 м/с повышает ощущение холода на 1,5-2°C. Одновременно увеличиваются функция внешнего дыхания на 15-20%, потребление кислорода и энергозатраты до 30%. Повышаются тонус и сокращение периферических кровеносных сосудов, давление в малом кругу кровообращения, что ведет к увеличению нагрузки на сердечную мышцу. У работников наблюдаются боли во всем теле, нервно-психические отклонения, появляется скованность движений, чувство тяжести одежды. Такие симптомы испытывают около половины работников. Все это ведет к снижению способности. Если она от воздействия холода снижается более чем на 13%, это уже представляет опасность для организма человека. Более 80% лиц, работающих на открытом воздухе в условиях охлаждающего микроклимата, имели холодовые травмы. В большинстве своем это были обморожения ушей, носа и пальцев и их сочетания. Примерно у 20% обмороженных травмы оцениваются как тяжелые.

Производственно обусловленная заболеваемость под воздействием холода у работников достаточно выражена. Показатели некоторых заболеваний у них увеличиваются в несколько раз по сравнению с показателями лиц, работающих в благоприятном микроклимате: легочные заболевания — в полтора-три раза, болезни уха, горла, носа — более чем в два раза. Число заболеваний сердечно-сосудистой системы возрастает до 50%, причем артериальная гипертония увеличивается на 30-90%, а ишемическая болезнь сердца в три-четыре раза. Средняя продолжительность одного случая заболевания увеличивается почти на 20%. Наблюдается повышение числа людей с болезнями эндокринной системы и язвенной болезнью. Женщины и подростки переносят влияние охлаждающего микроклимата хуже, чем мужчины.

Процесс адаптации (привыкания организма) к холоду очень длительный. В течение первых пяти-семи лет она очень устойчива и лишь по прошествии десяти лет наступает устойчивая адаптация, но не у всех работников. Необходимо указать на то, что профессиональные заболевания и производственные травмы, которые обусловлены неблагоприятным воздействием охлаждающего микроклимата.

Обморожение следует рассматривать как производственную травму (несчастный случай). Его главные клинические признаки — побеление обмороженной части тела и потеря ее чувствительности. Эти травмы возникают у лиц, работающих при температуре воздуха ниже 0°C, сильном ветре, повышенной влажности воздуха.

Под влиянием холодного фактора могут развиваться профессиональные заболевания: облитерирующий эндартериит и вегетативно-сенсорная полиневропатия (ангионевроз). Облитерирующий эндартериит (перемежающаяся хромота) — это заболевание, причиной которого является сужение артериальных сосудов, чаще нижних конечностей. Больные жалуются на повышенную утомляемость ног, онемение пальцев стоп, боли в икроножных мышцах, ощущение холода конечностей, на ногах ослаблена пульсация артерий, отмечается бледность кожных покровов. В дальнейшем возможны изъязвления на коже и гангренозные изменения.

Вегетативно-сенсорная полиневропатия (ангионевроз) — это заболевание неврососудистого характера, возникающее чаще на руках и реже на ногах. Его ранним признаком служит повышенная зябкость пальцев, что сопровождается приступообразными болями и онемениями, ползанием мурашек. Кожные покровы приобретают синеватый оттенок, становятся отечными. Наблюдается повышенная ранимость кожи пальцев, могут появиться язвенные процессы на кожных покровах. Заболевание обычно располагается на небольшом участке пораженной конечности и характеризуется периодами затухания и возобновления.

Мерами предотвращения отрицательного влияния охлаждающего микроклимата являются соблюдение рационального режима труда и периодического обогрева в отапливаемых помещениях, прекращение работы под открытым небом при установленных законом критических значениях температуры и подвижности воздуха для данной местности, применение теплой и непромокаемой спецодежды и спецобуви. В помещениях и кабинах должны быть устройства для их отопления, т.е. для поддержания соответствующих нормативам значений производственного микроклимата (табл. 5.3).

С целью выявления ранних признаков данных заболеваний раз или два в год следует проводить медицинские осмотры работников. Заболевших целесообразно отстранить от работы в условиях холода и назначить лечение. Гражданин, поступающий на работу в условиях охлаждающего микроклимата, медицинской комиссией к данной работе не должен быть допущен, если он имеет хроническое заболевание сосудов и периферической нервной системы.

Нагревающий микроклимат — сочетание параметров микроклимата, при котором имеет место нарушение теплообмена с окружающей средой, выражающееся в накоплении тепла в организме выше верхней границы оптимальной величины ($>0,87$ кДж/кг) или увеличение доли потерь тепла испарением пота ($>30\%$) в общей структуре теплового баланса, появлении общих или локальных дискомфортных ощущений (слегка тепло, тепло, жарко).

В этих условиях трудятся работники горячих цехов на металлургических, машиностроительных предприятиях, в промышленно-

Таблица 5.3

Оптимальные значения показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Категория работ (энергозатраты, Вт)	Температура, °С		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
	воздуха			
Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
16(140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
IIa (175-232)	19-21	18-22	60-40	0,2
IIб (233-290)	17-19	16-20	60-40	0,2
III(более 290)	16-18	15-19	60-40	0,3
Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1
16(140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1
IIa (175- 232)	20-22	19-23	60-40	0,2
IIб (233-290)	19-21	18-22	60-40	0,2
III(более 290)	18-20	17-21	60-40	0,3

сти строительных материалов, на пищевых, целлюлозно-бумажных производствах и все работники, чья трудовая деятельность протекает в жаркое время года под открытым небом.

В понятие нагревающего микроклимата входят повышенные температура и влажность, отсутствие движения воздуха, наличие нагреваемых поверхностей и инфракрасного излучения (лучистого тепла).

В условиях нагревающего микроклимата затрудняется отдача тепла, происходит его накопление. Для поддержания деятельности организма человека основные функциональные изменения претерпевают функции теплообмена (терморегуляторная функция) и сердечно-сосудистой системы. Возможно некоторое повышение температуры тела и потоотделение, усиливается потеря массы тела вследствие выведения воды при потоотделении, изменяется обмен веществ. Наблюдается учащение пульса, понижение кровяного артериального давления, ослабляется сократительная способность мышц сердца; в 2-3 раза увеличивается частота дыхания. Указанные изменения приводят к снижению работоспособности вследствие преждевременного наступления утомления. В дальнейшем при продолжении работы в таких условиях, особенно с физическими перегрузками, может возникнуть производственная травма — тепловой или солнечный удар, которые относятся к несчастным случаям.

Описаны случаи острой сердечной недостаточности среди шахтеров при работе, которая выполнялась в условиях высокой тем-

пературы воздуха и с физическими перегрузками, закончившиеся внезапной смертью.

Производственно обусловленная заболеваемость у работников в условиях нагревающего микроклимата представлена заболеваниями основных систем организма работающего человека. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности у данных работников в полтора-два раза выше чем у лиц, работающих в помещениях с нормальным микроклиматом, особенно это относится к заболеваниям язвенной болезнью, органов дыхания, мочеполовой системы, по которым показатели заболеваемости на 30-50% превышают показатели у работников группы сравнения. Женский организм и организм подростков более, чем мужской, чувствителен к воздействию нагревающего микроклимата.

Адаптация к нагревающему микроклимату происходит медленно, и лишь через год можно ожидать появления ее начальных признаков. Профессиональные причины производственных травм теплового и солнечного ударов различны.

Тепловой удар возникает у работников в тех помещениях, где имеет место резко нагревающий микроклимат, обусловленный прежде всего высокой температурой воздуха. Пострадавший жалуется на головную боль, головокружение, общую слабость, жажду, потемнение в глазах. Температура тела доходит до 38-39 °С, дыхание обычно учащается, как и пульс, возможна потеря сознания.

Солнечный удар наблюдается у работников под открытым небом и связан с воздействием интенсивного инфракрасного излучения на головной мозг. Клинические проявления примерно такие же, как при тепловом ударе с добавлением возможности наступления возбужденного состояния у пострадавшего и отсутствия повышения температуры тела. В обоих случаях требуется экстренная медицинская помощь.

Под воздействием нагревающего микроклимата может возникнуть такое профессиональное заболевание как перегрев, который проявляется как в виде теплового удара, так и в виде другой патологии — судорожного состояния. Последнее развивается в результате непрерывного обезвоживания организма работника. Судороги возникают в икроножных, бедренных мышцах, мышцах верхних конечностей. При осмотре пострадавшего наблюдаются сухость кожи, заостренные черты лица, учащенный пульс, сниженное кровяное артериальное давление и мочеиспускание. Больного необходимо отстранить от выполняемой работы и назначить лечение.

Катаракта (помутнение хрусталика) как профессиональное заболевание глаз развивается под воздействием инфракрасного излучения (лучистого тепла), которое создают расплавленные металлы и смеси. Катаракту можно также обнаружить у работников, имеющих контакт с лазерным, электромагнитным излучениями,

некоторыми химическими соединениями. Больные отмечают появление темных пятен в поле зрения и снижение его остроты, искажение контуров рассматриваемых предметов, «засвечивание» глаз при ярком свете. Только при медицинском осмотре глазами врачом обнаруживается помутнение хрусталика. Оно обычно не поддается обратному развитию и такому работнику приходится оставить свою работу, так как возможно ухудшение зрения.

Оздоровительные мероприятия по снижению неблагоприятного воздействия нагревающего микроклимата заключаются в теплоизоляции нагретых агрегатов, применении вентиляции, использовании комнат для периодического охлаждения работников, соотвествующей спецодежды, рациональных режимах труда и отдыха и питьевого водоснабжения. На рабочих местах не удается добиваться установленных предельно допустимых нормативов метеорологических условий, которые указаны в табл. 5.3.

Профилактика. Оценка параметров микроклимата проводится в соответствии с СанПиИ 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». В этом документе изложены оптимальные и допустимые параметры микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом тяжести и срока выполнения работы, периодов года и методы измерения.

Таблица 5.4

Время пребывания на рабочих местах при температуре воздуха выше допустимых величин

Температура воздуха на рабочем месте, °С	Время пребывания, не более, при категориях работ, ч		
	Ia-Iб	IIa-IIб	III
32,5	1	—	—
32,0	2	—	—
31,5	2,5	1	—
31,0	3	2	—
30,5	4	2,5	1
30,0	5	3	2
29,5	5,5	4	2,5
29,0	6	5	3
28,5	7	5,5	4
28,0	8	6	5
27,5	—	7	5,5
27,0	—	8	6
26,5	—	—	7
26,0	—	—	8

Таблица 5.5

Время пребывания на рабочих местах при температуре воздуха ниже допустимых значений

Температура воздуха на рабочем месте, °С	Время пребывания, не более, при категориях работ, ч				
	Ia	Iб	IIa	IIб	III
6	—	—	—	—	1
7	—	—	—	—	2
8	—	—	—	1	3
9	—	—	—	2	4
10	—	—	1	3	5
11	—	—	2	4	6
12	—	1	3	5	7
13	1	2	4	6	8
14	2	3	5	7	—
15	3	4	6	8	—
16	4	5	7	—	—
17	5	6	8	—	—
18	6	7	—	—	—
19	7	8	—	—	—
20	8	—	—	—	—

Основные направления рекомендаций по оздоровлению условий труда следующие: совершенствование технологических процессов с учетом гигиенических требований, снижение интенсивности тепловых излучений, тепловыделений, влажавыделений от оборудования путем его герметизации, изоляции, устройства местных отсосов; совершенствование систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха; рациональные организация труда и размещение рабочих мест; организация физиологически обоснованных режимов труда и отдыха, питьевого режима; обеспечение работников индивидуальными средствами защиты.

В соответствии с СанПиИ 2.2.4.548-96 в целях защиты от возможного перегревания или переохлаждения работников время пребывания на рабочих местах (непрерывно или суммарно за рабочую смену), не отвечающих допустимым значениям по показателю температуры воздуха, должно быть значительно ограничено (табл. 5.4, 5.5).

Предварительные, перед поступлением на работу, и периодические (раз в полгода, год, два) медицинские осмотры проводятся во избежание возникновения профессиональных и повышения уровня производственно обусловленных заболеваний. На работы, где имеется нагревающий микроклимат, нельзя принимать лиц с

хроническими повторяющимися заболеваниями глаз, выраженной вегетативно-сосудистой дистонией и катарактой (помутнением хрусталика глаза).

5.1.2. Виброакустические факторы

Вибрация. Вибрация, шум, ультразвук и инфразвук по своей физической природе — механические колебания твердых тел, газов и жидкостей. Внедрение новых технологических приемов и операций, механизация производственных процессов, увеличение мощности и скоростей перемещения и вращения оборудования и его элементов, транспорта сопровождаются более интенсивным возникновением механических колебаний, а значит растет число лиц, подвергающихся воздействию данного фактора.

Физические характеристики вибрации. Вибрация является физическим фактором, действие которого определяется передачей человеку механической энергии от источника колебаний. Вибрация — это сложный колебательный процесс, обладающий широким диапазоном частот. Основными физическими параметрами, характеризующими вибрацию, являются скорость, ускорение, смещение.

В нормативных документах разных стран в качестве физического критерия приняты ускорение и колебательная скорость. В нашей стране скорость вибрации принята в качестве физического критерия при гигиеническом нормировании вибрации. Вибрации, встречающиеся в производственных условиях, различаются по способу передачи и направлению воздействия на человека (рис. 5.1, 5.2), а также по физическим свойствам (табл. 5.6).

Воздействие вибрации. Тело человека, благодаря наличию мягких тканей, костей, суставов, внутренних органов и особенностей конфигурации представляет собой сложную колебательную систему, механическая реакция которой на вибрационное воздействие зависит от параметров вибрационного воздействия.

В настоящее время изучены распространение вибрации по телу в зависимости от точки приложения колебаний (сидя, стоя, через руку) и возникающие при этом механические эффекты. Определены резонансные частоты между отдельными системами организма. Понятие резонанса в приложении к воздействию вибрации на человека означает свойство человеческого тела колебаться синхронно с передаваемым извне вибрационным воздействием, усиливать эту вибрацию и обостренно ощущать ее воздействие. Понятие резонанса имеет большое значение, так как можно предполагать, что при резонансных частотах человек в наибольшей степени чувствителен к воздействию вибрации. В диапазоне частот 4-8 Гц и особенно 5 Гц человеческое тело в целом (торс) испытывает резонанс при вертикальных колебаниях. В го-

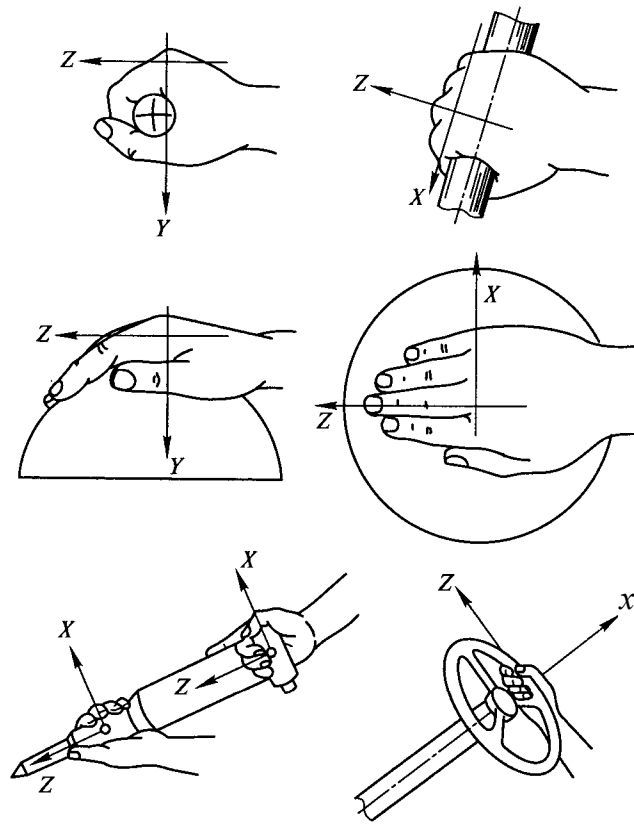


Рис. 5.1. Варианты направления условных координатных осей при локальной вибрации

ризонтальной плоскости резонанс наступает при колебаниях в диапазоне 1-2 Гц. Кроме того, отдельные части тела имеют свои резонансные частоты. На резонанс тела наряду с его массой влияют такие факторы как размер, поза и степень напряжения скелетной мускулатуры.

Пороги восприятия вибрации. Согласно современным представлениям вибрация воспринимается многочисленными механорецепторами, заложенными в коже, мышцах человека.

Пороги вибрационной чувствительности повышаются при охлаждении, ишемии и динамической нагрузке; повышается порог чувствительности и с возрастом. С увеличением стажа работы увеличиваются как абсолютные величины порогов вибрационной чувствительности, так и число лиц с нарушениями виброощущения. Постоянные сдвиги порогов вибрационной чувствительности у работников со стажем работы 10 лет численно приблизительно

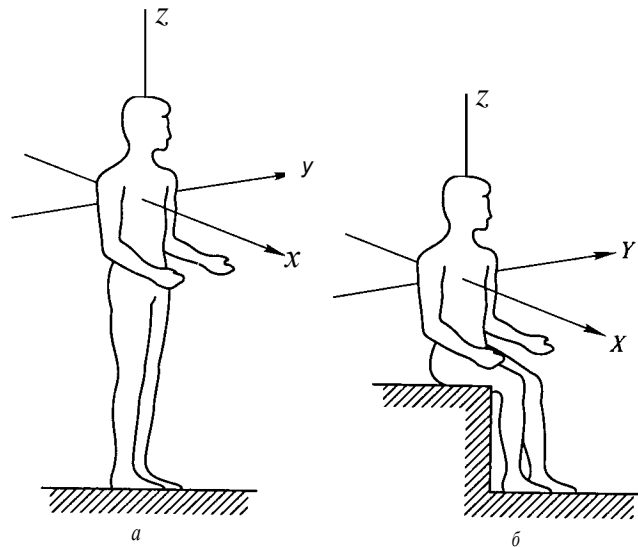


Рис. 5.2. Направление условных координатных осей при общей вибрации в положении стоя (а) и сидя (б)

равны временным сдвигам порогов практически здоровых лиц со стажем до года при определении к концу рабочего дня.

Вибрация в зависимости от ее параметров может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на отдельные ткани и организм в целом. С физиотерапевтической целью вибрацию используют для улучшения питания кровообращения в тканях при лечении некоторых заболеваний. Однако производственная вибрация, передаваясь здоровым тканям и органам и имея значительную амплитуду и продолжительность действия, оказывается вредно влияющим фактором.

Сопутствующие факторы, усугубляющие вредное действие вибрации на организм: чрезмерные мышечные нагрузки (усилия достигают до 400 Н), шум высокой интенсивности (сочетание действия вибрации и шума способствует более ранним поражениям как органа слуха, так и других систем организма), неблагоприятные метеорологические условия.

Длительное влияние вибрации, особенно в сочетании с комплексом других вредных производственных факторов, приводит вначале к функциональным, а потом и выраженным нарушениям в организме работников.

Влияние вибрации на организм человека. Вибрационная болезнь — это одно из наиболее часто встречающихся профессиональных заболеваний. Оно может быть вызвано локальной (местной) и общей производственной вибрацией, и характеризуется поражением нервной и сердечно-сосудистой систем и опорно-двигатель-

Классификация вибрации

Локальная (передающаяся на руки)	Общая (рабочих мест)
<i>По источнику возникновения</i>	
Ручные машины с двигателями (приводом), органы ручного управления машинами, транспортными средствами или оборудованием Ручные инструменты без двигателей (приводов) и обрабатываемые детали	Транспортная (тракторы, сельскохозяйственные машины, автомобили и др.) Транспортно-технологическая (краны промышленные и строительные, горные комбайны, напольный производственный транспорт) Технологическая (стационарное оборудование металла- и деревообрабатывающей, а также других отраслей промышленности, вентиляторы, насосные агрегаты): а) на постоянных рабочих местах производственных помещений; б) на рабочих местах производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию; в) на рабочих местах в помещениях для работников умственного труда
<i>По направлению действий вдоль осей (см. рис. 5.1, 5.2)</i>	
Z- ось, близкая к направлению приложения силы, или ось предплечья X- ось, параллельная оси охватываемых рукояток Y- перпендикулярно осям Z и X	Z- вертикальная ось X- горизонтальная ось (спина- грудь) Y- горизонтальная ось (плечо- плечо)
<i>По частотному составу (максимальный уровень в октавных полосах частот, Гц)</i>	
8 и 16 (низкочастотные) 31,5 и 63 (среднечастотные) 125, 250, 500 и более (высокочастотные)	1 и 4 8 и 16 31,5 и 63
<i>По временным характеристикам</i>	
Постоянные (виброскорость изменяется до 6 дБ за время наблюдения). Непостоянные (виброскорость изменяется > 6 дБ за время наблюдения): а) колеблющаяся вибрация- уровень виброскорости непрерывно изменяется во времени; б) прерывистая — контакт оператора с вибрацией прерывается во время работы (длительность интервалов, когда имеет место контакт с вибрацией более 1 с); в) импульсная — состоит из одного или нескольких воздействий, каждое длительностью < 1 с	

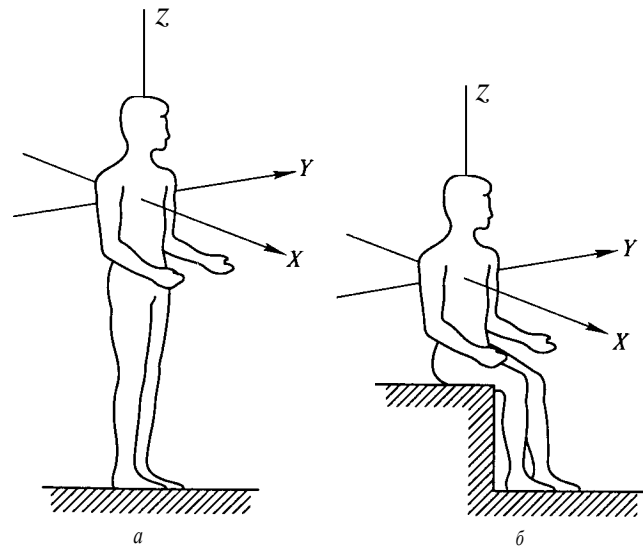


Рис. 5.2. Направление условных координатных осей при общей вибрации в положении стоя (а) и сидя (б)

равны временным сдвигам порогов практически здоровых лиц со стажем до года при определении к концу рабочего дня.

Вибрация в зависимости от ее параметров может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на отдельные ткани и организм в целом. С физиотерапевтической целью вибрацию используют для улучшения питания кровообращения в тканях при лечении некоторых заболеваний. Однако производственная вибрация, передаваясь здоровым тканям и органам и имея значительную амплитуду и продолжительность действия, оказывается вредно влияющим фактором.

Сопутствующие факторы, усугубляющие вредное воздействие вибрации на организм: чрезмерные мышечные нагрузки (осевые усилия достигают до 400 Н), шум высокой интенсивности (сочетание действия вибрации и шума способствует более ранним поражениям как органа слуха, так и других систем организма), охлаждающие метеорологические условия.

Длительное влияние вибрации, особенно в сочетании с комплексом других вредных производственных факторов, приводит вначале к функциональным, а потом и выраженным патологическим нарушениям в организме работников.

Влияние вибрации на организм человека. Вибрационная болезнь — это одно из наиболее часто встречающихся профессиональных заболеваний. Оно может быть вызвано локальной (местно!) и общей производственной вибрацией, и характеризуется поражением нервной и сердечно-сосудистой систем и опорно-двигатель-

Классификация вибрации

Локальная (передающаяся на руки)	Общая (рабочих мест)
<i>По источнику возникновения</i>	
Ручные машины с двигателями (приводом), органы ручного управления машинами, транспортными средствами или оборудованием Ручные инструменты без двигателей (приводов) и обрабатываемые детали	Транспортная (тракторы, сельскохозяйственные машины, автомобили и др.) Транспортно-технологическая (краны промышленные и строительные, горные комбайны, напольный производственный транспорт) Технологическая (стационарное оборудование металло- и деревообрабатывающей, а также других отраслей промышленности, вентиляторы, насосные агрегаты): а) на постоянных рабочих местах производственных помещений; б) на рабочих местах производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию; в) на рабочих местах в помещениях для работников умственного труда
<i>По направлению действий вдоль осей (см. рис. 5.1, 5.2)</i>	
Z- ось, близкая к направлению приложения силы, или ось предплечья X- ось, параллельная оси охватываемых рукояток У- перпендикулярно осям Z и X	Z- вертикальная ось X- горизонтальная ось (спина — грудь) У- горизонтальная ось (плечо — плечо)
<i>По частотному составу (максимальный уровень в октавных полосах частот, Гц)</i>	
8 и 16 (низкочастотные) 31,5 и 63 (среднечастотные) 125, 250, 500 и более (высокочастотные)	1 и 4 8 и 16 31,5 и 63
<i>По временным характеристикам</i>	
Постоянные (виброскорость изменяется до 6 дБ за время наблюдения). Непостоянные (виброскорость изменяется > 6 дБ за время наблюдения): а) колеблющаяся вибрация — уровень виброскорости непрерывно изменяется во времени; б) прерывистая — контакт оператора с вибрацией прерывается во время работы (длительность интервалов, когда имеет место контакт с вибрацией более 1 с); в) импульсная — состоит из одного или нескольких воздействий, каждое длительностью < 1 с	

ного аппарата. Вибрационная болезнь от локальной вибрации возникает у тех работников, кто удерживает конечностями ручной механизированный инструмент или обрабатываемую деталь. Действие вибрации усугубляется физическими нагрузками и охлаждающим микроклиматом. В начале заболевания больные жалуются на онемение, чувство покалывания, ноющие боли в кистях, особенно по ночам. Во время работы эти неприятные ощущения проходят. Могут наблюдаться приступы побеления пальцев рук на холоде, особенно при повышенной влажности воздуха. Кисти, даже в теплом помещении, остаются холодными, влажными, по внешнему виду <<Мраморными>> или синюшными. При продолжении работы с вибрацией приступы побеления пальцев учащаются, боли и онемения становятся постоянными. Снижается чувствительность на кистях к болевым и вибрационным раздражителям. Кожа рук становится грубой, утолщенной, деформируются ногти. Кисти и пальцы отекают. Появляются утомляемость, затем слабость в мышцах рук. Беспокоят боли в суставах рук, а при рентгенологическом исследовании в них выявляются изменения. При более выраженной степени вибрационной болезни нарушаются движения в руках, поражается центральная нервная система, развиваются спазмы как периферических, так и мозговых сосудов.

Вибрационная болезнь от воздействия общей вибрации может развиваться у работников на большегрузных автомобилях, тракторах, бульдозерах и других транспортных средствах, при работах на оборудовании, использующем вибрацию (при формовке изделий, дозировании, рассеве сырья и пр.). Общая вибрация в большей степени влияет на центральную нервную систему. Больных беспокоят головные боли, головокружения, утомляемость, раздражительность, шаткость при ходьбе, может быть повышение кровяного артериального давления. Позже развивается полиневропатия ног, а затем и рук. Проявляется заболевание онемением, зябкостью, <<Мурашками>>, болями в конечностях. Полиневропатия может сочетаться с развитием пояснично-крестцового радикулита, невралгии. В поздней стадии возможно поражение головного мозга (энцефалопатия). На производстве встречается комбинированное воздействие локальной и общей вибрации (например, у водителей транспортных средств). Женский организм более, чем мужской, чувствителен к воздействию вибрации и реагирует на нее увеличением заболеваний половой сферы.

В начальной стадии болезни рекомендуется перевод на работу, не связанную с воздействием вибрации временно на срок 1,5-2 мес одновременным лечением. При выраженной вибрационной болезни больные нуждаются в постоянном трудоустройстве на работу, не связанную с воздействием вибрации, с тяжелой физической нагрузкой и неблагоприятными метеорологическими

условиями. В далеко запущенных случаях заболевания больные нетрудоспособны.

Кроме того, возможно влияние вибрации на зрительный анализатор. Отмечаются нарушение цветного ощущения, изменение границ поля зрения. Снижается острота зрения при наблюдении за фиксированным объектом и за колеблющейся целью, а также способность чтения показаний приборов. В основе понижения остроты зрения лежит изменение колебательных движений глазного яблока, что ведет, в свою очередь, к нарушению точной фиксации объекта различения и смещению изображения на сетчатке. Максимум ухудшения остроты зрения на частотах 20-40 и 60-90 Гц объясняется увеличением амплитуды колебания яблока вследствие возникновения резонансных колебаний.

Под воздействием вибрации возрастает потребление кислорода, которое коррелирует со степенью гипервентиляции и свидетельствует об увеличении энергетических затрат под ее влиянием, что объясняется возрастанием в организме окислительных процессов и увеличением мышечной работы, необходимой для поддержания равновесия и позы тела.

Наблюдаются изменения электрокардиограммы, частоты пульса и артериального давления, периферического и мозгового кровообращения.

Гигиеническое нормирование и профилактика. Основной путь борьбы с вредным влиянием вибрации на организм человека следует искать в конструировании нового, более совершенного оборудования с дистанционным управлением, а также в использовании виброизоляции машин с динамическими нагрузками и рабочих мест.

Гигиеническая оценка вибрации должна проводиться на стадии экспертизы нормативно-технической документации на новые технологические процессы, оборудование (в том числе закупаемое за рубежом), модернизированные ручные машины и опытные образцы. По результатам обследования дается экспертное заключение о необходимости проведения мероприятий по снижению неблагоприятного влияния вибрации.

В тех случаях, когда технические способы не обеспечивают достижения требований действующих нормативов, правильная организация режима труда, ограничение длительности воздействия вибрации, а также применение средств индивидуальной защиты способствуют ограничению ее вредного воздействия так же, как и регламентированные перерывы, и проведение комплекса процедур, предупреждающих вибрационную болезнь (водные процедуры, массаж, гимнастика).

В соответствии с СанПиИ 2.2.2.540-96 «Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ» запрещается применение ручных инструментов, генерирующих уровни вибрации, более чем на 12 дБ превышающих ПДУ. Этим же документом

предусмотрена защита временем работников в условиях превышения ПДУ с обязательным применением СИЗ (см. ниже).

Превышение ПДУ локальной вибрации, дБ, согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96:	Допустимое суммарное время воздействия локальной вибрации за смену, мин:
1	381
2	302
3	240
4	191
5	151
6	120
7	95
8	76
9	60
10	48
11	38
12	30

Режимы труда для работников виброопасных профессий должны разрабатываться службами охраны труда предприятий и согласовываться с учреждениями госсанэпиднадзора. В режимах труда должны указываться допустимое суммарное время контакта с вибрирующими ручными инструментами, продолжительность и время организации перерывов, как регламентированных, так и в соответствии с режимами труда. При работе с вибрирующим оборудованием продолжительность одноразового непрерывного воздействия вибрации не должна превышать 10-15 мин. Целесообразно в режимах труда предусматривать соотношения длительностей одноразового непрерывного воздействия вибрации и времени перерыва в воздействии вибрации 1:1; 1:2; 1:3 и т. д.

При проведении предварительных и периодических (раз в один-два года) медицинских осмотров у работников, подвергающихся воздействию вибрации, обязательно исследуется вибрационная чувствительность и пр. Данные физиологических исследований, проведенных при поступлении на работу, позволяют выявить лиц, имеющих индивидуальные особенности организма, способствующие более раннему развитию вибрационной болезни (группы риска). Таких людей не рекомендуется принимать на работу, связанную с воздействием вибрации, особенно в сочетании с выраженными локальными нагрузками на мышцы рук, так как у них высокий исходный порог вибрационной чувствительности.

Шум. Шумом принято называть нежелательный звук или совокупность беспорядочно сочетающихся звуков различной частоты и интенсивности, оказывающих неблагоприятное воздействие на организм и мешающих его жизнедеятельности.

В виде нежелательных факторов звук является постоянным побочным эффектом работы механизмов и деятельности человека, воздействующим на рецепторы органа слуха. Ухо — это не только устройство для регистрации звука, оно неразрывно связано со структурами центральной нервной системы, играет ключевую роль в последующей передаче речи, а в целом — в понимании и осмыслении окружающего мира.

В настоящее время практически нет ни одной отрасли народного хозяйства или среды обитания человека, где шум не был бы в числе ведущих вредных факторов. Литейные и металлообрабатывающие производства, лесозаготовительные и строительные работы, добыча полезных ископаемых, текстильная и деревообрабатывающая промышленность — далеко не полный перечень производства, где шум превышает допустимые уровни. Уличный шум стал, к сожалению, обыденным явлением в городах, не говоря уже о среде искусства (рис. 5.3).

Источниками шума могут быть колебания, возникающие при соударении, трении, скольжении твердых тел, истечении жидкостей и газов. Источниками колебаний являются работающие станки, ручные механизированные инструменты (электрические и пневматические пилы, отбойные, рубильные молотки, перфораторы), электрические машины (генераторы, электродвигатели, турбины), компрессоры, кузнечно-прессовое оборудование, подъемно-транспортное, вспомогательное оборудование (вентиляционные установки, кондиционеры), лифты, транспортные средства (автомшины, поезда, са-

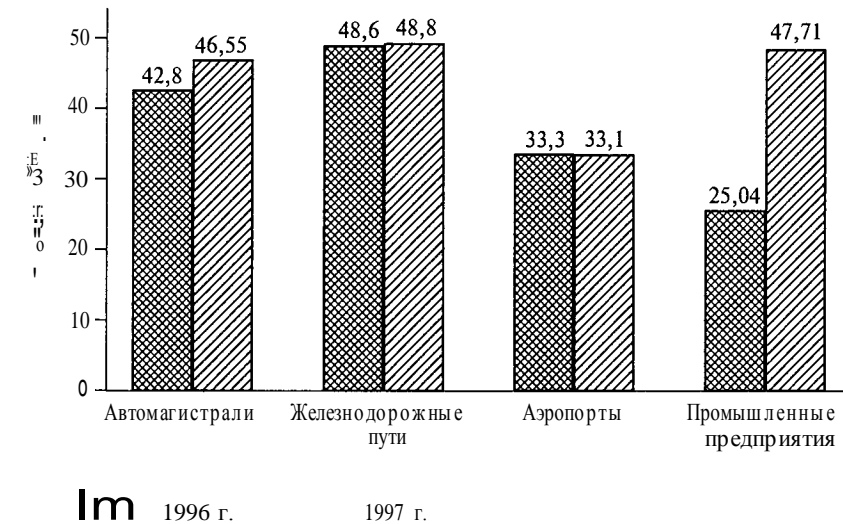


Рис. 5.3. Относительное число поднадзорных объектов в населенных пунктах, не отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям по уровню шума

молеты), музыкальные инструменты и пр. (рис. 5.4). Интенсивный шум в результате развития утомления у работников приводит к снижению производительности труда от 2,5 до 16%.

По физической сущности шум — это механические колебания частиц упругой среды. Физическое понятие о звуке охватывает как слышимые, так и неслышимые колебания упругих сред. Акустические колебания, лежащие в зоне от 16 Гц до 20 кГц, воспринимаемые человеком с нормальным слухом, называются звуковыми, т. е. шумом, с частотой ниже 16 Гц — инфразвук, а выше 20 кГц — ультразвук.

Звуковым волнам присущи определенные закономерности рас-

пространения во времени и пространстве. При распространении звуков любых частот имеют место обычные для всех типов волн явления отражения, преломления, дифракции и интерференции. В помещении фронт волны накапливается на его границах. При этом часть энергии передается через преграду (преломление), часть

отражается обратно в помещение. Передаваемая энергия вызывает образование звукового поля с другой стороны преграды.

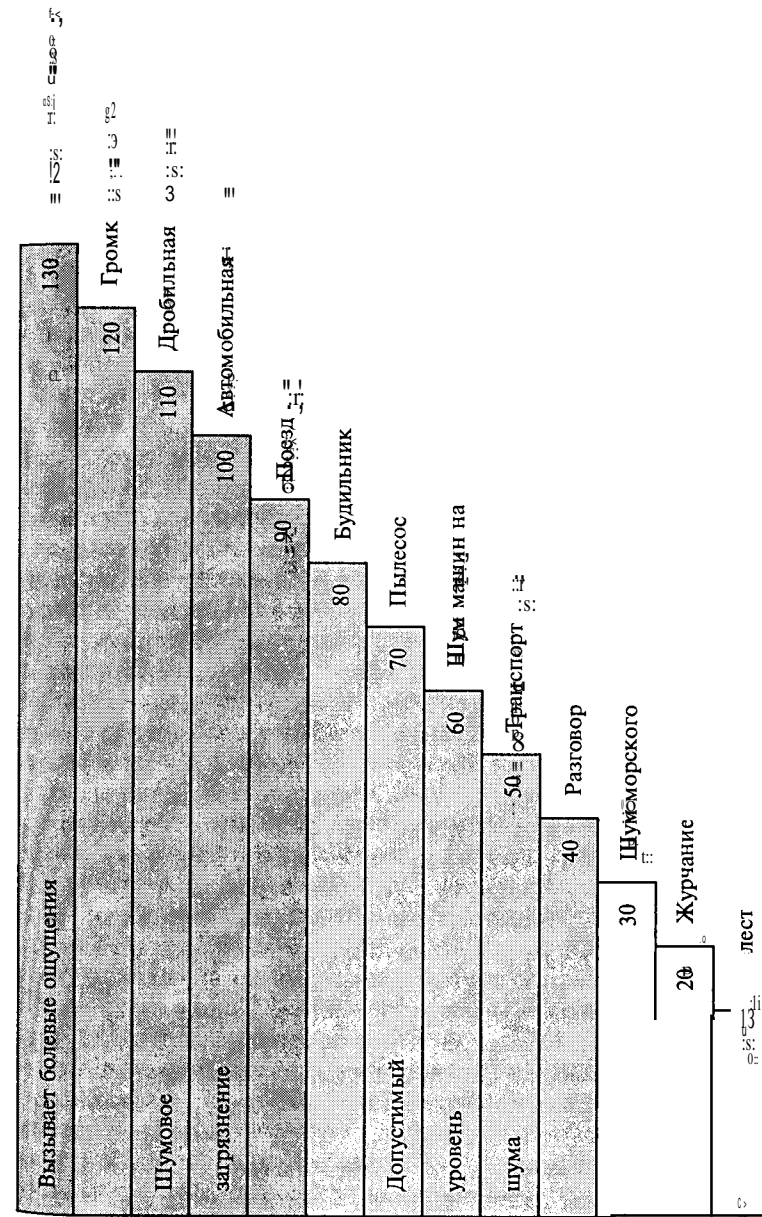
Источник звука внутри помещения образует звуковое поле, обусловленное его непосредственным звучанием и звуками, многократно отраженными от поверхностей ограждений. Звук в помещении не исчезает мгновенно с отключением источника, а продолжает отражаться от поверхностей, постепенно поглощаясь. Время, затраченное на угасание звука, называется временем реверберации. Оно определяется как время, необходимое для снижения уровня шума в помещении на 60 дБ, что в миллион раз первоначальной интенсивности звука. В производственных помещениях время реверберации должно быть предельно маленьким.

Если на пути распространения звуковая волна встречает препятствие, она может огибать его. Это явление называется дифракцией. В случае низкочастотного источника звука большая часть энергии звука вследствие дифракции распространяется за пределы преграды. Высокочастотное излучение дает за преградой четкую акустическую тень.

При проходе в данную точку среды двух волн их складываются. В точках, куда обе волны приходят в фазе, они усиливают друг друга; в точках, куда они попадают в противофазе, ослабляют. Это явление называется интерференцией. Законы распространения звуковых волн в помещении должны учитываться акустиками и строителями при расчете технических средств защиты от шума.

Воздействие шума на организм человека. Действие шума

к развитию преждевременного утомления, снижению



0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130

ышению заболеваемости и инвалидности. С физиологических позиций звук — это ощущение, возникающее в ухе века в результате давления частиц упругой среды (воздуха).

114

3 0
-8

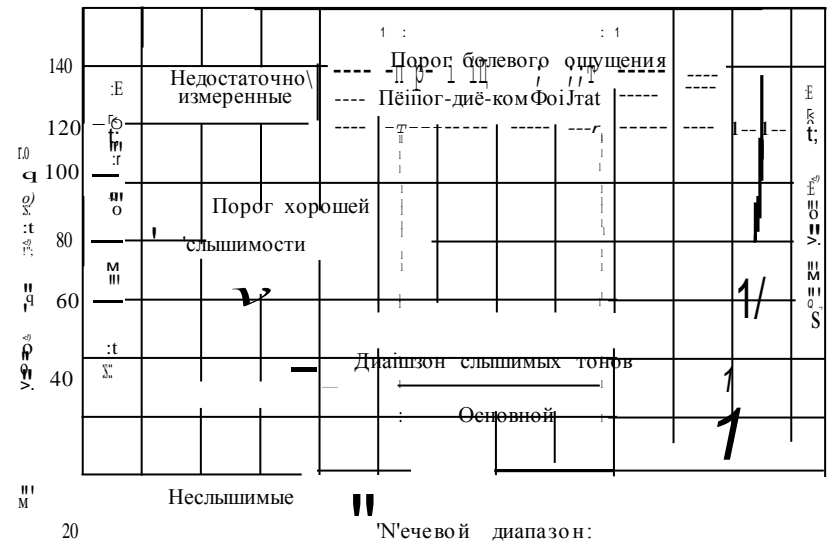
115

Ухо человека может воспринимать и анализировать звуки в широком диапазоне частот и интенсивностей. Область слышимых звуков ограничена так называемыми порогами: нижний — это порог слышимости, т. е. едва слышимые звуки различной частоты, верхний — порог болевого ощущения, при котором слуховое ощущение перерастает в болевое (рис. 5.5). Болевым порогом или порогом переносимости принято считать звук интенсивностью 140 дБ. Звуковые ощущения оценивают и по дискомфорту (появлению ощущения щекотания, касания, боли в ухе), наблюдаемого при уровне звукового давления 120 дБ. Верхний болевой порог не одинаков у различных людей. Уровни порогов могут изменяться под воздействием

Субъективно воспринимаемую величину звука называют громкостью. Громкость является функцией интенсивности

частоты, времени действия физиологических особенностей звукового анализатора. Интенсивность звука субъективно ощущается громкостью, а частота определяет высоту тона. Шкала громкости является линейной, это позволяет сравнивать громкости различных источников, а также количественно оценивать эффективность шумоглушения. Наиболее неблагоприятным следует считать прерывистый шум с преобладанием

Воздействие шума на организм нередко сопровождается временным влиянием других вредных факторов, которые оказывают воздействие основного фактора. Крайне неблагоприятно для человека сочетание влияния шума и нервно-психических факторов. Превышение ПДУ вибрации на 1 дБ увеличивает потерю слуха на 1%. Одновременное влияние шума и нагревающего микроклимата (как минимум, температуры воздуха) приводит к более быстрому возникновению гипертонической болезни и в целом к увеличению показателей общей заболеваемости с временной утратой трудоспособности, включая заболевания язвенной болезнью, язвенным колитом, ишемической болезнью сердца. Если человек находится в условиях одновременного воздействия шума и



торых химических растворителей, эффект неблагоприятных ствий от них может быть взаимно усилен.

Главным заболеванием, которое развивается у лиц, щихся неблагоприятному влиянию шума, следует считать невральную (нейросенсорную) тугоухость. Распространенность соневральной тугоухости достаточно высока. По данным ВОЗ заболевание профессионального характера по частоте стоит первом месте и встречается у 10-20% работников. В нашей ее удельный вес среди всех профессиональных заболеваний официальным данным составляет 12-15% и постепенно чивается. Фактически численность работников с проф>ессион ной сенсоневральной тугоухостью много больше.

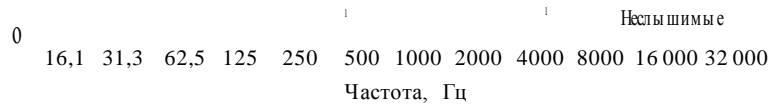


Рис. 5.5. Слуховой диапазон человека

данным, если параметры шума на рабочих местах равны 85 дБА, то количество трудящихся, имеющих данное заболевание, составляет 2,7% всех работников, а при шуме в 120 дБА — уже 40,1 %.

Воздействие звука высокой интенсивности вызывает притупление слуха. Порог слышимости — минимальный уровень звука, который еще различим. Обычно различают три вида притупления слуха в результате воздействия сильного шума:

- временное повышение порога слышимости (ВПП) — это кратковременное повышение порога, начиная с которого ухо слышит звуки, снижающееся затем до первоначального значения;
- устойчивое повышение порога слышимости (УПП) — долговременное следствие воздействия шума, когда потеря слуха не восстанавливается;
- акустическая травма, возникающая в результате одноразового, как правило, кратковременного воздействия чрезвычайно интенсивного шума, как, например, звука выстрела или взрыва.

Кроме патологических изменений можно выделить следующие проявления неблагоприятного воздействия шума на организм — снижение разборчивости речи, неприятные ощущения, развитие утомления. Снижение разборчивости (внятности) речи, профессионально значимое при многих видах деятельности, обусловлено эффектами звуковой маскировки голоса производственным шумом и тесно связано со спектральными характеристиками шума. Приобретает особую значимость то, что шум, являясь информационной помехой для высшей нервной деятельности в целом, оказывает неблагоприятное влияние на протекание нервных процессов

и способствует развитию утомления, так как шум увеличивает напряжение физиологических функций в процессе труда и тем самым снижает работоспособность организма.

В развитии профессиональной сенсоневральной тугоухости выделяют три стадии: а) слуховую адаптацию — к концу рабочей смены слуховой порог возрастает на 10-15 дБ, но через 3-5 мин приходит к норме; б) слуховое утомление — к концу рабочей смены слуховой порог возрастает на 15 дБ, а время восстановления функции анализатора затягивается до 1 ч; в) прогрессирующая тугоухость — шум с уровнем более 80 дБА довольно быстро вызывает снижение слуха и развитие тугоухости, начальные проявления которых встречаются у работников иногда при стаже работы до 5 лет.

Сроки возникновения сенсоневральной тугоухости следующие: минимальный 5-7 лет, средний 10-12 лет и максимальный — от 15 лет и более (табл. 5.7).

У лиц, систематически пребывающих в условиях воздействия интенсивного шума вначале появляются жалобы на головную боль, головокружение, шум в ушах, быструю утомляемость, раздражительность, общую слабость, ослабление памяти, понижение слуха. При медицинском осмотре наблюдаются дрожание (тремор) пальцев, век, пошатывание, снижение коленных и локтевых рефлексов, неустойчивость пульса, повышение артериального давления. Могут быть отмечены нарушения функции желудка, обменных процессов.

Развитие тугоухости — процесс длительный и постепенный. Время протекания этого процесса различно и зависит от интенсивности, спектра, динамики изменения воздействия шума во времени, индивидуальной чувствительности к шуму. Снижение слуха на 10 дБ практически неощутимо, на 20 дБ едва заметно.

Таблица 5.7

Возрастание тугоухости среди лиц, подвергающихся воздействию шума на протяжении трудового стажа (5-25 лет), %

Эквивалентный уровень шума, дБА	Продолжительность шумового стажа, лет				
	5	10	15	20	25
80	0	0	0	0	0
85	1	3	5	6	7
90	4	10	14	16	29
95	7	17	24	28	29
100	12	29	37	42	43
105	18	42	53	58	60
110	26	55	71	78	78

Только потеря слуха более чем на 20 дБ начинает серьезно мешать человеку, особенно когда к этому добавляются возрастные изменения слуха.

Критерием установления профессиональной потери слуха является его потеря на оба уха: потеря слуха на 11-20 дБ в речевых частотах 50-2000 Гц и восприятие шепотной речи на расстоянии 4-5 м.

Описанная картина иногда называется <<шумовой болезнью>>. В нее входят, как минимум, функциональные нарушения сердечно-сосудистой, центральной нервной и эндокринной систем организма и обязательно сенсоневральная тугоухость.

Гигиеническое нормирование и профилактика. Мероприятия по борьбе с шумом могут быть архитектурно-планировочными, технологическими, организационными и медико-профилактическими.

Основой всех правовых, организационных и технических мер по снижению производственного шума является гигиеническое нормирование его параметров с учетом влияния на организм. В зависимости от частоты и нервно-психических нагрузок ПДУ шума колеблется от 50 до 80 дБА. При разработке новых технологических процессов, при проектировании, изготовлении, эксплуатации оборудования используются такие документы как ГОСТ 12.1.003-83 <<ССБТ. Шум, общие требования безопасности>> и санитарные нормы СН 2.24.2.1.8.562-96 <<Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки>>.

Регламентированные дополнительные перерывы следует рекомендовать с учетом уровня шума, его спектра и наличия индивидуальных средств защиты (табл. 5.8). Отдыхать во время этих перерывов необходимо в специально оборудованных помещениях; в комнатах для приема пищи также должны быть оптимальные акустические условия (уровень звука не выше 50 дБА).

Для профилактики вредного действия шума лица, подвергающиеся его воздействию, подлежат обязательным предварительным, при приеме на работу, и периодическим медицинским осмотрам. При поступлении на работу противопоказаниями к приему являются стойкое снижение слуха, хронические заболевания уха, нарушение функции вестибулярного аппарата и др.

Периодические осмотры работников шумных цехов проводят отоларинголог, невропатолог, терапевт с обязательным исследованием слуха (аудиометрия). Частота осмотров находится в зависимости от уровней шума на рабочих местах (1 раз в год или в 2-3 года). Обнаружение сенсоневральной тугоухости со значительной степенью снижения слуха является противопоказанием для продолжения работы в шумном производстве.

Инфразвук. Инфразвуком называют неслышимые акустические колебания с частотой ниже 20 Гц. На производстве он возникает в результате тех же процессов, что и шум слышимых частот, а именно:

турбулентности, резонанса, пульсации и в основном - ПИДС I: VII ательного движения. Вследствие этого инфразвук, как правило, сопровождается слышимом шумом, причем максимум колебательной энергии в зависимости от характеристик конкретного источника может приходиться на звуковую или инфракрасную части спектра. С инфразвуковыми колебаниями работники имеют контакты при управлении транспортными средствами, обслуживании оборудования по плавке: металл, компрессоров, портовых кранов.

Биологическое действие. Инфразвук оказывает выраженное биологическое действие на функции внутренних органов в связи с тем, что его частота может совпадать с частотой колебаний внутренних органов и тем самым оказывать на них влияние. Инфразвук с частотой 8 Гц наиболее опасен для человека, так как при достаточной интенсивности такого шума возможно его влияние на ритм и биотоков мозга. При частоте 1-3 Гц возможна кислородная недостаточность вследствие нарушения ритма дыхания, при 5-9 Гц появляются болезненные ощущения в грудной клетке и нижних областях живота. Контактные ощущения с инфразвуком жалуются на раздражительность, головную боль, тошноту, беспокойство, чувство страха, увеличение частоты дыхания.

Инфразвук вызывает снижение слуха преимущественно на низких и средних частотах и может привести работников к возникновению профессиональной сенсоневральной тугоухости. Таким образом, инфразвук

Таблица 5.8

Рекомендуемая при воздействии шума длительность регламентированных до- и послеобеденных перерывов, мин

Уровень звука, дБА	Частотная характеристика шума	Работа без противошумов		Работа с противошумами	
		до перерыва	после перерыва	до перерыва	после перерыва
До 95	Низкочастотный	10	10	5	5
	Среднечастотный	10	10	10	10
	Высокочастотный	15	15	10	10
До 105	Низкочастотный	15	15	10	10
	Среднечастотный	15	15	10	10
	Высокочастотный	20	20	10	10
До 115	Низкочастотный	20	20	10	10
	Среднечастотный	20	20	10	10
	Высокочастотный	25	25	15	15
До 125	Низкочастотный	25	25	15	15
	Среднечастотный	25	25	15	15
	Высокочастотный	30	30	20	20

звук может вызывать у людей неприятные субъективные ощущения и многочисленные реактивные изменения, к числу которых следует отнести астенизацию организма, изменения в центральной нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной системах, вестибулярном анализаторе. Выраженность этих изменений зависит от уровня интенсивности инфразвука и длительности действия фактора.

Гигиеническое нормирование и меры защиты. Нормативный документ «Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки» СН 2.2.4/2.18.583-96 определяет классификацию, характеристики и ПДУ инфразвука на рабочих местах, а также методы и условия его контроля.

О наличии инфразвука в производстве свидетельствуют: а) технологические признаки: высокая единичная мощность машин, низкое число оборотов, неоднородность или цикличность технологических процессов при обработке крупногабаритных деталей или больших масс сырья (мартены, конвертеры, горнодобывающая промышленность); флюктуации мощных потоков газов или жидкостей (газодинамические или химические установки); б) конструктивные признаки: большие габариты двигателей, наличие замкнутых объемов, возбуждаемых динамически (кабины наблюдения технологического оборудования); подвеска самоходных и транспортно-технологических машин; в) строительные признаки: большие площади перекрытий или ограждений источников шума (смежное расположение административных помещений с производственными); наличие замкнутых звукоизолированных объемов (кабин наблюдений оператора).

Для характеристики инфразвука установлены следующие измеряемые величины:

Для постоянного инфразвука - октавные уровни звукового давления 2, 4, 8, 16 дБ, — среднегеометрическая частота 105 Гц; для 31,5 дБ- 102 Гц.

Для непостоянного инфразвука — общий уровень звукового давления по «линейной» шкале шумомера равен 110 дБ.

Наиболее эффективным и практически единственным средством борьбы с инфразвуком является его снижение в источнике. Существующие меры борьбы с шумом, как правило, неэффективны для инфразвуковых колебаний. Наиболее эффективными являются увеличение быстротходности оборудования, глушения на путях распространения. В качестве индивидуальных средств защиты рекомендуется применение наушников, защищающих ухо от неблагоприятного действия сопутствующего шума. Работающие должны проходить предварительные и периодические медицинские осмотры в сроки и в объеме, установленных для лиц, работающих в условиях воздействия производственного шума.

Ультразвук. Ультразвуком называют неслышимые механические колебания упругой среды с частотой, превышающей верхний пре-

дел слышимости. Весь ультразвуковой диапазон (20 кГц- 1000 МГц) можно условно разделить на низкочастотный (20-100 кГц), который распространяется воздушным и контактным путем, и высокочастотный (100 кГц-1000 МГц), который распространяется только контактным путем.

Ультразвук имеет единую природу со звуком и обладает физико-гигиенические характеристики, т. е. оценивается по частоте колебаний и интенсивности. Интенсивность ультразвука (уровень звукового давления) оценивается в децибелах.

Ультразвуковые колебания подчиняются тем же законам, что и звуковые волны, однако более высокая частота придает им некоторые особенности: а) малая длина волны (менее 1,5 см) дает возможность получать направленный сфокусированный пучок большой энергии; б) ультразвуковые волны способны давать отчетливую акустическую тень, так как размеры экранов всегда будут соизмеримы или больше длины волны; в) проходя через границу раздела двух сред, ультразвуковые волны могут преломляться или поглощаться; г) ультразвук, особенно высокочастотный, практически не распространяется в воздухе, так как звуковая волна, распространяясь в среде, теряет энергию пропорционально квадрату частоты колебаний.

Источниками производственного ультразвука являются генераторы ультразвуковых колебаний, используемые для технологических целей, в медицине и научных исследованиях, а также производственное оборудование, имеющее в спектре шума высокочастотные составляющие. Генератор ультразвука состоит из источников токов высокой частоты и пьезоэлектрического (генерация высокочастотного ультразвука с частотой до 10^9 Гц) или магнетострикционного преобразователя (генерация низкочастотного ультразвука).

Ультразвуковые установки и приборы в зависимости от частотной характеристики делят на две основные группы: 1) аппаратура, генерирующая низкочастотный ультразвук с частотой колебаний 11-100 кГц; 2) установки, в которых используется высокочастотный ультразвук с частотой колебаний в пределах 100 кГц — 100 МГц.

Работники предприятий могут иметь контакты с ультразвуком в следующих случаях: при очистке деталей от масел и окалина для защиты судов от обрастания, котлов и теплообменных аппаратов от накипи; при стирке тканей и шерсти; очистке воздуха от пыли, копоти, химических веществ; при механической обработке сверхтвердых и хрупких материалов - алмаза, стекла, керамики, ювелирных изделий; при обработке семян и борьбе с насекомыми и гусеницами. В пищевой промышленности ультразвук используется при приготовлении сухого молока, замораживании его с целью длительного хранения, при эмульгировании жиров, извлечении

вытяжки из печени; стерилизации инструментов, материалов и упаковок с пищевыми продуктами; при приготовлении вакцин и сывороток; для дефектоскопии металла, бетона, резины и других материалов и изделий из них; для исследования внутренних органов. Он оказывает болеутоляющее, спазмолитическое, противовоспалительное и бактерицидное действие, улучшает крово- и лимфообращение, стимулирует деятельность нервной и эндокринной систем, усиливает защитные реакции организма, снижает артериальное давление, способствует сращиванию переломов, разрушает опухолевые клетки.

Влияние на организм человека. Биологическое действие ультразвука обусловлено его механическим, тепловым и физико-химическим действием. Звуковое давление в ультразвуковой волне может меняться в пределах $\pm 303,9$ кПа (3 атм). Отрицательное давление приводит к возникновению внутри тканевой жидкости полостей и разрывов. Это приводит к деполяризации и деструкции молекул, вызывает их ионизацию, что активизирует реакции, способствует нормализации и ускорению обмена веществ.

Тепловое действие ультразвука связано в основном с поглощением акустической энергии. Тепловой эффект, производимый ультразвуком, может быть очень значительным: при интенсивности ультразвука 4 Вт/см^2 и воздействии его в течение 20 с температура тканей на глубине 2-5 см повышается на $5-6^\circ\text{C}$. Эффект действия ультразвука зависит от его интенсивности. Ультразвук малой (до $1,5 \text{ Вт/см}^2$) и средней ($1,5-3 \text{ Вт/см}^2$) интенсивности вызывает в тканях положительные биологические эффекты, стимулирует протекание физиологических процессов.

Ультразвук большой интенсивности ($3-10 \text{ Вт/см}^2$) оказывает вредное воздействие как на отдельные органы, так и на весь организм. Профессиональное заболевание, которое развивается от воздействия ультразвука, называется вегетативно-сенсорной полиневропатией (ангионеврозом) рук. Оно развивается в результате контакта рук работника с оборудованием, генерирующим ультразвуковые колебания. Первые жалобы пострадавшие предъявляют на зябкость рук, боли в кистях, ползание «мурашек», которые возникают после двух-трех лет работы. На медицинском осмотре обнаруживаются синюшность кожи рук, понижение чувствительности, ломкость ногтей, уменьшение объема мышц на руках. Впоследствии возможны утолщения пальцев, помутнение ногтей на руках. Данные признаки заболевания сопровождаются головными болями, головокружениями, общей слабостью, быстрой утомляемостью, расстройством сна, раздражительностью. Ультразвук по сравнению с шумом в меньшей степени влияет на функцию слухового анализатора. Однако наблюдается функциональное расстройство слуха, которое может закончиться развитием сенсоневральной тугоухости.

Гигиеническое нормирование и профилактика. Основу гигиенического нормирования составляет гигиеническое нормирование. Гигиенические регламенты ультразвука отражены в СанПиИ 2.2.4/2.1.8582-96 «Гигиенические требования при работе с источниками воздушного контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения» и ГОСТе 12.1.001-89 «Ультразвук. Общие требования безопасности».

Допустимые уровни ультразвука в зонах контакта рук и других частей тела оператора с рабочими органами приборов и установок (контактное озвучивание) не должны превышать 110 дБ. Кроме того, можно оценивать ультразвук при контактной передаче по интенсивности, в этом случае допустимый уровень составляет $0,1 \text{ Вт/см}^2$. Приведем допустимые уровни звукового давления на рабочих местах, которые должны находиться в пределах 80-110 дБ:

Среднегеометрическая частота третьоктавных полос, кГц:	Уровень звукового давления, дБ:
12,5	80
16,0	90
20,0	100
25,0	15
31,5-100	110

Существенное значение для улучшений условий труда имеет предупредительный санитарный надзор в целях разработки безопасной ультразвуковой техники. Завод изготовитель в эксплуатационной документации производственного оборудования должен указывать ультразвуковую характеристику, в которой приведены уровни звукового давления этого оборудования, измеренные в контрольных точках вокруг него.

Организационные мероприятия заключаются в соблюдении режима труда и отдыха (при контакте с ультразвуком более 50% рабочего времени рекомендуется делать перерывы продолжительностью 15 мин через 1,5 ч работы) и запрещении сверхурочных работ.

Для предупреждения указанных нарушений здоровья установлены предварительные перед поступлением на работу и периодические раз в год медицинские осмотры.

На работах при контакте с ультразвуком нельзя работать лицам, имеющим заболевания периферической нервной системы и сосудов. Заболевшим рекомендуется временное отстранение от работы на оборудовании с ультразвуковыми колебаниями и лечение, а при безуспешном исходе – перевод на работу вне контакта с ультразвуком.

При лечении значительный положительный эффект дает комплекс физиотерапевтических процедур (массаж, УФ-излучение, водные процедуры, витаминизация).

5.1.3. Неионизирующие излучения

Первые сведения об электричестве и магнетизме появились много веков тому назад, но только к концу XIX в. учение об электромагнетизме получило широкое развитие, особенно после открытия Максвеллом законов электродинамики. Одним из основных понятий в теории электромагнетизма является понятие поля (магнитного, электрического, электромагнитного).

Электромагнитное поле (ЭМП) – особая форма существования материи, создаваемая движущимися и неподвижными электрическими зарядами в воздушном пространстве. ЭМП распространяется в виде электромагнитных волн со скоростью, близкой к скорости света. Основными параметрами ЭМП являются длина волны, частота колебаний и скорость распространения.

Электромагнитное поле характеризуется совокупностью переменного электрического и неразрывно с ним связанного магнитного полей. Напряженность электрического поля измеряется в единицах В/м, а напряженность магнитного поля – в единицах А/м. Напряженность является силовой характеристикой поля. Но существует еще энергетическая характеристика – поверхностная плотность потока энергии излучения (ППЭ), единицей которой является Вт/м^2 .

К ЭМП относятся электростатическое, постоянное магнитное, низко- и сверхнизкочастотные поля, электромагнитное поля радиочастот, инфракрасное, видимое, лазерное и УФ-излучение. Спектр ЭМП приведен в табл. 5.9. Человек постоянно подвергается воздействию естественных магнитных и электрических полей. Вокруг Земли существует электромагнитное поле, магнитная напряженность которого составляет 400 А/м, а электрическая – 100 В/м. Эти значения колеблются в зависимости от широты и высоты над поверхностью Земли и изменяются во времени (рис. 5.6-5.8). Быстрые изменения геомагнитного поля, такие как магнитные возмущения, магнитные бури, возникающие в связи с усиленным притоком электрически заряженных частиц с поверхности Солнца, играют значительную роль в функционировании организма человека. Так, в периоды интенсивной солнечной активности ухудшается общее состояние людей, увеличивается количество сердечно-сосудистых заболеваний. Рассмотрим, с какими видами ЭМП человек встречается в условиях производства.

Электромагнитные поля радиочастот. Электромагнитные поля радиочастот характеризуются рядом свойств (способность нагревать материалы, распространяться и отражаться от границы раздела двух сред, взаимодействовать с веществом), благодаря которым ЭМП широко используются при термообработке металлов, лаке, плавке металлов, сварке полимеров для обложек книг, папок, пакетов, игрушек, спецодежды, нагреве пластмасс, в радиосвязи,

Спектр излучения электромагнитного поля
электромагнитного поля

№ п/п	Диапазон частот			Диапазон волн		
	Граница диапазона, Гц	Наименование международного	Название, принятое в гигиенической практике	Граница диапазона, м	Наименование международного	Название, принятое в гигиенической практике
—	0	—	Постоянное (статическое) поле	—	—	—
—	До 3	—	Инфразвуковые частоты	Свыше 10 ⁸	—	—
1	3·10 ¹	Крайне низкие (КНЧ)	—	10 ⁸ -10 ⁷	Декаметровые	—
2	3·10 ¹ -3·10 ²	Сверхнизкие	—	10 ⁷ -10 ⁶	Метровые (СНЧ)	—
3	3·10 ² -3·10 ³	Инфранизкие (ИНЧ)	Звуковые частоты	10 ⁶ -10 ⁵	Гектометровые	—
4	3·10 ³ -3·10 ⁴	Очень низкие	—	10 ⁵ -10 ⁴	Мириаметровые (ОНЧ)	Сверхдлинные волны (СДВ)
5	3·10 ⁴ -3·10 ⁵	Низкие (НЧ)	—	10 ⁴ -10 ³	Километровые	Длинные волны (ДВ)

6	3·10 ⁵ -3·10 ⁶	Средние (СЧ)	Высокие частоты (ВЧ)	10 ³ -10 ²	Гектометровые	Средние волны (СВ)
7	3·10 ⁶ -3·10 ⁷	Высокие (ВЧ)	Высокие частоты (ВЧ)	10 ² -10 ¹	Декаметровые	Короткие волны (КВ)
8	3·10 ⁷ -3·10 ⁸	Очень высокие (ОВЧ)	Ультравысокие частоты (УВЧ)	10-1	Метровые	Ультракороткие (УКВ)
9	3·10 ⁸ -3·10 ⁹	Ультравысокие (УВЧ)	Ультравысокие частоты (УВЧ)	1-10 ⁻¹	Дециметровые	—
10	3·10 ⁹ -3·10 ¹⁰	Сверхвысокие (СВЧ)	Сверхвысокие частоты (СВЧ)	10 ⁻¹ -10 ⁻²	Сантиметровые	Микроволны
11	3·10 ¹⁰ -3·10 ¹¹	Крайневысокие (КВЧ)	Тоже	10 ⁻² -10 ⁻³	Миллиметровые	—
12	3·10 ¹¹ -3·10 ¹²	Гипервысокие (ГВЧ)	—	10 ⁻³ -10 ⁻⁴	Децимиллиметровые	Инфракрасные
—	3·10 ¹² -3·10 ¹⁶	—	—	10 ⁻⁴ -7,5·10 ⁻⁷	—	Видимые
—	4·10 ¹⁶ -7,5·10 ¹⁶	—	—	7,5·10 ⁻⁷ -4·10 ⁻⁷	—	—
—	7,5·10 ¹⁷ -3·10 ¹⁷	—	—	4·10 ⁻⁷ -10 ⁻⁹	—	Ультрафиолетовые

телевидении, медицине, радиоспектроскопии, геодезии, физиотерапии, для вулканизации резины, при термической обработке пищевых продуктов, стерилизации, пастеризации, вторичного разогрева пищевых продуктов.

Поскольку в зоне индукции на работников воздействуют различные по величине электрические и магнитные поля, интенсивность их облучения низкими частотами (НЧ), средними (СЧ) и высокими (ВЧ) и очень высокими частотами (ОВЧ) оценивается раздельно величинами направленности электрической и магнитной составляющих поля. В волновой зоне, в которой практически находятся работники при изготовлении и применении аппаратуры, генерирующей дециметровые волны (УВЧ), сантиметровые (СВЧ) и миллиметровые (КВЧ) волны, интенсивность поля оценивается величиной плотности потока энергии.

При оценке условий труда учитываются интенсивность, время воздействия ЭМП и характер облучения (непрерывный, прерывистый, интермиттирующий). При эксплуатации радиочастотных установок наряду с ЭМП существенное значение могут иметь сопутствующие физические и химические вредные производственные факторы (шум, высокие и низкие температуры, загазованность воздуха и др.), обусловленные работой генераторных схем и особенностями технологических процессов.

Влияние на организм человека. По законам физики изменения в веществе может вызвать только та часть энергии излучения, которая поглощается этим веществом, а отраженная или проходящая через него энергия действия не оказывает. Электромагнитные волны лишь частично поглощаются тканями биологического объекта, поэтому биологический эффект зависит от физических параметров ЭМП радиочастот: длины волны (частоты колебаний), интенсивности и режима излучения (непрерывный, прерывистый, импульсно-модулированный), продолжительности и характера облучения организма (постоянное, прерывистое, интермиттирующее), а также от площади облучаемой поверхности и анатомического строения органа и значимости для жизнедеятельности или ткани. Степень поглощения энергии тканями зависит от их способности к ее отражению на границах раздела, определяемой соотношением

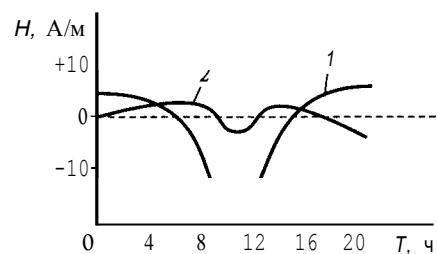


Рис. 5.6. Динамика напряженности электрического (1) и магнитного (2) полей Земли в зависимости от времени суток

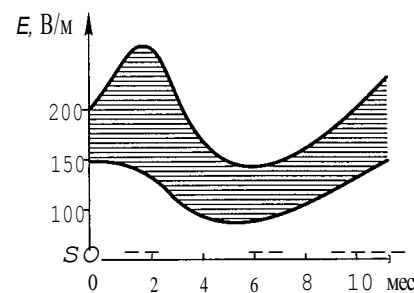


Рис. 5.7. Сезонные изменения напряженности электрического поля Земли в течение года

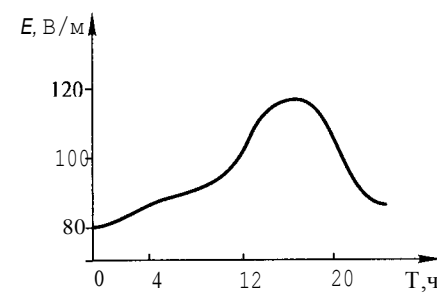


Рис. 5.8. Изменение напряженности электрического поля Земли в зависимости от времени суток

магнитной энергии внешнего поля в тепловую, что сопровождается повышением температуры тела или локальным избирательным нагревом тканей, органов, клеток, особенно с плохой терморегуляцией (хрусталик, стекловидное тело, семенники и др.). Тепловой эффект зависит от интенсивности облучения.

Переменные и постоянные электрические и магнитные поля, воздействуя на организм человека, провоцируют у него возникновение различной патологии. Их действию подвержены такие системы как нервная, сердечно-сосудистая, эндокринная. У лиц, подвергающихся длительному воздействию неионизирующего излучения, снижается защитная иммунная функция. На этом фоне увеличивается количество заболеваний инфекционными болезнями органов дыхания, слуха и других систем органов, функциональных расстройств центральной нервной и эндокринной систем. Особенно чувствительны к воздействию данного фактора дети. В производственных условиях длительное воздействие значительных параметров этих полей приводит к повышенной заболеваемости с временной утратой трудоспособности. Это указывает, что описываемый вредный производственный фактор увеличивает уровень производственно обусловленной заболеваемости.

Из профессиональных заболеваний под воздействием указанных излучений возникают такие виды патологии как вегетативно-сенсорная дистония, астенический, астеновегетативный и гипоталамический синдромы и катаракта.

При вегетативно-сенсорной диетании (рассогласованности) заболевшие жалуются на головные боли, головокружения, зябкость или жар, усиленное слюноотделение или сухость во рту, нарушение сна, общую слабость и повышенную утомляемость. Их беспокоит сердцебиение, неприятные ощущения в области сердца, одышка при волнении, обмороки, неустойчивый аппетит, тошнота. При медицинском осмотре отмечаются усиление сухожильных рефлек-

ПДУ энергетических экспозиций ЭМП диапазона частот более 30 кГц — 300 ГГц

Параметр и единица измерения	ЭнДУ в диапазонах частот, МГц				
	>0,03-3	>3-30	>30-50	>50-300	300-3 000 000
ЭЭЕ, (В/м) ² ч	20 000	7000	800	800	—
ЭЭН, (А/м) ² ч	200	—	0,72	—	—
ЭЭППЭ, (мкВт/см ²)ч	—	—	—	—	200

ЭМП-излучения в условиях производства. В основе поражений лежит тепловой эффект, который обладает способностью к кумуляции. Помимо этого следует иметь в виду и возможность неблагоприятного воздействия ЭМП-излучения на сетчатку и другие анатомические образования зрительного анализатора.

Гигиеническое нормирование и профилактика. Контроль за источниками ЭМИ РЧ осуществляют в соответствии с СанПиИ 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях».

Оценку воздействия ЭМИ РЧ осуществляют по энергетическом экспозиции (ЭЭ), которая определяется интенсивностью ЭМИ РЧ и временем его воздействия на человека. Различают формулы:

$$ЭЭЕ = E^2 T;$$

$$ЭЭН = H^2 T,$$

где ЭЭЕ- энергетическая экспозиция, создаваемая электрическим полем, (В/м)² ч; **E**- напряженность электрического поля, В/м; **T**- время воздействия, ч; ЭЭН — энергетическая экспозиция, создаваемая магнитным полем, (А/м) ч; **H**-напряженность магнитного поля, А/м.

Таблица 5.12

Максимальные ПДУ напряженности и плотности потока энергии ЭМП диапазона частот более 30 кГц — 300 ГГц

Параметр и единица измерения	Максимально допустимый уровень в диапазоне частот, МГц				
	0,03-3	3-30	30-50	50-300	300-3 000 000
E , В/м	500	300	80	80	—
H , А/м	50	—	3,0	—	—
ППЭ, мкВт/см ²	—	—	—	—	1000 5000*

* Для условий локального облучения кистей рук.

сов, дрожание век и рук, колебания кровяного артериального давления. Подобные явления бывают приступообразными и временными и выражаются в снижении или повышении пульса и артериального давления, сонливости или возбуждении.

Астенический синдром рассматривается как проявление начальной стадии заболевания. Больные предъявляют жалобы на головную боль, головокружение, утомляемость, раздражительность, нарушение сна, боли в области сердца. Характерно пониженное артериальное давление, замедление сердечных сокращений.

Астеновегетативный синдром -это умеренно выраженная стадия заболевания на фоне жалоб, характерных для астенического синдрома. Появляются неустойчивость кровяного артериального давления, склонность к сосудистым спазмам. Приступообразные головные боли могут сопровождаться тошнотой, шумом в голове, болями и перебоями в сердце, чувством нехватки воздуха. При обследовании выявляются эмоциональная неустойчивость, дрожание век и вытянутых рук, необычная реакция на физическую нагрузку, изменения на электрокардиограмме.

Гипоталамический синдром —выраженная стадия заболевания. Характеризуется более глубоким поражением вегетативных функций. Он проявляется постоянными жалобами на головные боли, головокружения, чувство жара или озноба, общую слабость, психогенную тошноту или рвоту, обморочные состояния. Во время кризов (приступов) отмечаются общая слабость, сердцебиением, учащенным дыханием, бледность, похолодание конечностей, озноб, жажда, чувство тревоги и страха.

При начальной и умеренной клинике заболевания после выздоровления возможно возвращение работника на прежнее место при условии, что излучение не превышает ПДУ. При выраженной стадии заболевания необходимо решение вопроса о степени утраты трудоспособности.

Поражение глаз в виде помутнения хрусталика является одним из наиболее характерных специфических последствий воздействия

Таблица 5.10

ПДУ постоянного магнитного поля

Время воздействия за рабочий день, мин	Условие воздействия			
	общее		локальное	
	ПДУ напряженности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл	ПДУ напряженности, кА/м	ПДУ магнитной индукции, мТл
0—10	24	30	40	50
11—60	16	20	24	30
61—480	8	10	12	15

Согласно указанным нормативам, энергетическая экспозиция на рабочий день (смену) не должна превышать значений, указанных в табл. 5.10- 5.12.

Защитные мероприятия при работе с источниками ЭМП должны начинаться на стадии проектирования. Большое значение имеет паспортизация установок. Паспорт должен включать в себя технические данные генератора (мощность, частотный диапазон, значение), схему размещения в производственном помещении, сроки планового ремонта, режим работы, меры защиты работника от излучения. На действующих объектах следует предусматривать предотвращение попадания людей в зоны с высокой напряженностью ЭМП, создание санитарно-защитных зон вокруг антенных сооружений различного назначения. Нахождение персонала в местах с интенсивностью ЭМИ РЧ, превышающей ПДУ для минимальной продолжительности воздействия, разрешается только с использованием средств индивидуальной защиты. Необходимо использовать инженерно-техническую защиту: электрогерметизацию, экранирование, специальную одежду, выполненную из металлизированной ткани, и защитные очки.

В целях предупреждения ранней диагностики и лечения нарушений в состоянии здоровья работники, подвергающиеся действию ЭМИ РЧ, должны проходить предварительные и периодические медицинские осмотры раз в два года. Переводу на работу, не связанную с воздействием ЭМИ РЧ, подлежат женщины в период беременности и кормления ребенка грудью. Не должны работать с указанными излучениями лица, имеющие заболевания глаз, выходящую дистонию.

Электрические поля промышленной частоты. С развитием энергетики и электрификации на современном этапе создание единых энергетических систем сопровождается расширением сети высоковольтных линий электропередач (ЛЭП) и увеличением напряжений на них до тысяч киловольт. Это обуславливает возможность неблагоприятного воздействия ЭМП промышленной частоты на персонал, обслуживающий действующие подстанции, производящие строительные, монтажные, наладочные работы в зоне ЛЭП. В зависимости от характера выполняемой работы и времени облучения электрическим полем различной напряженности колеблется от нескольких минут до нескольких часов за рабочую смену.

Интенсивность ЭМП промышленной частоты оценивают по напряженности электрической и магнитной составляющих. Она зависит от напряжения на линии, высоты подвеса, существующих проводов и удаления от них.

Влияние на организм. При длительном воздействии ЭП отмечаются субъективные расстройства в виде жалоб невротического характера (чувство тяжести и головная боль в височной и затылоч-

ной областях, ухудшение памяти, повышенная утомляемость, ощущение вялости, разбитость, раздражительность, боли в области сердца, расстройство сна; угнетенное настроение, апатия, своеобразная депрессия с повышенной чувствительностью к яркому свету, резким звукам и другим раздражителям), проявляющиеся к концу рабочей смены. Разнообразные расстройства в состоянии здоровья работников, обусловленные функциональными нарушениями в деятельности нервной и сердечно-сосудистой систем, являются одними из первых проявлений профессиональной патологии.

Гигиеническое нормирование. Допустимые уровни напряженности ЭП предусмотрены СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях» и ГОСТом 12.1.002-84 «Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах».

Стандарт устанавливает предельно допустимые уровни напряженности ЭП частотой 50 Гц для персонала, обслуживающего электроустановки и находящегося в зоне влияния создаваемого ими ЭП, в зависимости от времени пребывания в ЭП, а также требования к проведению контроля уровней напряженности ЭП на рабочих местах.

Допустимое время пребывания в ЭП напряженностью 5-20 кВ/м включительно вычисляется по формуле

$$T = \frac{50-2}{E}$$

где T - допустимое время пребывания в ЭП при соответствующем уровне напряженности, ч; E - напряженность воздействующего ЭП в контролируемой зоне, кВ/м. Допустимое время пребывания в ЭП может быть реализовано одноразово или дробно в течение рабочего дня. В остальное рабочее время напряженность ЭП не должна превышать 5 кВ/м. Воздействие электрических разрядов, возникающих в зоне влияния ЭП, на работника недопустимо.

К массовым средствам защиты от действия ЭП частотой 50 Гц относятся: а) стационарные экранирующие устройства (козырьки, навесы, перегородки); б) переносные (передвижные) экранирующие устройства (инвентарные навесы, палатки, перегородки, щиты, зонты, экраны и др.).

К индивидуальным средствам защиты относятся: защитный костюм (куртка и брюки, комбинезон, экранирующий головной убор); металлическая или пластмассовая каска для теплого времени года, специальная обувь, имеющая электропроводящую резиновую подошву или выполненную целиком из электропроводящей резины.

Все элементы стационарных, переносных, а также индивидуальных средств защиты должны иметь электрический контакт между собой и должны быть заземлены.

Электростатические поля. Электростатические поля (ЭСП) образуются за счет неподвижных электрических зарядов и их взаимодействия. Они могут существовать как в пространстве, так и на поверхности материалов и оборудования. Эти поля характеризуются напряженностью, определяемой отношением силы действующей в поле на точечный электрический заряд, к величине этого заряда. Они создаются в энергетических установках и при технологических процессах.

Электростатические поля используются для электрогазоочистки, электростатической сепарации руд и материалов, электростатического нанесения лакокрасочных и полимерных материалов, электросваривания. В радиоэлектронной промышленности статическое электричество образуется при изготовлении, транспортировке и хранении полупроводниковых приборов, интегральных микросхем, при шлифовании и полировке, в помещениях вычислительных центров, на участках множительной техники, а также там, где применяются диэлектрические материалы, являясь побочным нежелательным фактором. Например, электризация текстильных волокон на прядильных и ткацких фабриках наблюдается практически по всему технологическому процессу. Уровни напряженности ЭСП достигают 20-60 кВ/м и выше. В химической промышленности при производстве пластических материалов и изделий из них (изготовление бумажного линолеума, шинного корда, полистирольных пленок) также происходит образование электростатических зарядов и полей напряженностью 240-250 кВ/м.

Воздействие на организм. Наиболее чувствительными к электростатическим полям являются нервная, сердечно-сосудистая, нейрорегуляторная системы организма.

У работников встречаются жалобы на раздражительность, головную боль, нарушение сна, снижение аппетита. Характерны своеобразные <<фобии>>, обусловленные страхом ожидаемого разряда. Склонность к ним обычно сочетается с повышенной эмоциональностью.

Гигиеническое нормирование и средства защиты. Допустимые уровни напряженности электростатического поля на рабочих местах регламентируются ГОСТ 12.1.045-84 <<Электрические поля>>. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля>>, а также СН 1757-77 <<Санитарно-гигиенические нормы допустимой напряженности электростатического поля>>, СанПиИ 2.2.4.1191-03 <<Электромагнитные поля в производственных условиях>>.

Предельно допустимый уровень напряженности электростатических полей (Е_{пред}) устанавливается равным 60 кВ/м в течение 1 ч. При напряженности ЭСП менее 20 кВ/м время пребывания в ЭСП не регламентируется.

В диапазоне напряженности 20-60 кВ/м допустимое время пребывания персонала в ЭСП без средств защиты Т_{доп} ч, определяется по формуле

$$T_{\text{доп}} = \left(\frac{E_{\text{пред}}}{E_{\text{факт}}} \right)^2$$

где E_{факт} — измеренное значение напряженности ЭСП, кВ/м.

Применение средств защиты работников обязательно в тех случаях, когда фактические уровни напряженности ЭСП на рабочих местах превышают 60 кВ/м. В качестве индивидуальных средств защиты могут применяться антистатические обувь, халаты, заземляющие браслеты для защиты рук и другие средства, обеспечивающие заземление тела человека.

Лазерное излучение. Слово <<лазер>> — аббревиатура, образованная из начальных букв английской фразы *Light amplification by stimulated emission of radiation* — усиление света за счет создания стимулированного излучения. Следовательно, лазер, или оптический квантовый генератор, — это генератор электромагнитного излучения оптического диапазона, основанный на использовании вынужденного излучения.

Лазер как техническое устройство состоит из трех основных элементов: активной среды, системы накачки и соответствующего резонатора. В зависимости от характера активной среды лазеры подразделяются на следующие типы: твердотельные (на кристаллах или стеклах), газовые лазеры на красителях, химических, полупроводниковые и др. В качестве резонатора обычно используются плоскопараллельные зеркала с высоким коэффициентом отражения, между которыми размещается активная среда. Накачка, т. е. перевод атомов активной среды на верхний уровень, обеспечивается или посредством мощного источника света, или электрическим разрядом.

За счет монохроматичности лазерного луча и его малой расходимости создаются исключительно высокие энергетические экспозиции, позволяющие получить локальный термоэффект. Это является основанием для использования лазерных установок в промышленности при обработке материалов (резание, сверление, точечная и шовная сварка, пайка, поверхностная закалка и др.), в медицине.

Лазерное излучение способно распространяться на значительные расстояния и отражаться от границы раздела двух сред, что позволяет применять это свойство для целей локации, навигации, связи и т. д.

В настоящее время наибольшее распространение получили лазеры, генерирующие электромагнитные излучения с длиной волны 0,33; 0,40; 0,63; 0,69; 1,06; 10,6 мкм. Диапазон длин волн электро-

магнитного излучения включает следующие области: ультрафиолетовую (0,2-0,4 мкм), оптическую (0,4-0,75 мкм), ближнюю инфракрасную (0,75-1,4 мкм), дальнюю инфракрасную (свыше 1,4 мкм).

Основные технические характеристики лазеров следующие:

длина волны, мкм;

интенсивность излучения лазеров, определяемая как отношение потока энергии излучения, падающего на участок поверхности, к площади этого участка, Вт/см²;

энергетическая экспозиция, т.е. отношение энергии излучения, определяемой на рассматриваемой поверхности, к площади участка, Дж/см²;

длительность импульса, с;

частота повторения импульсов, Гц.

При изготовлении и работе с лазерными установками обслуживающий персонал может подвергаться воздействию прямого (выходящего непосредственно из лазера), рассеянного (рассеянного средой, сквозь которую проходит излучение) и отраженного излучений. Отраженное излучение может быть зеркальным (в этом случае угол отражения от поверхности равен углу падения на нее) и диффузным (излучение, отраженное от поверхности в различных направлениях). При эксплуатации лазеров в закрытых помещениях на персонал, как правило, распространяется рассеянное и отраженное излучения; в условиях открытого пространства возникает реальная опасность воздействия прямых лучей. Органами-мишенями для лазерного излучения являются кожа и глаза. В основу классификации лазеров положена степень опасности лазерного излучения для обслуживающего персонала. По этой классификации лазеры разделены на четыре класса:

1) безопасные - выходное излучение не опасно для глаз;

2) малоопасные - опасно для глаз прямое или зеркально отраженное излучение;

3) среднеопасные - опасно для глаз прямое, зеркально, а также диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности и (или) для кожи прямое или зеркально отраженное излучение;

4) высокоопасные - опасно для кожи диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности.

Классификация определяет специфику воздействия излучения на орган зрения и кожу. В качестве ведущих критериев при оценке степени опасности генерируемого излучения приняты мощность (энергия), длина волны, длительность импульса и экспозиция облучения. Работа с лазерами в зависимости от конструкции, мощности, условий эксплуатации разнообразных лазерных систем и другого оборудования может сопровождаться воздействием на персонал вредных производственных факторов, которые разделяют на основные и сопутствующие. К основным факторам относятся

прямое, зеркально отраженное и рассеянное лазерное излучение, степень выраженности его определяется классом лазера и особенностями технологического процесса.

Сопутствующие факторы входят в комплекс физических и химических вредных производственных факторов, возникающих при работе лазеров, и могут усиливать неблагоприятное действие излучения на организм, а в некоторых случаях имеют самостоятельное значение. По способу образования они подразделяются на две группы: к первой относятся факторы, возникающие в результате собственно работы лазеров, степень выраженности их зависит от физико-технических параметров лазерной установки; ко второй — факторы, образующиеся при взаимодействии лазерного излучения с обрабатываемыми материалами или с различными элементами системы по ходу луча.

Вредные производственные факторы:

Источник (причина возникновения):

Группа 1

Лазерное прямое излучение
Импульсные световые вспышки
УФ-излучение

Лазер (активное тело)

Излучение импульсных ламп накачки

Излучение импульсных ламп накачки: кварцевые газоразрядные трубки и кюветы

Озон и оксиды азота

Ионизация воздуха при разрядке импульсных ламп накачки

Шум

Работа вспомогательных элементов лазерной установки

Низкоэнергетическое рентгеновское излучение
Электромагнитные поля радиочастот
Агрессивные и токсичные жидкости

Рабочее напряжение лазера свыше 10 кВ
ВЧ и УВЧ процесс накачки

Активная среда, охлаждающие жидкости

Группа 2

Диффузно и зеркально отраженное лазерное излучение

Взаимодействие лазерного луча с различными элементами по ходу луча

Рассеянное лазерное излучение

Взаимодействие лазерного луча с неоднородными средами

Световые вспышки
Импульсный шум

Излучение пламенного факела
Звуковые импульсы в результате взаимодействия импульсного лазерного луча с обрабатываемым материалом

Загрязнение воздушной среды аэрозолями и газами

Электрические поля высокой интенсивности, высокотемпературная плазма, являющаяся источником кратковременного рентгеновского и нейтронного излучения (в фокусе лазерного луча)

Поэтому специалисты в области охраны труда должны не только осуществлять дозиметрию лазерного излучения, но и давать оценку сопутствующим факторам.

Биологическое действие лазерного излучения. Действие лазеров на организм зависит от параметров излучения (мощности и энергии излучения на единицу облучаемой поверхности, длины волны, длительности импульса, частоты следования импульсов, времени облучения, площади облучаемой поверхности), локализации воздействия и от анатомо-физиологических особенностей облучаемых объектов.

Лазерное излучение способно вызвать первичные эффекты, к которым относятся органические изменения, возникающие непосредственно в облучаемых тканях, и вторичные эффекты - специфические изменения, возникающие в организме в ответ на облучение.

Термический эффект импульсных лазеров большой интенсивности имеет специфические особенности. При действии излучения импульсного лазера в облучаемых тканях происходит быстрый нагрев структур. Если излучение соответствует режиму свободной генерации, т. е. за время импульса (длительность в пределах 1 мс) тепловая энергия вызывает термический ожог тканей. В результате быстрого нагрева структур до высоких температур происходит резкое повышение давления из-за моментального вскипания жидкостной части в облучаемых тканевых элементах, что приводит к механическому повреждению тканей. Например, в момент воздействия на глаз или на кожу импульс излучения субъективно ощущается как точечный удар. С увеличением энергии в импульсе излучения ударная волна возрастает. Таким образом, лазерное излучение приводит к сочетанному (термическому с механическим) эффекту.

При воздействии лазера на орган зрения эффект в значительной степени зависит от длины волны и локализации воздействия. Выраженность морфологических изменений может быть от полной потери зрения до инструментально выявляемых функциональных нарушений. Лазерное излучение видимой и ближней инфракрасной области спектра при попадании в орган зрения достигает сетчатки,

Продукты деструкции обрабатываемых лазерным лучом материалов

Взаимодействие особо мощного лазерного излучения с обрабатываемым веществом

а УФ-излучение и излучение дальней инфракрасной областей спектра поглощаются конъюнктивой, роговицей, хрусталиком.

При применении лазеров большой мощности и расширении их практического использования возросла опасность случайного повреждения не только органа зрения, но и кожных покровов, и даже внутренних органов. Характер повреждений кожи или слизистых оболочек варьирует от легкой гиперемии (покраснения) до различной степени ожогов, вплоть до грубых патологических изменений типа некроза (омертвление).

Действие лазерных излучений наряду с морфофункциональными изменениями тканей непосредственно в месте облучения вызывает разнообразные функциональные сдвиги в организме. В частности, развиваются изменения в центральной нервной, сердечно-сосудистой, эндокринной системах, которые могут приводить к нарушению здоровья. Указанные функциональные расстройства, если не принять соответствующих мер оздоровления условий труда, могут закончиться возникновением заболеваний данных систем, что можно трактовать как производственно обусловленную заболеваемость.

Лазерное излучение как составная часть неионизирующего излучения при действии на организм человека может привести к его повреждению. В качестве профессиональных заболеваний в данном случае необходимо назвать местные поражения тканей: ожоги кожи и поражения роговицы и сетчатки глаза, возникающие довольно быстро.

Ожоги кожи возникают от прямого и отраженного излучения. На ней возникают покраснения, отек, болезненность с последующим образованием пузырей, иногда вплоть до образования струпа и рубца. В зависимости от степени ожогов пострадавшие должны быть освобождены от работы и направлены на лечение.

Поражения роговицы и сетчатки глаза могут возникать через короткое время после облучения. Чаще всего последствия лазерного облучения органа зрения ограничиваются проходящими функциональными нарушениями в виде расстройства темновой адаптации, изменений чувствительности роговицы, временной слепоты. Пострадавшие от более мощного пучка лазерных лучей могут испытать ощущение удара, толчка в глаз, после этого на глазном дне возможно обнаружить отек сетчатки, ожог, кровоизлияния, а впоследствии - изменение остроты зрения. Ожоги роговицы болезненны и вызывают ее помутнение. Лица, длительно работающие с лазером, жалуются на повышенную утомляемость глаз к концу рабочего дня, тупые и режущие боли, жжение, непереносимость яркого света, слезотечение или сухость в глазах, чувство жара и тяжесть век при мало меняющейся остроте зрения. Помутнения наблюдаются и в хрусталике, и в стекловидном теле; возможно развитие катаракты.

Гигиеническое нормирование и профилактические мероприятия
 Гигиеническое нормирование основано на критериях биологического действия, обусловленного областью электро магнитного спектра. В основу установления ПДУ положены минимальные пороговые повреждения в облучаемых тканях (сетчатке, роговице, коже).

Порядок контроля за состоянием производственной среды при использовании лазерных установок рассматривается в «Санитарных нормах и правилах устройства и эксплуатации лазера» СН 5804-91 и ГОСТе 12.1.040-83 «Лазерная безопасность. Общие положения». Нормируемыми параметрами лазерного излучения являются: энергетическая экспозиция — H , Дж/м²; облученность — E , Вт/м².

Для каждого режима работы, участка оптического диапазона ПДУ определяются по специальным формулам и таблицам. Например, значения ПДУ энергетической экспозиции при воздействии УФ-излучения спектра приведены ниже.

Длина волны, мкм	ПДУ, Дж/см ²
0,200-0,210	1 · 10 ⁻⁸
0,210-0,215	1 · 10 ⁻⁷
0,215-0,290	1 · 10 ⁻⁶
0,290-0,300	1 · 10 ⁻⁵
0,300-0,370	1 · 10 ⁻⁴
Свыше 0,370	1 · 10 ⁻³

Для ПДУ непрерывного лазерного излучения выбирают энергетическую экспозицию наименьшей величины, не вызывающей биологических эффектов (с учетом длины волны и длительности воздействия). Для импульсно-периодического действия ПДУ излучения рассчитывают с учетом частоты повторения и воздействия серии импульсов.

В целях исключения облучения работников необходимо ограждение лазерной зоны, экранирование пучка излучения. Экраны должны изготавливаться из материалов с наименьшим коэффициентом отражения, быть огнестойкими и не выделять токсических веществ при воздействии на них лазерного излучения. Для лазеров четвертого класса опасности рекомендуется применение дистанционного управления. Для удаления токсичных газов, паров и пыли рабочие места должны оборудоваться приточно-вытяжной вентиляцией. К индивидуальным средствам защиты относятся специальные очки, щитки, маски, обеспечивающие снижение облучения глаз до установленных уровней. Лица, поступающие на работу, должны быть заранее осмотрены медицинской комиссией и раз в год проходить медицинский осмотр. Если у них обнаруживаются заболевания кожи или глаз, им не следует работать с лазерным излучением.

5.1.4. Излучения оптического диапазона

Электромагнитный спектр Солнца в разных областях имеет длину волны примерно от 0,1 до 100 000 нм:

Диапазон радиочастот	> 100 000
Далекая инфракрасная область	100 000-10 000
Инфракрасная область	10 000-760
Видимая, или оптическая, область	760-400
Ультрафиолетовая область	400-120
Крайняя ультрафиолетовая область	120-10
Низкоэнергетическое рентгеновское излучение	10-0,1
Высокоэнергетическое рентгеновское излучение	<0,1

Солнечное электромагнитное излучение распространяется в космическом пространстве со скоростью 300 000 км/с и достигает поверхности Земли всего за 8 мин. Солнечное излучение, проходя через земную атмосферу, вследствие взаимодействия с последней, ослабляется. Излучение с длиной волны менее 290 нм (рентгеновское, короткое УФ- и у-излучение) полностью поглощается кислородом и озоном в верхних слоях земной атмосферы. Излучение с длиной волны 700 нм (видимое и преимущественно инфракрасное) избирательно поглощается кислородом в верхнем слое земной атмосферы и водяными паром в околоземном. Для остальных длин волн земная атмосфера прозрачна. Кроме поглощения излучение ослабляется при рассеивании на молекулах воздуха, частичках пыли и водяных каплях.

Количество солнечного излучения, доходящего до земной поверхности, зависит от большого числа природных и антропогенных факторов: географической широты местности, сезона года, времени суток, рельефа местности, загрязненности воздуха, климата, погоды. В зависимости от высоты стояния Солнца меняется соотношение составляющих солнечного излучения (табл. 5.13).

Различают солнечное излучение прямое, исходящее непосредственно от Солнца, рассеянное — от небесного свода и отраженное — от поверхности различных предметов. Сумма всех видов излучения, падающего на горизонтальную поверхность, называется суммарным излучением. Относительная доля рассеянного излучения в общем потоке солнечного излучения по мере увеличения высоты стояния Солнца уменьшается. Коротковолновое излучение рассеивается больше, чем длинноволновое. Облака, отражая прямое излучение, обычно увеличивают общий поток рассеянного излучения. Это имеет значение тогда, когда отражательная способность земной поверхности (альbedo) увеличена. Величина альbedo зависит от характера подстилающей

Таблица 5.13

Зависимость энергии излучения областей электромагнитного спектра Солнца от высоты стояния его над горизонтом

Расположение и высота стояния Солнца, град	Энергия излучения области спектра, %		
	УФ-излучение	видимое излучение	инфракрасное излучение
У горизонта	0	28	72
60 град	3	44	53
В зените, 90 град	4	46	50
Голубое небо	10	65	25

поверхности и длины волны падающего излучения: альbedo зеленой травы в общем потоке излучения составляет 26%, инфракрасного (ИК) — 44%, видимого — 6%, коротковолнового — 2%. Свежий снег отражает 85% общего потока излучения, речной песок — 29%, вода при высоте стояния Солнца 60° — 5%. Облачность снижает интенсивность солнечного излучения в среднем на 47-56%. Особенно значительны потери (15-50 %) солнечного излучения в результате загрязнения атмосферы промышленными выбросами, автотранспортом в виде газообразных шлаков, дымов, пыли.

Потери в атмосфере вследствие поглощения и рассеяния больше всего отражаются на УФ-излучении. При длине волны менее 320 нм его интенсивность резко падает в результате поглощения его озоном стратосферы, излучение с длиной волны менее 288 нм практически не достигает поверхности земли.

На уровне земной поверхности ультрафиолетовая составляющая солнечного спектра колеблется от 0,6 до 10%. Здесь УФ-излучение на 70-75% состоит из рассеянного и на 25-30% из прямого излучения. В горах с увеличением на каждые 100 м его интенсивность повышается на 3-4% или на 15% на каждые 1000 м высоты над уровнем моря, а в чистой воде уменьшается с каждым метром глубины на 14%.

Углубленные исследования географической динамики интенсивности солнечного УФ-излучения позволили составить карту зонирования его на территории нашей страны, в которой различают три зоны.

1. Зона дефицита УФ-излучения, расположенная севернее $57,5''$ широты. На севере этой зоны в течение ноября-февраля в суммарном излучении отсутствует УФ-излучение с длиной волны, 320 нм. В октябре и марте в этом регионе интенсивность УФ-излучения очень мала, так как в полдень интенсивность суммарного эритемного потока не превышает 10-12 мэрjm². На юге этой зоны это отмечается в декабре-январе.

2. Зона комфорта УФ-излучения, расположенная между $57,5$ и $42,4^\circ$ северной или южной широты. На севере этой зоны дефицит УФ-излучения отмечается в середине зимы. На юге биологически активное УФ-излучение наблюдается в течение всего года. В центральных регионах отмечаются условия оптимального комфортного УФ-излучения, а в южных — избыточного УФ-излучения летом. В летний полдень на юге зоны эритемная энергия УФ-излучения достигает 160-240 мэрjm².

3. Зона избыточного ультрафиолетового излучения, расположенная южнее $42,5''$ северной широты с эритемной энергией в летний полдень 320 мэрjm² и более.

УФ в значительной мере поглощается обычными оконными стеклами, у открытого окна его интенсивность составляет 50% наружной, а у закрытого — 2-3%.

Одежда может задержать от 50 до 100% УФ-излучения; белая мужская рубашка пропускает 20%, более легкие ткани — до 50%. Солнечное УФ-излучение достигает максимальной интенсивности между 10 и 14 ч. На этот период приходится 60%, на период между 9 и 15 ч — 80% суточного количества УФ-излучения. Человека, находящегося в тени здания, достигает лишь рассеянное излучение от половины неба, что составляет $\frac{1}{4}$ всей интенсивности суммарного излучения.

Солнечное УФ-излучение является важным фактором самоочищения атмосферного воздуха, воды рек и морей. Электромагнитное излучение Солнца в околоземных условиях мало зависит от солнечной активности, а гамма-, рентгеновское и коротковолновое излучения полностью поглощаются атмосферой.

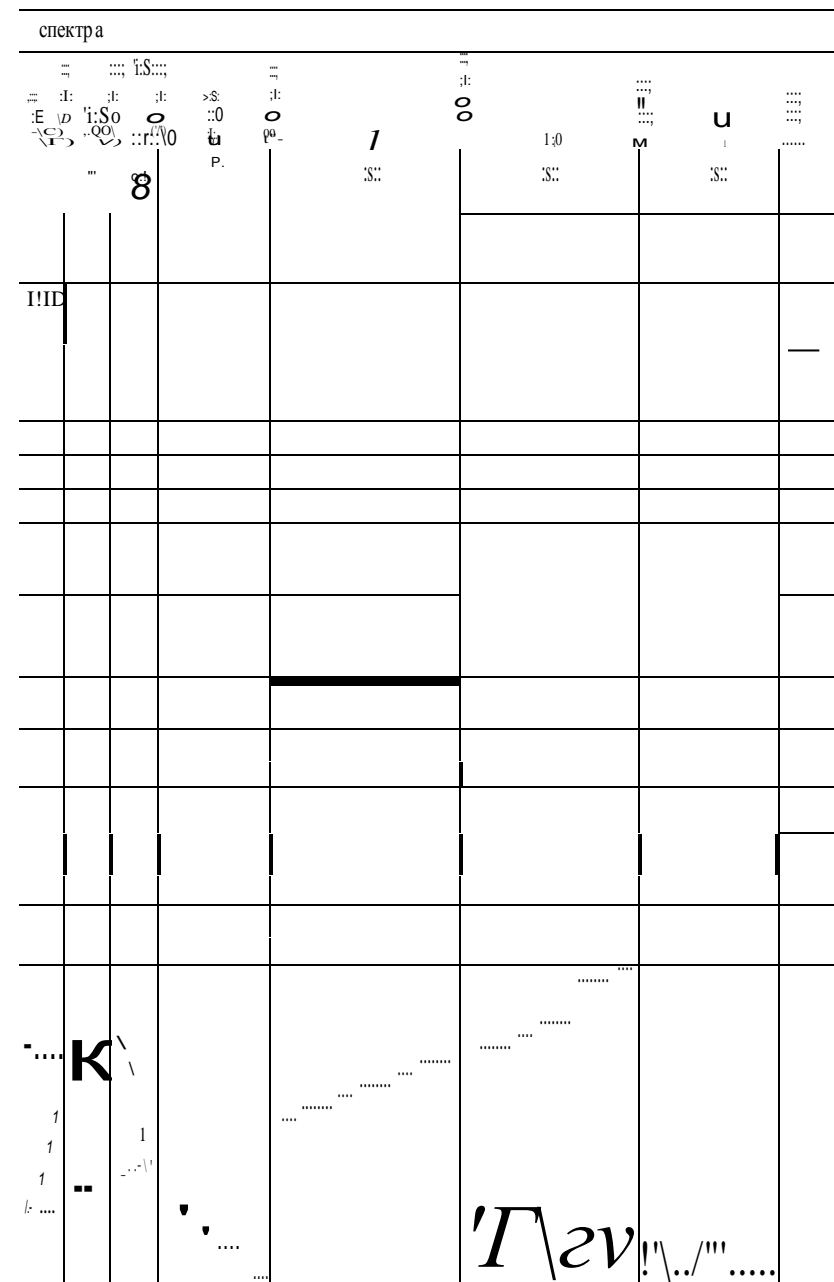
Гигиеническая характеристика электромагнитных излучений оптического спектра приведена на рис. 5.9.

Инфракрасное излучение. Инфракрасное излучение (ИК) составляет большую часть солнечного электромагнитного спектра. Поверхности Земли достигает ИК-излучение с длиной волны 760-3000 нм, более длинноволновое излучение задерживается атмосферой. ИК-излучение, встречая на своем пути молекулы и атомы различных веществ, усиливает их колебательные движения, вызывая тепловой эффект. Оно проникает сквозь атмосферу, воду и почву, оконное стекло, одежду.

ИК-излучение представляет собой невидимый поток электромагнитных волн с длиной волны 0,76-540 нм, обладающий волновыми и квантовыми свойствами. По длине волны ИК-излучения выделяют три области, различающиеся по особенностям своего биологического действия: ИК-А — коротковолновую (менее 1,4 мкм), ИК-В — средневолновую (1,4-3,0 мкм), ИК-С — длинноволновую (более 3 мкм) (табл. 5.14). В производственных условиях гигиеническое значение имеет более узкий диапазон — (0,76-70 мкм). ИК-Излучение, проходя через воздух, его не нагревает, но, по-



Рис. 5.9. Гигиеническая характеристика



излучений оптического спектра

Таблица 5.14

Изменение органа зрения и кожи под воздействием УФ-излучения видимого и ИК-излучения

Область спектра	Орган зрения	Кожа
УФ-С (100-280 нм)	Фотокератит	Эритема, загар, рак кожи
УФ-В (280-315 нм)	Фотокератит, катаракта хрусталика	Загар, эритема, рак кожи, ускоренное старение кожи
УФ-А (315-400 нм)	Фотокератит, катаракта	Загар, потемнение кожи, реакции отосенсибилизации, рак кожи, ускоренное старение
Видимая (400-750 нм)	Фотохимическое и термическое повреждение сетчатки:-	Потемнение кожи, реакции фотосенсибилизации, ожог кожи
ИК-А (700-1400 нм)	Катаракта, ожог сетчатки	Ожог кожи
ИК-В (1400-3000 нм)	Ожог роговицы, тканей передней камеры, катаракта	Тоже
ИК-С (более 3000 нм)	Ожог роговицы	»

глотившись твердыми телами, лучистая энергия переходит в тепловую энергию, вызывая нагревание окружающих поверхностей.

Источником ИК-излучения является любое нагретое тело. Степень ИК-излучения обусловлена следующими основными законами, важными в гигиеническом отношении.

Лучеиспускание обусловлено только состоянием излучающего тела и не зависит от окружающей среды (закон Кирхгофа). Лучеиспускательная способность любого тела пропорциональна его лучепоглощательной способности. Тело, поглощающее все падающие на него лучи (абсолютно черное тело), обладает максимальным излучением. На этом основано применение отражающей защитной одежды, светофильтров, окраска оборудования, устройство приборов для измерений теплового излучения.

С повышением температуры излучающего тела мощность излучения увеличивается пропорционально четвертой степени его абсолютной температуры. В соответствии с этим законом даже небольшое повышение температуры тела приводит к значительному росту отдачи тепла излучением. Используя этот закон, можно опре-

делить величину теплообмена излучением в производственных условиях.

Произведение абсолютной температуры излучающего тела на длину волны излучения с максимальной энергией — величина постоянная (закон Вина- закон смещения):

$$\lambda_{\max} T = C,$$

где λ_{\max} — длина волны, мкм; T — абсолютная температура, К; $C = 2880$ — константа.

По температуре источника можно ориентировочно определить длину волны максимального излучения и оценить биологический эффект его воздействия.

Тепловое излучение образуется всяким телом, температура которого выше абсолютного нуля. По закону Стефана-Больцмана мощность излучения E увеличивается пропорционально четвертой степени абсолютной температуры T :

$$E = \sigma T^4,$$

где σ — константа Стефана-Больцмана, равная $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К}^4)$; T — абсолютная температура тела, К.

Таким образом, даже небольшое повышение температуры тела приводит к значительному росту отдачи теплоты излучением. Используя этот закон, можно определить величину теплообмена излучением в производственных условиях.

Биологическое действие. Действие ИК-излучения при поглощении проявляется в основном глубинным или поверхностным прогреванием тканей. Длинноволновая (более 1400 нм) часть спектра задерживается в основном поверхностными слоями кожи, вызывая жжение (калящие лучи). Средневолновая и коротковолновая части ИК-излучения и красная часть видимого излучения проникают на глубину до 3 см и при высоких энергиях могут вызывать перегревание тканей, примером чему может служить солнечный удар — результат перегревания тканей мозга. При оптимальных уровнях интенсивности ИК-излучение вызывает приятное тепловое ощущение, способствует тепловому равновесию организма с окружающей средой. Переносимость действия ИК-излучения кожей зависит от мощности этого излучения (см. ниже):

Характеристика действия

Интенсивность излучения, МДж/(м² · ч)

Слабое, переносится неопределенно долго	1-2,01
Умеренное, переносится 3-5 мин	2,01-3,77
Среднее, переносится 25-60 с	4,02-7,54
Сильное, переносится 10-12 с	7,54-10,05
Очень сильное, переносится 2-5 с	> 12,56

При локальном действии на ткани ИК-излучение несколько ускоряет биохимические реакции, ферментативные процессы, рост клеток, кровотоков. Активные продукты распада, образующиеся под его влиянием на кожу, и нервные импульсы от кожи распространяют местное действие излучения на весь организм. Такое влияние нормализует его работу, ослабляя тонус мышц, сосудов, чрезмерное напряжение, болевые ощущения. ИК-излучение обладает противовоспалительным действием и поэтому используется в лечебной практике как физиотерапевтическое средство.

Организм человека, благодаря экзотермическим реакциям обмена веществ, генерирует тепловую энергию, большая часть которой выделяется поверхностью кожи в виде ИК-излучения. Это лежит в основе обмена тепла организма с окружающей средой и поддержании постоянства температуры тела.

Согласно основному закону термодинамики, тепловая энергия передается от более нагретого тела менее нагретому, что имеет большое значение в теплообмене человека. Если температура поверхности тела человека выше температуры окружающих поверхностей, человек отдает тепло излучением, если окружающие поверхности имеют более высокую температуру, то человек получает от них тепло. Радиационные теплотепотери организма можно рассчитать по следующему уравнению

$$Q = crS1(K_1T_n \text{ в.т.} - K_2T_n \text{ ед}),$$

где Q — величина потерь теплоты излучением, Дж; a — постоянная Стефана-Больцмана; S — площадь радиационной поверхности тела, m^2 ; t — время, ч; K_1 и K_2 — коэффициенты «Черноты» (излучения) поверхностей (для тела и большинства поверхностей равны 0,8-0,96); $T_{пов.т}$ и $T_{пред}$ — абсолютные температуры соответствующих поверхностей, К.

В обычных условиях у человека существуют определенные механизмы, предотвращающие вредное воздействие ИК-излучения на орган зрения — мигательный, зрачковый и другие рефлексy. В естественных условиях ИК-излучение обычно сочетается с интенсивным излучением видимого диапазона, и это совместное действие достаточно эффективно ограничивает дозу излучения, проникающего внутрь глаза. Однако с появлением Производственных источников «чистого» ИК-излучения защитные механизмы не всегда могут сыграть свою роль.

Еще в XIX в. было известно, что у рабочих металлургических, стеклодувных и тому подобных производств развивалась катаракта. Она возникала вследствие поглощения ИК-энергии и происходило в хрусталике либо в результате нагрева хрусталика путем теплопереноса от радужки и влаги от камеры глаза. Сейчас это заболевание у них выявляется значительно реже.

Поглощение ИК-излучения в коже человека в значительной степени зависит от оптических характеристик кожного покрова — от его спектральных характеристик отражения, поглощения и пропускания. Основным биологическим эффектом при воздействии ближнего ИК-излучения являются ожоги, усиление пигментации кожи. При хронических, многократно повторяющихся облучениях изменение пигментации может становиться стойким («Эритема-подобный») цвет лица у рабочих-стеклодувов, сталеваров).

Воздействие ИК-излучения на организм может проявляться не только в виде местных, но и общих реакций, причем коротковолновое ИК-излучение обладает более выраженным общим воздействием. Большое количество поглощенного ИК-света приводит к перегреву и повышению температуры организма вследствие нарушения гомеостатических механизмов терморегуляции. При этом происходит снижение физической работоспособности, функциональных возможностей организма.

Колебания теплового облучения человека на рабочих местах зависят от многих причин: характера технологического процесса, температуры источника излучения, расстояния рабочего места от источника излучения, степени теплоизоляции, наличия средств индивидуальной и коллективной защиты.

Гигиеническое нормирование и профилактика. Основными направлениями рекомендаций по оздоровлению условий труда являются совершенствование технологических процессов с учетом гигиенических требований, снижение интенсивности тепловых излучений, совершенствование систем вентиляции, кондиционирования воздуха, организация физиологически обоснованных режимов труда и отдыха, питьевого режима, обеспечение работников средствами индивидуальной защиты (СИЗ).

В целях профилактики неблагоприятного действия ИК-излучения для работ разной степени тяжести установлены сочетания температуры и скорости движения воздуха при воздушном душировании. Разработаны рекомендации по обеспечению СИЗ в зависимости от величины теплового излучения, продолжительности периодов непрерывного облучения и пауз при различных уровнях ИК-излучения (табл. 5.15).

В СанПиИ 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» указаны ПДУ теплового облучения поверхности тела работающих от производственных источников, Вт/м², для поверхности тела 25-50%:

50 % и более	35
25-50%	70
Не более 25 %	100

Допустимые значения интенсивности теплового облучения работников от источников излучения, нагретых до белого и крае-

Таблица 5.15

Рекомендуемая продолжительность непрерывного ИК-облучения

Интенсивность облучения, Вт/м ²	Продолжительность непрерывного облучения, мин	Продолжительность паузы, мин	Соотношение времени облучения и пауз
350	20	8	2,5
700	15	10	1,5
1050	12	12	1,0
1400	9	13	0,7
1750	7	14	0,5
2100	5	15	0,33
2450	3,5	12	0,30

наго свечения (раскаленный или расплавленный металл, стекло, пламя и пр.) не должны превышать 140 Вт/м². При этом облучению не должно подвергаться более 25 % поверхности тела и обязательным является использование средств индивидуальной защиты, в том числе защиты лица и глаз.

При наличии теплового облучения работающих температура воздуха на рабочих местах не должны превышать в зависимости от категории работ следующих значений:

- 25 ОС - при категории работ Ia;
- 24 ОС - при категории работ Ib;
- 22 ОС - при категории работ Pa;
- 21 ОС - при категории работ Pb;
- 20 ОС - при категории работ III.

Предварительные перед поступлением на работу и периодические (раз в полгода, год, два) медицинские осмотры проводятся во избежание возникновения профессиональных и повышения уровня производственно обусловленных заболеваний. На работы, где работники имеют контакт с ИК-излучением, нельзя принимать лиц с хроническими повторяющимися заболеваниями глаз, выраженной вегетативно-сосудистой дистонией и катарактой (помутнением хрусталика глаза).

Оптическое (видимое) излучение. Несмотря на то, что оптическое излучение в спектре ЭМИ занимает очень узкий диапазон (400-700 нм), по физиологическому и гигиеническому значению оно занимает ведущее место. Основное свойство оптического излучения - способность вызывать световое ощущение. По С. И. Вавилову, «свет - необходимое условие для работы глаза, самого тонкого, универсального и могучего органа чувств».

Свет дает около 80 % информации из внешнего мира. Он оказывает благоприятное влияние на организм, стимулирует его

деятельность, усиливает обмен веществ, улучшает общее самочувствие, эмоциональное настроение, повышает работоспособность. Свет обладает также тепловым действием: на долю видимого излучения в солнечном спектре приходится около половины общей тепловой энергии.

Свет оздоравливает окружающую среду. Где лучше освещение, там чище, суше, опрятнее, эстетичнее помещение. Нерациональное, включая недостаточное, освещение отрицательно сказывается на функции зрительного анализатора, повышает утомляемость, снижает работоспособность человека и производительность его труда, способствует росту производственного травматизма. Длительное отсутствие или недостаточность видимого излучения может приводить к развитию патологических состояний (аномалии рефракции, нарушения биологических ритмов, изменения в центральной нервной системе, нарушения биохимических и иммунных реакций).

Физические основы освещения. Электромагнитное излучение, вызывающее световое ощущение, называется оптическим излучением, а мощность такого излучения - световым потоком. Излучения равной мощности, но разной длины волны обладают неодинаковой световой эффективностью, т. е. вызывают неодинаковое ощущение.

Освещенность - мера количества света, падающего на поверхность от окружающей среды и локальных источников. *Яркость* - это фотометрическая величина, соответствующая психологическому ощущению светимости. Уровнем яркости светящейся поверхности определяется ее блескость. *Яркость*, превышающая 5000 кд/м², вызывает чувство слепимости.

Зрительные функции. Интегральной функцией зрительного анализатора является восприятие освещенного объекта. В основе этого лежат следующие зрительные функции.

Острота зрения - способность глаза различать наименьшие детали объекта. С увеличением освещенности до 100-150 лк острота различения быстро возрастает, при дальнейшем увеличении ее рост замедляется.

Контрастная чувствительность - способность глаза различать минимальную разность яркостей рассматриваемого объекта и фона. Если рабочая поверхность отражает не более 30-40 % падающего света, то контрастная чувствительность наиболее высока при освещенностях 1000-500 лк.

Быстрота различения - наименьшее время, необходимое для различения деталей объекта. Быстрота различения заметно возрастает при увеличении освещенности до 100-150 лк, затем ее рост замедляется (но не заканчивается) до 1000 лк и выше.

Все перечисленные функции тесно взаимосвязаны и определяют интегральную функцию зрительного анализатора - видимость.

Устойчивость ясного видения -определяется отношением времени ясного видения деталей объекта к суммарному времени его рассматривания. Эта функция характеризует утомление зрительного анализатора, возрастающее в процессе зрительной работы. Утомление наступает тем быстрее, чем хуже освещенность, и достигает оптимальных значений при освещенности, равной 600 — 1000 лк.

Функция цветаразличения играет большую роль при работе с окрашенными объектами и фоном. Белый, черный, серый цвета — ахроматические, различаются только яркостью и образуются интегральным потоком световой энергии. Хроматические цвета характеризуются и яркостью, и цветностью — они. Для различных участков видимого спектра величина цветового порога неодинакова. Глаз наиболее чувствителен к средней части видимого спектра и имеет максимальную чувствительность при длине волны 555 нм (желто-зеленый участок). Эта льность принята за единицу. По мере приближения к красному или фиолетовому участкам спектра чувствительность глаза резко снижается. При сумеречном освещении цветовая чувствительность извращается и снижается вплоть до нуля.

Адаптация —свойство глаза уменьшать и увеличивать свою чувствительность при переходе от низкой к высокой освещенности и наоборот. Чем больше разность между освещенностями, тем продолжительнее адаптация. На процессы адаптации сильное влияние оказывает неравномерность освещения: перенос зрения с более яркого фона или объекта на менее яркий и обратно приводит к частой переадаптации зрения, утомлению зрительного анализатора, снижению его работоспособности.

Аккомодация —способность глаза регулировать остроту зрения путем изменения преломления света в оптической системе глаза главным образом за счет кривизны хрусталика. При нормальной освещенности (менее 75-100 лк) острота зрения снижается. Для ее усиления кривизна хрусталика увеличивается, глаз приближается к рассматриваемому объекту. В результате этого быстрее наступает зрительное утомление, а у несформировавшегося глаза (дети, подростки) развивается близорукость, особенно, если к этому есть врожденная предрасположенность.

Критическая частота мельканий определяется временем, в течение которого в зрительном анализаторе сохраняются образы. Образы: изображение объекта, исчезнувшего из поля зрения, остается видимым еще несколько долей секунды в зависимости от яркости рассматриваемого объекта. На этой функции зрения основано величайшее изобретение человечества — кино. Частота мельканий в секунду близких по конфигурации объектов и затемнение экрана обеспечивают непрерывность изображения.

Все зрительные работы можно разделить на три основные

К первой группе следует отнести все работы, при выполнении которых не требуется использование оптических приборов. При этом объект различения может находиться как близко, так и далеко от глаз. Чем ближе находится объект, тем большие требования предъявляются к разрешающей способности глаза, т. е. к аккомодационно-мурефлексу.

Ко второй группе относятся такие работы, при выполнении которых требуется использование оптических приборов (лупы, микроскопа и т.д.), ибо размер рассматриваемого объекта не может быть воспринят даже при высоких уровнях яркости.

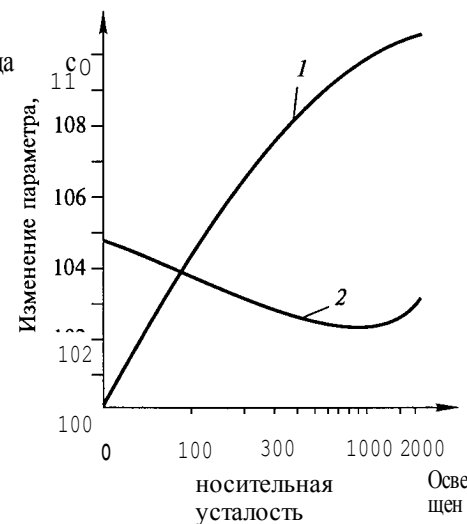
К третьей группе относятся работы, связанные с восприятием информации с экрана, при которых имеются особые требования к организации освещения. Существует зависимость между уровнем видимого излучения, характером зрительной работы и функциональным состоянием зрительного анализатора. На рис. 5.10 показана связь между производительностью труда и освещенностью рабочего места. Установлено, что при выполнении зрительной работы любой степени точности понижение освещенности неизбежно ведет к зрительному утомлению и снижению работоспособности на 10-50%.

Выполнение зрительной работы при нерациональном (низкой освещенности, повышенной яркости, слепимости и пр.) освещении может вести к развитию утомления зрительного анализатора, и, как следствие, развитию близорукости.

При рассматривании предметов, расположенных на близком расстоянии от глаз (часовщик, наборщик, специалист, работающий с оптическими приборами — лупой, микроскопом), когда не требуется восприятия объектов «по глубине», статическое напряжение мышц глаза может привести к их длительному сокращению — появляется спазм аккомодации. При этом форма хрусталика остается постоянной при переводе взгляда

близкой поверхности на далеко расположенную. При этом близкие предметы фокусируются на сетчатке, а далекие — перед ней, т. е. глаз становится близоруким. При ликвидации спазма аккомодации,

Рис. 5.10. Соотношение освещения, производительности труда и усталости человека: 1 — производительность труда; 2 — от-



т. е. при расслаблении мышцы глаза, зрение становится нормальным. Чаще спазм аккомодации проявляется в зимне-весенний период года после длительной зрительной работы.

Близорукость, рассматриваемая как вынужденный процесс приспособления зрительной системы к работе на близком расстоянии, может наблюдаться у тех людей, мышцы глаза которых хорошо развиты и способны длительное время удерживать хрусталик в напряженном состоянии. Однако те, у кого глазные мышцы ослаблены, вынужденное приспособление глаза в работе на близком расстоянии при недостаточной освещенности будет происходить за счет увеличения переднезаднего размера глазного яблока, что лежит в основе близорукости. Таким образом, причиной развития близорукости кроме наследственных факторов может являться большая зрительная нагрузка, выполняемая при недостаточной освещенности.

Сила аккомодации зависит исключительно от способности хрусталика менять свою кривизну. Эта способность с возрастом изменяется и тем быстрее, чем сложнее при низких уровнях видимого излучения выполняется зрительная работа. Если молодой работник при недостаточной освещенности может рассматривать предметы на расстоянии 30-40 см от глаза, то работник со старческой дальнозоркостью должен использовать очки, если увеличить освещенность до оптимальных величин, при которых усиление оптической силы глаза происходит за счет зрачкового рефлекса.

Прогрессирующая близорукость относится к профессиональным заболеваниям, если у работника в течение года она увеличивается не менее чем на одну диоптрию. Субъективно она выражается прежде всего в снижении остроты зрения, появлении в зрительном поле плавающих темных точек, полос, «мушек», искажении рассматриваемых предметов, быстрой зрительной утомляемости. Близорукость может сопровождаться осложнениями вплоть до кровоизлияний в глазном яблоке и последующем снижении зрения.

Гигиенические требования к освещению. При гигиеническом нормировании видимого излучения, кроме оптимальной величины, определяется и нижняя граница, за которой зрительный анализатор не может выполнять работу в заданном объеме. Видимое излучение создается естественными и искусственными источниками света с различными спектральными характеристиками. Верхняя граница норматива в условиях искусственной среды определяется, прежде всего, техническими и энергетическими возможностями. Гигиенического нормирования минимальной длительности естественного освещения нет. Гигиеническое нормирование освещенности устанавливается в соответствии с физиологическими особенностями зрительной функции. Для создания рациональных условий освещения к нему предъявляются определенные требования,

отражающие как количественные, так и качественные характеристики световой обстановки.

Освещенность рабочей поверхности должна быть достаточной для проведения конкретной работы. Необходимые уровни освещенности нормируются в зависимости от точности выполняемых операций, световых свойств рабочей поверхности и рассматриваемой детали, системы освещения. Достаточность освещенности является количественным показателем.

К гигиеническим требованиям, отражающим качество освещения, относятся достаточная освещенность рабочего места и окружающего пространства в соответствии с нормативными значениями; равномерное распределение яркостей в поле зрения и ограничение теней. Это имеет важное значение для поддержания работоспособности человека.

Степень неравномерности освещенности определяется коэффициентом неравномерности-отношением максимальной освещенности к минимальной. Чем выше точность работ, тем меньше должен быть коэффициент неравномерности. Равномерность освещенности достигается рациональной схемой размещения светильников, системой освещения, запрещением применения только местного освещения. Наличие теней создает неравномерность освещения, особенно опасны движущиеся тени. Устранить или смягчить их можно правильным выбором направления светового потока на рабочую поверхность, а также увеличением отраженной составляющей освещенности.

Качество освещения определяется также ограничением прямой и отраженной блескости. Чрезмерная слепящая яркость (блескость) — свойство светящихся поверхностей с повышенной яркостью нарушать условия комфортного зрения, ухудшать контрастную чувствительность или оказывать одновременно оба эти действия. Снижение блескости достигается рациональным выбором защитного угла светильника и высоты его подвеса. Ослабление отраженной блескости достигается правильным выбором направления светового потока, уменьшением яркости источников света, устройством отраженного освещения, изменением угла наклона рабочей поверхности, заменой блестящих поверхностей матовыми.

Последнее гигиеническое требование, касающееся качества освещения — это ограничение или устранение колебаний светового потока. Оно достигается динамическим освещением, которое по интенсивности и спектру излучения искусственно изменяется в течение дня.

Естественное освещение. Источником естественного освещения являются Солнце, рассеянный свет от небосвода, отраженный свет от поверхности Земли, Луны. Дневная освещенность зависит от погоды, поверхности почвы, высоты стояния солнца над горизонтом. В средней полосе страны она колеблется в широких пределах

от 65 000 лк в августе до 1000 лк и менее в январе. Запыленность воздуха заметно влияет на освещенность. В крупных промышленных центрах освещенность на 30-40% меньше, чем в районах с относительно чистым воздухом.

Естественная освещенность помещений зависит от ориентации светопроемов по странам света. На интенсивность солнечного освещения помещений влияет также затемнение близлежащими зданиями или зелеными насаждениями, характер застекления световых проемов, загрязнение стекол и др.

Естественное освещение состоит из бокового (через окна), верхнего (через фонари) и комбинированного (через окна и фонари). Применение той или иной системы освещения зависит от точности выполняемой работы, назначения и размеров помещения, расположения его в плане здания, а также от климатических особенностей местности.

Нормируемым показателем является коэффициент естественной освещенности (КЕО), устанавливаемый для различных помещений с учетом их назначения, характера и точности выполняемой работы. При выполнении работ средней точности КЕО составляет 1,2-4%, КЕО характеризует процентное отношение освещенности внутри помещения к освещенности вне него.

Наиболее часто производственная работа выполняется при совмещенном освещении, т. е. тогда, когда недостаточное (ниже допустимого уровня) естественное освещение дополняется искусственным.

Искусственное освещение. Искусственное освещение – важнейшее условие и средство расширения активной деятельности человека. Оно позволяет удлинить активное время суток, осваивать подземные сооружения, районы Крайнего Севера в полярные ночи и т.д. Для искусственного освещения используют электрические и неэлектрические источники света.

У большинства источников света излучение светового потока происходит более или менее равномерно во все стороны. Для перераспределения светового потока в нужных целях используется осветительная арматура. Она обеспечивает также защиту глаз от слепящего действия и блеекости источника света, а источник света – от механических повреждений, влаги, взрывоопасных газов и пр.

Зрительная работа может выполняться как при комбинированном (общее и местное освещение), так и при одном общем освещении. В том и другом случае уровни видимого излучения должны быть одинаково достаточными для выполнения выполняемых зрительных работ. Согласно СНиП 11-4-79 при выполнении работ средней точности нормируемая освещенность составляет 150-750 лк. В табл. 5.16 приведены рекомендуемые диапазоны освещенности для выполнения различных видов работ.

В настоящее время разработаны гигиенические требования к освещению производственных помещений, общественных помещений, жилых и вспомогательных зданий, к наружному освещению, в том числе городских и сельских поселений, к аварийному освещению, архитектурному, витринному и рекламному освещению и пр.

Во время предварительных медицинских осмотров лиц, претендующих на выполнение точных зрительных работ, противопоказаниями к приему на работу будут различные нарушения функции и заболевания органа зрения. Периодические медицинские осмотры таких работников проводятся раз в год, но работникам с выраженной прогрессирующей близорукостью целесообразно сменить место трудовой деятельности.

Цвет и цветовое оформление. Одно из основных свойств зрения человека – умение наряду со светом различать цвета. Цвет не существует независимо от предметов и вещей, которым он присущ. Поэтому влияние цвета на психику обусловлено опытом общения человека с предметами, накопленными в течение жизни, и отношением к ним. Цвет может вызывать определенные эмоции или изменять их. «Приятные» цвета вызывают хорошие чувства, «Мрачные» могут послужить причиной плохого настроения. Ассоциативные связи впечатлений о цвете с другими жизненными впечатлениями оказывают влияние на оценки, отражающиеся на поведении и самочувствии человека, как в положительном, так и в отрицательном смысле. Эти оценки индивидуальны и разнообразны.

Несмотря на индивидуальность оценки цвета, многие явления воспринимаются большинством людей приблизительно одинаково. Цветовой фон воздействует на различные системы организма человека, возбуждая или стабилизируя функции человека. Однако при этом имеют значение тон, его насыщенность, яркость, величина световой поверхности в поле зрения и т. п. Например, красный, оранжевый, желтый цвета воспринимаются как теплые тона, а у лиц, имевших продолжительное время перед глазами красную стену, отмечалось повышение температуры тела.

Разумное сочетание тонов благоприятно сказывается на работоспособности человека. Например, цветовые контрасты облегчают распознавание, предохраняют зрение от преждевременного утомления, вызванного перепадами яркости.

Необходимо помнить, что одни и те же цвета изменяют свое действие под влиянием освещения. При этом очень важную роль играет спектральный состав света, т. е. его цветность. Под влиянием освещенности восприятие цвета может искажаться. Выбирая определенный световой спектр, можно довести цветные поверхности до абсолютной бесцветности или наоборот, сделать их более яркими. В свою очередь цвет влияет на освещение, в частности, отражение окрашенных поверхностей может изменить освещенность предмета. Все это свидетельствует о необходимости комп-

леканого формирования светового и цветового климата. Иными словами, цвет относится к факторам, влияющим на работоспособность и производительность труда.

Ультрафиолетовое излучение. Ультрафиолетовое (УФ) излучение представляет собой невидимое глазом электромагнитное из-

Таблица 5.16

Рекомендуемые диапазоны освещенности для выполнения различных видов заданий

Вид деятельности или помещения	Диапазон освещенности, лк
А	
Темные общест. помещения	20—50
Простая ориентировка при кратковременных посещениях	50—100
Рабочие помещения, в которых зрительные задания выполняются лишь изредка	100-200
В	
Выполнение зрительных заданий с большим контрастом или с большими размерами элементов: чтение печатных материалов, машинописных оригиналов, рукописей, написанных чернилами, ксерокопий хорошего качества; грубые слесарные и механические работы; обыкновенный осмотр; грубые монтажно-сборочные работы	200-500
Выполнение зрительных заданий со средним контрастом или малыми размерами элементов: чтение рукописей, написанных карандашом, и печатных материалов с плохим качеством печати или копирования; слесарные или механические работы средней трудности; трудный визуальный осмотр; монтажно-сборочные работы средней трудности	500—1000
Выполнение зрительных заданий с малым контрастом или с очень малыми размерами элементов: чтение рукописей, написанных простым карандашом на плохой бумаге, печатных материалов с очень плохим качеством копирования; очень трудный визуальный осмотр	1000—2000
С	
Выполнение зрительных заданий с малым контрастом и очень малыми размерами элементов в течение длительного времени: точные монтажно-сборочные работы; очень трудный визуальный осмотр; точные слесарные и механические работы	2000—5000

Вид деятельности или помещения	Диапазон освещенности, лк
Выполнение очень длительных и точных зрительных заданий: наиболее трудный визуальный осмотр; сверхточные слесарные и механические работы; сверхточные монтажно-сборочные работы	5000-10000
Выполнение специальных зрительных заданий с крайне малым контрастом и малыми размерами элементов: некоторые хирургические операции	10000-20000

Примечание. А – общее освещение всего рабочего помещения; В – освещение рабочей зоны; С – освещение рабочей зоны, получаемое комбинацией общего и местного (дополнительного) освещения.

лучение, занимающее в электромагнитном спектре промежуточное положение между светом и рентгеновским излучением.

УФ-Излучение обладает способностью вызывать фотоэлектрический эффект, проявлять фотохимическую активность (развитие фотохимических реакций), вызывать люминесценцию и проявлять значительную биологическую активность.

Для оценки интенсивности УФ-излучения используют энергетическую (физическую) облученность Вт/м^2 . Биологическое действие УФ-излучения обычно оценивают по бактерицидным и эритемным свойствам излучения. Эритемный поток – мощность эритемного излучения – представляет собой величину, характеризующую эффективность УФ-излучения по его полезному воздействию на человека и животных. За единицу эритемного излучения принят эр, соответствующий мощности 1 Вт для длины волны 297 нм. За единицу измерения бактерицидного потока принят бакт – бактерицидный поток монохроматического излучения 1 Вт с длиной волны 254 нм.

Производственные источники УФ-излучения. Наиболее распространенными искусственными источниками УФ-излучения на производстве являются электрические дуги, ртутно-кварцевые горелки, автогенное пламя. Они принадлежат к так называемым температурным излучателям. УФ-облучению подвергаются работники, занятые электросваркой, автогенной резкой и сваркой металла, плазменной резкой и сваркой, дефектоскопией; работники, занятые плавкой металлов и минералов с высокой температурой плавления на электрических, диабазовых, стекольных и других печах; работники, занятые производством ртутных выпрямителей; испытатели изоляторов; технический и медицинский персонал, работающий с ртутно-кварцевыми лампами при светокопировании, стерилизации воды и продуктов. Сельскохо-

зайственные, строительные, дорожные работники и другие профессиональные группы, работающие под открытым небом, подвергаются действию УФ-излучения солнечного спектра, особенно в осенне-летний период.

Влияние на организм человека. В биологически активной части УФ-излучения можно выделить три области: спектральную область А с длиной волны 400-315 нм, отличающуюся сравнительно слабым биологическим действием, возбуждающую ионизирующие органические соединения; область В с длиной волны 315-280 нм, обладающую сильным зрительным (вызывает покраснение) и антирахиитическим действием, и область с длиной волны С — 280-200 нм, активно действующую на тканевые белки и липиды, вызывающую гемолиз (разрушение красных кровяных телец) и обладающую выраженным антирахиитическим действием (см. табл. 5.14). УФ-излучение более короткого диапазона (от 180 нм и ниже) сильно поглощается всеми материалами и средами, в том числе и воздухом, поэтому может иметь место только в условиях вакуума.

Биологическое действие УФ-излучения солнечного света проявляется прежде всего в положительном влиянии на организм человека. УФ-излучение — жизненно необходимый фактор. Угнетено его общестимулирующее действие: повышается работоспособность, физическая выносливость. Под воздействием УФ-излучения наблюдается более интенсивное выведение химических веществ из организма и уменьшение их токсического действия. Повышается сопротивляемость организма, снижается заболеваемость, в частности органов дыхания, повышается устойчивость к охлаждению, снижается утомляемость, увеличивается работоспособность.

При длительном недостатке УФ-излучения солнечного света возникают нарушения физиологического равновесия организма. Развивается своеобразный симптомокомплекс, именуемый «зимнее голодание». К контингентам, испытывающим его, относятся работники шахт и рудников, люди, находящиеся в бесфонарных, безоконных цехах и объектах, не имеющих естественного освещения, таких, как машинные отделения, метрополитен и др., а также работающие на Крайнем Севере.

Наиболее часто следствием недостатка УФ-излучения являются авитаминоз D, ослабление иммунобиологических реакций организма, обострение хронических заболеваний, функциональные расстройства центральной нервной системы.

Ультрафиолетовое (солнечное) излучение, обладая мощным стимулирующим организм, общебиологическим действием и бактерицидными свойствами, при передозировке может приводить к нежелательным результатам. Одним из самых тяжелых неблагоприятных последствий действия УФ-излучения является ожог кожных покровов, который регистрируется в солнечные лет-

ние дни. Их следует рассматривать как бытовые травмы. УФ-излучение в дозах, значительно превышающих пороговую дозу эритемной облученности, при длительном воздействии на организм может сопровождаться возникновением кожных онкологических заболеваний. В последние годы в связи с озабоченностью, вызванной изменением озонового слоя атмосферы, были предложены математические модели, которые устанавливают зависимость заболеваемости раком кожи от солнечного УФ-излучения. Несмотря на неточности, согласно оптимальной модели увеличение интенсивности УФ-излучения до 5% в эритемном спектре может привести к увеличению частоты возникновения рака кожи у восприимчивого населения после 60 лет на 15%.

УФ-Излучение при комбинированном действии с некоторыми химическими соединениями (фотосенсибилизаторами) является причиной кожных поражений. Они возникают во время или сразу после УФ-облучения, исчезают через 3-6 ч, характеризуются минимальной пигментацией. Фотосенсибилизаторами могут быть косметические средства (духи, лосьоны, содержащие эфирные масла), кремы (содержащие производные каменноугольного дегтя), лекарственные средства (содержащие сульфаниламиды). Спектры действия фототоксических веществ находятся в области 320-400 нм. Фотоаллергия — это приобретенная способность кожи давать реакцию на видимое излучение самостоятельно или в присутствии фотосенсибилизатора. Она встречается относительно редко и выражается в виде крапивницы.

Среди работников в результате их контакта с УФ-излучением диагностируются острые профессиональные заболевания глаз (электроофтальмия) и кожи (фотодерматиты).

Электроофтальмия возникает чаще всего у электросварщиков и их помощников уже через несколько минут или часов после облучения. У пострадавшего появляются жалобы на ощущение инородного тела и рези в глазах, слезотечение, светобоязнь. При этом наблюдается покраснение глазных яблок, отечность век, трудно открыть глаза. Через несколько дней симптомы заболевания проходят.

Фотодерматит возникает у работников, имеющих контакты с асфальтом, рубероидом, мазутом, пеком. Его начало — ощущение зуда и жжения на коже шеи, лица, рук. Затем развивается покраснение, отек, пузыри, шелушение. Работники после отстранения от работы и лечения могут вернуться на прежнее рабочее место.

Изменения воздушной среды под влиянием УФ-излучения. Важное гигиеническое значение имеет способность УФ-излучения (область С) производственных источников изменять газовый состав атмосферного воздуха вследствие его ионизации. При этом в воздухе образуются озон и оксиды азота. Эти газы обладают высокой токсичностью и могут представлять большую профессиональную

опасность, особенно при выполнении сварочных работ, сопровождающихся УФ-излучением, в ограниченных, плохо проветриваемых помещениях или в замкнутых пространствах.

В целях профилактики отравлений этими газами соответствующие помещения должны быть оборудованы местной вытяжкой или общеобменной вентиляцией, а при проведении сварочных работ в замкнутых объемах (отсеках кораблей, различных емкостей) необходимо подавать свежий воздух непосредственно под щиток или шлем.

Гигиеническое нормирование и меры защиты. Нормируемой величиной для УФ-излучения является облученность. Различают эритемную, или биологическую дозу облученности, которая равна минимальному времени облучения, после которого через 8-14 ч появляется покраснение незагорелом участке кожи. Доза, которая позволяет предупреждать гипо- и авитаминоз D, нарушение фосфорно-кальциевого обмена и другие нежелательные последствия «светового голодания», называется профилактической и составляет $\frac{1}{8}$ эритемной дозы. Оптимальная, или физиологическая доза УФ-излучения составляет $\frac{1}{10}$ эритемной дозы. Для производственных помещений нормативы дифференцированы с учетом области спектра, длительности и режима (однократное, повторное) облучения. В целях профилактики «УФ-дефицита» в качестве солнечного излучения используются светавоздушные ванны, солярии, а также и УФ-облучение искусственными источниками.

При профилактическом УФ-облучении людей регламентированы облученность и суточная доза. Эти нормы установлены для диапазона 280-400 нм и подразделены на минимальные, максимальные и рекомендуемые. Согласно гигиеническому нормированию УФ-излучения установлено, что максимальная облученность не должна превышать $7,5 \text{ мэр} \cdot \text{ч} \cdot \text{м}^2$, а максимальная суточная доза — $60 \text{ мэр} \cdot \text{ч} \cdot \text{м}^2$ для диапазона УФ-излучения с длиной волны больше 280 нм. Потенциальная возможность развития неблагоприятных последствий УФ-переоблучения обусловила необходимость ограничения воздействия УФ-излучения естественного и искусственного происхождения.

В зависимости от географической широты, времени года и суток, концентрации озона в атмосфере, облачности, атмосферных загрязнений и других факторов на человека в полдень УФ-излучение с длиной волны 290 нм в центральном регионе северной страны и с длиной волны более 295 нм в большинстве регионов земного шара. Воздействие солнечного УФ-излучения ограничивается родом занятий, одежды, социально-бытовыми привычками, положением тела в пространстве. Максимальное количество УФ-излучения, которое может оказывать биогенное воздействие на человека в течение дня равно $2 \cdot 10^6 \text{ мкр} \cdot \text{ч} \cdot \text{м}^2$. П., ч.н.Ю. тиче.

скими мерами являются рациональный режим труда, солнцезащитная одежда и средства.

Защитные меры включают средства отражения УФ-излучений (экраны) и средства индивидуальной защиты кожи и глаз. Для защиты используются физические и химические защитные экраны. Физические — разнообразные преграды, загораживающие или рассеивающие свет; химические — защитные кремы, содержащие поглощающие ингредиенты. Защитная одежда должна иметь длинные рукава и капюшон. Однако следует помнить, что одежда часто создает ложное мнение о защищенности кожи, поскольку пропускает от 20 до 50% УФ-излучения. Глаза защищают специальными очками со стеклами, содержащими оксид свинца, но даже обычные стекла не пропускают УФ-излучение с длиной волны короче 315 нм.

При использовании в производственном помещении сразу нескольких УФ-генераторов возникает отраженное действие на работников излучения, которое может быть значительно ослаблено окраской стен с учетом коэффициента отражения.

5.1.5. Ионизирующее излучение

Все живое и неживое на Земле подвергалось и подвергается действию ионизирующего излучения (ИИ), приходящего из космического пространства и обусловленного естественными радионуклидами земной коры, рассеянными в почвах, породах, находящихся в пище, воздухе, воде, а также внутри самих организмов. В настоящее время к сложившемуся за миллионы лет естественному фону стало добавляться излучение, обусловленное деятельностью человека. Это излучение создается искусственно (различные источники ионизирующего излучения для научных, промышленных, медицинских, военных целей и др.) или вследствие антропогенных нарушений оболочки земной коры и чрезвычайных ситуаций, или других изменений условий окружающей среды.

Многие такие изменения затрагивают не только ограниченные группы лиц, профессионально связанных с излучением, но и все более возрастающую часть населения Земли в целом. Необходима гигиеническая регламентация радиационного фактора окружающей среды для обеспечения радиационной безопасности населения.

Ионизирующим излучением называют потоки частиц и электромагнитных квантов, в результате воздействия которых на окружающую среду образуются разнозаряженные ионы. Различные виды излучения сопровождаются высвобождением определенного количества энергии и обладают разной проникающей способностью, поэтому они оказывают неодинаковое воздействие на организм. Наибольшую опасность для человека представляют радиоактив-

ные излучения, такие как у-излучение, рентгеновское, нейтронное, α - и β -излучения.

Связь понятий и величин, характеризующих радиационную опасность, приведена на рис. 5.11. Радиационную опасность и спользуемого радиоактивного вещества оценивают по активности = величине, характеризующей число радиоактивных распадов в единицу времени.

Для количественной оценки ионизирующего действия поля введено понятие экспозиционной дозы, представляющей собой отношение суммарного заряда всех ионов одного знака, созданного в сухом атмосферном воздухе, к массе воздуха в указанном объеме.

Для перехода от экспозиционной дозы (характеристики поля) к поглощенной дозе (характеристике взаимодействия поля и облучаемой среды) необходимо знать свойства этой среды. Поглощенная доза, т.е. та энергия, поглощенная единицей массы вещества на которое действует поле излучения, характеризует радиационный эффект для всех видов физических и химических тел, кроме живых организмов.

Для оценки действий, производимых на живые организмы одинаковой поглощенной дозой различных видов излучения, и спользуют понятие относительной биологической эффективности излучения (ОБЭ). Это отношение поглощенной дозы образцового рентгеновского излучения, вызывающего определенный биологический эффект, к поглощенной дозе данного рассматриваемого вида излучения, вызывающего тот же биологический эффект. Регламентированные значения ОБЭ, установленные для контроля степени радиационной опасности при хроническом облучении, называют коэффициентом качества (КК) излучения. Значения КК излучения для излучений различных видов приведены ниже:

Рентгеновское и γ -излучение.....	1
Электроны и позитроны, β -излучение.....	1
Протоны с энергией, меньшей 10 МэВ.....	10
Нейтроны с энергией, меньшей 20 МэВ.....	3
Нейтроны с энергией 0,1 ... 10 МэВ.....	10
α -Излучение с энергией, меньшей 10 МэВ.....	20
Тяжелые ядра отдачи.....	20

Для сравнения биологических эффектов вводится понятие «эквивалентная доза», определяемое как результат произведения поглощенной дозы на коэффициент качества излучения в данном объеме биологической ткани стандартного качества.

Кроме того, следует учитывать, что одни части тела (органы, ткани) более чувствительны, чем другие. Например, при одинаковой эквивалентной дозе облучения возникновение рака легких более вероятно, чем рака щитовидной железы, а облучение полой вены желез особенно опасно из-за риска генетических повреждений. По

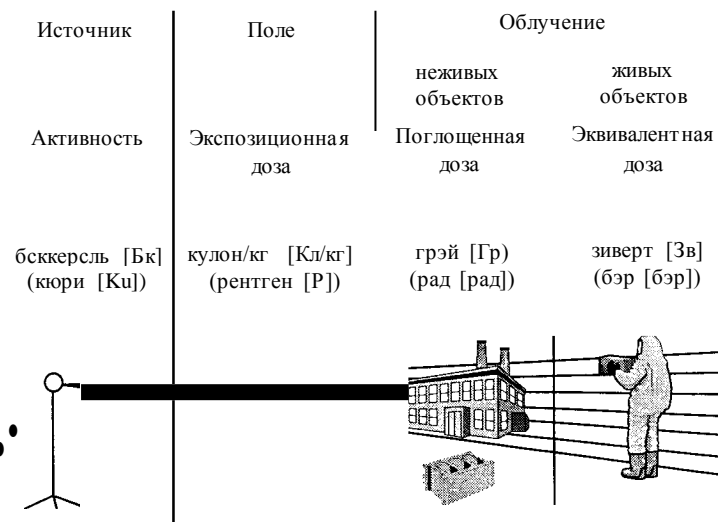


Рис. 5.11. Связь понятий «доза», «поле», «радиобиологический эффект» и единиц их измерения в системе единиц СИ и вне ее (кюри, рентген, рад, бэр — внесистемные единицы)

этому при оценке дозы облучения органов и тканей также следует применять различные коэффициенты. Умножив эквивалентные дозы на соответствующие коэффициенты и просуммировав результат по всем органам и тканям, получим эффективную эквивалентную дозу, отражающую суммарный эффект облучения для организма (табл. 5.17). Просуммировав индивидуальные эффективные эквивалентные дозы, полученные группой людей, мы придем к коллективной эффективной эквивалентной дозе.

Любой вид ионизирующего излучения вызывает биологические изменения как при внешнем (источник излучения находится вне организма), так и при внутреннем облучении (радиоактивные вещества попадают внутрь организма, например, ингаляционным путем).

Биологическое действие ионизирующих излучений. Энергия, излучаемая радиоактивными веществами, поглощается окружающей средой. В результате действия ионизирующих излучений на организм человека в тканях происходят сложные процессы. Никакой другой вид энергии, поглощенной в том же количестве, не сопровождается такими тяжелыми поражениями организма, какие вызывает ионизирующее излучение.

Первичные процессы, возникающие при облучении биологической ткани, имеют несколько стадий различной длительности:

- физическая стадия (10^{-13} с) сводится к поглощению энергии в процессах ионизации и возбуждения, которая запускает сложную цепь реакций;

Таблица 5.1

Нормативы, учитывающие неодинаковую чувствительность различных тканей и органов человека к воздействию ионизирующего облучения

Ткань, орган	Группа критических органов в порядке убывания радиочувствительности	Коэффициенты радиационного риска при равномерном облучении всего тела	Дозовые пределы внешнего и внутреннего облучения, мЗв	
			ПДД	ПД
Половые железы, красный костный мозг		0,25	50	5
		0,12		
Молочная железа, легкие, щитовидная железа	II	0,15	50	15
		0,12		
		0,03		
Костная ткань	III	0,03	300	30
		1,00		

• физико-химическая стадия 10^{-15} с), когда происходит перераспределение избыточной энергии возбужденных молекул, в результате чего появляются химически активные продукты (ионы и свободные радикалы);

• химическая стадия (10^{-6} с), когда происходит взаимодействие ионов и радикалов друг с другом, а также с окружающими молекулами, что приводит к стойким структурным повреждениям молекул живой клетки.

В результате действия ИИ в организме нарушаются нормальное течение биохимических процессов и обмен веществ. В зависимости от поглощенной дозы и индивидуальных особенностей организма вызываемые изменения могут быть обратимыми и необратимыми. Особенности биологического действия ИИ.

1. Неощутимость действия на организм человека. У людей отсутствуют органы чувств, которые воспринимали бы ИИ. Поэтому человек может проглотить, вдохнуть радиоактивное вещество без всяких первичных ощущений и это свойство использовано для обнаружения ИИ различными дозиметрическими приборами.

2. Наличие скрытого (латентного) периода проявления биологического эффекта. Видимые поражения кожного покрова, недомогание, характерные для лучевого заболевания, проявляются не сразу, а спустя некоторое время.

3. Наличие эффекта суммирования поглощенных доз, т.е. происходит скрыто. Если в организм человека систематически попадают радиоактивные вещества, то со временем дозы суммируются, что неизбежно приводит к неблагоприятным эффектам.

4. При облучении энергия поглощаемых радиоактивных веществ и наружных источников обладает очень высокой эффективностью, что связано с наличием физического и биологического механизмов усиления эффекта радиации. Физический механизм усиления действия ИИ заключается в миграции и концентрации энергии в определенных функционально активных участках микроструктур (в частности в митохондриях ядра) с последующим их повреждением. Биологические механизмы усиления ИИ связаны с высокой чувствительностью к ним некоторых биомолекул. При облучении наиболее глубокие изменения возникают в клеточных органеллах, богатых высокомолекулярными веществами и нуклеиновыми кислотами.

Последствия воздействия ИИ на человека. Изменения на клеточном уровне не только приводят к нарушению функций отдельных органов и систем в облученном организме и способствуют возникновению злокачественных новообразований, но и вызывают наследственные изменения, отражающиеся на последующих поколениях облученных людей. Условно различают три группы индуцированных ионизирующим излучением эффектов:

1) соматические (неинфекционные): острая и хроническая лучевая болезнь, локальные лучевые повреждения (ожоги, катаракты);

2) стохастические (вероятностные): сокращение продолжительности жизни, канцерогенез, нарушение эмбриогенеза;

3) генетические (наследственные): доминантные или рецессивные генные мутации, хромосомные aberrации. Генетические последствия обычно не выявляются у самого пострадавшего, а обнаруживаются при статистическом изучении его потомства. Они выражаются в повышении в потомстве облученных родителей числа новорожденных с пороками развития, в увеличении детской смертности, числа выкидышей и мертворожденных, изменении соотношения рождаемых мальчиков и девочек.

Внешнее облучение. Естественные источники ИИ создают в среднем мощность эквивалентной дозы $2,25$ мЗв/год. Интенсивность общего космического излучения несколько изменяется в зависимости от широты, высотных, метеорологических, ландшафтных, сезонных и суточных условий. Космическое излучение в околоземных условиях, благодаря атмосфере, магнитным полям Земли, уменьшающим плотность и жесткость потока элементарных частиц, в отличие от открытого космоса не вызывает лучевой болезни, однако это не исключает других реакций в тканях организма. Поглощенная доза космического излучения всеми органами человека в течение года составляет всего $2,5-3,5$ мкГр, т.е. в 100 раз меньше поглощенной дозы рентгеновского излучения, облученной человеком во время одного рентгенологического обследования.

Годовая эквивалентная доза от природных источников в излучения составляет в миллизивертах (мЗв): космическое излучение — 0,28; атмосфера — 0,02; почва — 0,47 (в отдельных местах радиоактивность земных пород может быть значительной). Средняя годовая доза космического излучения над уровнем моря составляет в средних широтах 0,33 мЗв в год, а на высоте 1500 м — 0,70 мЗв в год. В помещениях космическое излучение несколько меньше, но повышено излучение от строительных материалов. Поглощенная доза естественного ИИ в околоземных условиях даже во время усиленной солнечной активности ниже порога повреждающего действия.

Некоторые сведения об эффектах внешнего воздействия ионизирующих излучений приведены в табл. 5.18.

Внутреннее облучение. Радиоактивные вещества могут попадать внутрь организма при вдыхании загрязненного ими воздуха, с загрязненной пищей или водой, через кожу, а также при загрязнении открытых ран. При внутреннем облучении опасны все виды

Таблица 5.18

Некоторые эффекты внешнего воздействия ионизирующих излучений на человека

Облучение	Доза (накопленная) или мощность дозы	Эффект
Однократное острое, пролонгированное, дробное, хроническое (все виды)	Любая доза, отличная от нуля	Увеличение риска отдаленных последствий и генетических нарушений
Хроническое в течение нескольких лет	0,1 Зв (10 бэр)* в год и более	Снижение неспецифической резистентности организма
	0,5 Зв (50 бэр)* в год и более	Специфические проявления лучевого воздействия, снижение иммунореактивности, катаракта (при дозе более 30 бэр)
Острое однократное	1,0 Зв (100 бэр) и более	Острая лучевая болезнь разной тяжести
	4,5 Зв (450 бэр) и более	Острая лучевая болезнь со смертельным исходом у 50% облученных
Продленное, 1-2 мес на щитовидную железу	10 Зв (1000 бэр) и более	Гипофункция щитовидной железы, возрастание риска развития опухолей (аденом и рака) с вероятностью около $1 \cdot 10^2$

* Зв (зиверт) — единица эквивалентной дозы в системе единиц СИ (1 Зв равен 1 Гр, деленному на коэффициент качества); бэр — внесистемная единица.

излучения, так как они действуют непрерывно и практически на все органы. Опасность радиоактивных веществ тем больше, чем выше их активность. Наибольшее поражающее действие оказывают в основном источники α -излучения, а затем β - и γ -активные вещества, т. е. наблюдаются обратные по сравнению с действием внешнего облучения последовательности.

Поражающее действие попавших в организм радиоактивных веществ определяется суммарной активностью радиоизотопов в их смеси, физическим периодом полураспада, типом и энергией излучения, характером распределения в организме, величиной накопления в критическом органе, скоростью выведения из организма.

Если радионуклиды, попавшие внутрь организма, однотипны с теми элементами, которые потребляет человек с пищей (натрий, хлор, калий и др.), то они не задерживаются на длительное время, а выделяются из организма вместе с ними. Инертные радиоактивные газы (аргон, криптон, ксенон и др.), попавшие через легкие в кровь, не являются соединениями, входящими в состав тканей. Поэтому они со временем полностью удаляются из организма. Некоторые радиоактивные вещества распределяются более или менее равномерно, другие концентрируются в отдельных внутренних органах. Так, в костной ткани откладываются источники α -излучения (радий, уран, плутоний), β -излучения (стронций и иттрий), γ -излучения (цирконий). Эти элементы, химически связанные с костной тканью, очень плохо выводятся из организма. Например, такие вещества как ^{226}Ra или ^{239}Pu из организма практически не выводятся, и облучение длится всю жизнь. Элементы, образующие в организме легко растворимые соли, которые накапливаются в мягких тканях, легко удаляются из организма.

На скорость выведения радиоактивного вещества сильно влияет его период полураспада. Если обозначить период биологического полувыведения радионуклида из организма $T_{\text{биол}}$ то эффективный период полураспада $T_{\text{эф}}$, учитывающий радиоактивный распад и биологическое выведение, выразится следующей формулой:

$$T_{\text{эф}} = T_{\text{биол}} + T_{1/2} T_{\text{биол}}/T_{1/2}$$

Причем $T_{\text{эф}}$ может значительно отличаться от $T_{1/2}$ и $T_{\text{биол}}$ но если $T_{1/2}$ значительно больше $T_{\text{биол}}$ то $T_{\text{эф}}$ равно $T_{\text{биол}}$ и если $T_{1/2}$ значительно меньше $T_{\text{биол}}$ то $T_{\text{эф}}$ равно $T_{1/2}$.

Важным фактором при действии ИИ на организм является продолжительность облучения. Степень поражения зависит также от размера облученной поверхности. Организм женщин, детей и подростков является более чувствительным к ионизирующим излучениям, чем мужской организм.

К числу отдаленных последствий относятся лейкозы, анемии, астенические состояния с вегетативными дисфункциями, пони-

женная сопротивляемость к инфекционным заболеваниям, 1, новообразования, обострение хронических инфекций, длительно существующие состояния, изменения половой функции. Рассмотрим некоторые из заболеваний.

Ионизирующее излучение при воздействии на организм человека прежде всего ведет к снижению иммуннозащитной функции. В связи с этим человек становится более ранимым в отношении микрофлоры, обитающей как во внешней среде, так и в самом организме. Последнее выражается в более частых заболеваниях инфекционного происхождения органов дыхания, ЛОР-органов (уха, горла, носа и его пазух). Не исключены и заболевания других физиологических систем - нервной, сердечно-сосудистой, пищеварительной, мочеполовой, эндокринной. Увеличиваются не только количество случаев заболеваний, но и их длительность, тяжесть заболеваний и их осложнения. В конечном результате возможна преждевременная смерть. Об этом свидетельствуют многолетние наблюдения над пострадавшими в результате чернобыльской катастрофы на атомной электростанции.

Среди лиц, имеющих производственный контакт с ионизирующим излучением, зарегистрированы профессиональные заболевания лучевой болезнью в хронической и острой формах всего организма, а также острые и хронические местные лучевые поражения.

Острая лучевая болезнь развивается после действия умеренного (от секунд до трех суток) интенсивного ионизирующего излучения, превышающего среднюю поглощенную дозу 1 Гр. В первые трое суток пострадавший жалуется на тошноту, рвоту, общую слабость. Наблюдаются изменения в крови, признаки ранних нарушений в нервной и сердечно-сосудистой системах. Затем на фоне постепенно нарастающих патологических изменений в крови, кишечнике, на коже (например, выпадение волос и др.) в течение 10-35 сут возможно удовлетворительное самочувствие больных. Длительность следующей фазы выздоровления, если приняты лечебные меры, длится 14-20 сут, а полное выздоровление наступает через 3-6 лет. Возможны отдаленные последствия в виде катаракты, изменений в крови, астенического состояния, нарушения детородной функции. Острая лучевая болезнь у работников с ионизирующим излучением считается профессиональным заболеванием.

Острые местные лучевые поражения возникают при местном контактом облучении в дозе более 8 Гр обычно на коже рук. Начальный период характеризуется появлением эритемы (покраснения) уже через несколько часов, что в дальнейшем может закончиться выздоровлением. При непринятии лечебных мер на пораженном месте возникают отек, пузыри, что сопровождается болью. Через 1-2 мес наблюдаются атрофия кожи, подкожной клетчатки и мышц, язвенные и некротические поражения. Первая до-

врачебная помощь заключается в изоляции пострадавшего от воздействия ИИ и немедленное обращение к врачу.

Хроническая лучевая болезнь развивается при длительном воздействии повреждающего фактора. В начальной стадии заболевания пострадавший жалуется на повышенное утомление, общую слабость, снижение памяти, расстройство сна, повышенную раздражительность, эмоциональную неустойчивость. Отмечаются неустойчивость пульса, снижение артериального давления, изменения в крови (снижение содержания тромбоцитов, лейкоцитов и пр.), снижение половой потенции, а у женщин - нарушения менструального цикла. У некоторых заболевших появляются жалобы на отсутствие аппетита, боли в области желудка, запоры. Наблюдаются изменения кожи, она становится сухой, истонченной и шелушится. Истончаются ногти, они становятся ломкими и расщепляющимися. Если не принять должных лечебно-профилактических мер, к описанным изменениям состояния здоровья может присоединиться более значимая патология: резкое снижение кровяного давления, пульса и форменных элементов крови, развиваются анемия и кровоточивость десен, поражения желудочно-кишечного тракта (язвенная болезнь и пр.) и нервной системы. У больных учащаются различные инфекционные заболевания - грипп, ангина, воспаление легких и др. Нельзя исключить возникновение катаракты и онкологических заболеваний.

Местные хронические лучевые поражения более часто развиваются на коже рук и стоп с покраснениями и болезненностью. Они могут заканчиваться появлением язвочек и рубцов. При начальной стадии заболевания требуется временное отстранение человека от контакта с ионизирующими излучениями и его лечение, что обычно приводит к выздоровлению. Больных с выраженными признаками лучевой болезни и местных лучевых поражений надо полностью отстранять от выполняемой ими работы и назначать соответствующее лечение.

Профилактические мероприятия. Медицинская профилактика указанных заболеваний состоит в предварительных (перед поступлением на работу) и периодических (раз в год) осмотрах. Лица, имеющие заболевания крови, сердца, сосудов глаз и данные некоторых других заболеваний не должны приниматься на работу или продолжать ее во избежание ухудшения своего здоровья.

Для защиты от вредных воздействий радиации применяют радиопротекторы (антидоты). Это лекарственные препараты, повышающие устойчивость организма к воздействию радиации или снижающие тяжесть клинического течения лучевой болезни. Они действуют эффективно, если введены в организм перед облучением. Защитный эффект, оцениваемый так называемым фактором защиты, зависит от приема антидота относительно начала попадания радиоактивного вещества в организм.

Гигиеническое нормирование ИИ. Законодателем нормирования ИИ стала созданная на Втором международном конгрессе по радиационной защите (г. Стокгольм) в 1928 г. Международная комиссия по защите от рентгеновского излучения и радия, позднее переименованная в Международную комиссию по радиационной защите (МКРЗ).

Основная цель радиационной защиты — это обеспечение безопасности от ИИ как отдельных лиц и их потомства, так и населения в целом. Кроме того, должны быть созданы условия для практической деятельности человека в сфере использования атомной энергии. Концепция нормирования исходит из того, что всякое воздействие ИИ несет с собой некоторый риск возникновения вероятностных радиоиндуцированных эффектов. Расчетные уровни индивидуального радиационного риска, соответствующие установленным нормам радиационной безопасности, пределам доз облучения, приведены в табл. 5.19. В нашей стране основными нормативными документами, регламентирующими уровни воздействия ИИ, являются: «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99), утвержденные Главным государственным санитарным врачом РФ 2 июля 1999 г., и «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ-99), утвержденные Главным государственным санитарным врачом РФ 27 декабря 1999 г.

В основе этих документов лежат следующие принципы радиационной безопасности: не превышение установленного предела; исключение всякого необоснованного облучения; снижение излучения до возможно низкого уровня.

В НРБ выделены две категории облучаемых: персонал и население. Для каждой категории облучаемых лиц установлены три класса нормативов: основные дозовые пределы, допустимые уровни и контрольные уровни (табл. 5.20).

Таблица 5.19

Уровни индивидуального радиационного риска

Категория лиц, подвергающихся облучению	Уровень дозы	Риск в год		
		общих последствий	генетических последствий	общий
Персонал	Предел дозы 0,05 Зв	$6,25 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$8,25 \cdot 10^{-4}$
	Средняя доза при установленном пределе 0,005 Зв	$6,25 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$8,25 \cdot 10^{-5}$
Отдельные лица из населения	Предел дозы 0,005 Зв	$6,25 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$8,25 \cdot 10^{-5}$
	Средняя доза при установленном пределе 0,0005 Зв	$6,25 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$8,25 \cdot 10^{-6}$

Таблица 5.20

Основные дозовые пределы, мЗв

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

В зависимости от группы критических органов в качестве основных дозовых пределов устанавливаются предельно допустимая доза (ПДД) за календарный год или предел дозы (ПД) за календарный год.

ПДД — такое наибольшее значение индивидуальной эквивалентной дозы ИИ за календарный год, при котором равномерное облучение в течение 50 лет не может вызвать в состоянии здоровья человека неблагоприятных изменений, обнаруживаемых современными методами.

ПД — такое наибольшее среднее значение индивидуальной эквивалентной дозы ИИ за календарный год у критической группы лиц, при котором равномерное облучение в течение 70 лет не может вызвать в состоянии их здоровья неблагоприятных изменений, обнаруживаемых современными методами.

Класс нормативов «допустимые уровни» включает величины, которые являются производными дозовых пределов: предельно допустимое годовое поступление радионуклида через органы дыхания; допустимое содержание радионуклида в критическом органе; допустимая объемная активность (концентрация) радионуклида в воздухе рабочей зоны (атмосферном воздухе, воде); допустимое загрязнение кожи, спецодежды и рабочих поверхностей.

Цель установления контрольных уровней — предотвратить превышение облучения и уменьшить дозовую нагрузку на персонал. Их рекомендуется устанавливать ниже допустимых уровней и настолько низкими, насколько это достижимо на практике, с учетом конкретных условий производства.

Меры технического оздоровительного характера. Радиационная безопасность должна быть обеспечена техническими, санитарно-гигиеническими и медико-профилактическими мероприятиями, о чем свидетельствует Федеральный закон «О радиационной безопасности». В нем указаны предельные допустимые значения ИИ.

Для населения средняя годовая эквивалентная доза равна 0,001 Зв или эффективная доза за период жизни (70 лет) — 0,07 Зв. Для работников установлена средняя годовая доза 0,02 Зв, или за период трудовой деятельности (50 лет) — 1 Зв. Каждая "м"; или территория, где имеется радиационная опасность, по закону должна иметь радиационно-гигиенический паспорт. В нем "казаны" методы оценки ИИ, ее фактические уровни и прогноз, а также меры борьбы с повышением уровней ионизирующего излучения.

5.2. Химические факторы

В мире насчитывается более 100 млн химических веществ и ежегодно синтезируется около 100 тыс. С ними человек имеет постоянный или временный контакты на протяжении всей жизни. Химические вещества поддерживают жизнедеятельность, создавая комфортные условия в быту, на рабочем месте, во время отдыха. Они могут существовать в различных агрегатных состояниях (газ, жидкость, пар, твердое состояние, в чистом виде, в смесях, как примеси), во всех средах обитания человека (воздух, вода, почва). В организм человека химические вещества попадают тремя путями; самый частый путь поступления — через органы дыхания (ингаляционный). Таким путем проникают оксид углерода (угарный газ), диоксиды серы, азота, пары металлов (свинца, ртути, марганца и др.). Другой путь поступления — через желудочно-кишечный тракт с пищей из невымытых рук, и третий путь — всасывание через неповрежденную кожу и слизистые оболочки верхних дыхательных путей, глаз, ротовой полости и пр. Например, органические растворители из группы ароматических углеводородов (ксилол, толуол) при попадании на кожу легко проникают в организм.

Химические вещества (факторы) обладают определенными свойствами и в связи с этим подразделяются на следующие классы*:

1 - чрезвычайно опасные, ПДК в воздухе рабочей зоны менее $0,1 \text{ мг/м}^3$ (ртуть металлическая, свинец и его неорганические соединения, хромовый ангидрид и др.);

2 - высокоопасные, ПДК в воздухе рабочей зоны $0,1-1,0 \text{ мг/м}^3$ (акролеин, оксид кобальта, фенол, формальдегид и др.);

3 — умеренно опасные, ПДК в воздухе рабочей зоны $1,0-10 \text{ мг/м}^3$ (бензол, вольфрам, оксиды азота и др.);

4 — малоопасные, ПДК более 10 мг/м^3 (бензин, ацетон, ксилол и др.).

Химические соединения способны вызвать в организме практически все патологические процессы и состояния. По мере

ния и расширения знаний о механизмах токсического действия выявляются все новые виды неблагоприятных эффектов (рис. 5.12).

К веществам, опасным для возникновения и развития острых отравлений, следует отнести, например, диоксид азота, бром, оксид углерода (угарный газ), формальдегид, хлор. К веществам, вызывающим аллергические заболевания (бронхиальная астма, астматический бронхит, конъюнктивит, дерматит), можно отнести хром, никель, кобальт и их соединения и пр.

Бенз(а)пирен, бензол, кадмий и его неорганические соединения, хром (шестивалентный) способны привести к возникновению онкологических (раковых) заболеваний. Такие вещества как ксилол, уайт-спирит, стирол, сероуглерод, сероводород снижают детородную функцию женщин и мужчин.

Следует учитывать особенности поведения химических веществ в среде обитания человека, которые определяют степень повреждающего действия на его здоровье. Одна из таких важнейших особенностей состоит в том, что за редким исключением в среде обитания одновременно находится несколько, а иногда более сотни химических веществ. Как пример может быть представлена сложнейшая композиция в выхлопных газах транспортных средств, загрязняющих атмосферный воздух. В состав этих газов входят оксид углерода, азота и серы, соединения свинца, предельные и непредельные углеводороды, бенз(а)пирен, формальдегид и многие дру-

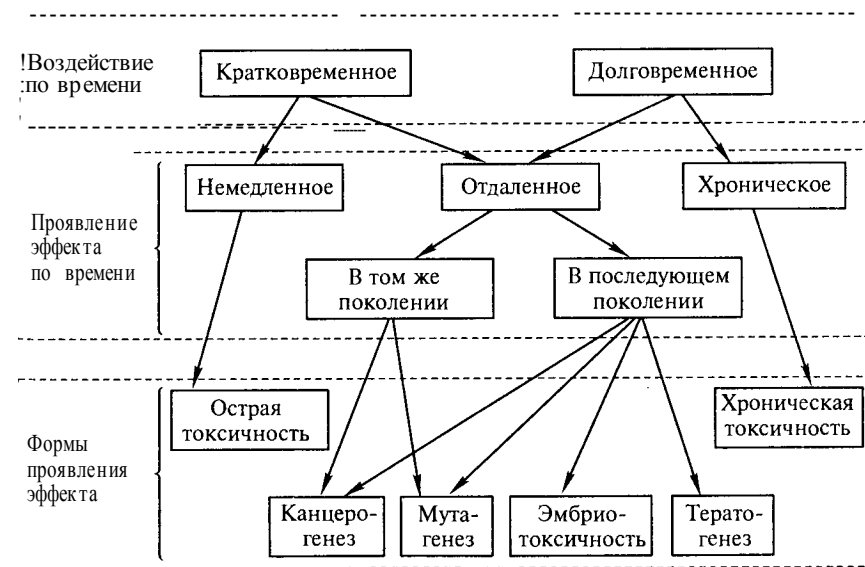


Рис. 5.12. Классификация токсических веществ по времени воздействия на человека и по форме и времени проявления эффекта

* Более подробно о классах опасности ПДК см. далее в гл. 6.

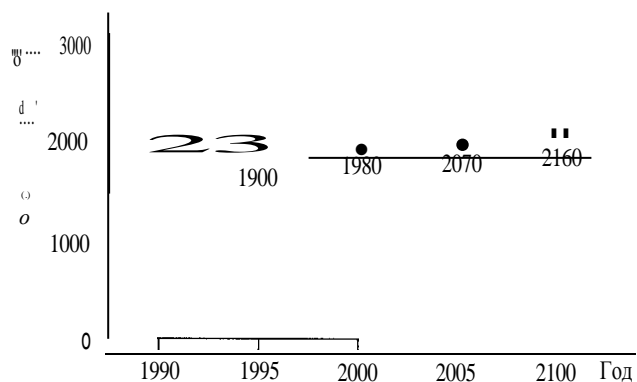


Рис. 5.13. Регистрируемое и прогнозируемое количество диоксида азота в выбросах выхлопных газов функционирующих транспортных средств в России в разные годы

гие (рис. 5.13, 5.14). Не менее сложным является состав такого загрязнителя воздуха помещений как табачный дым (рис. 5.15). В воздухе могут находиться соединения многих металлов, а в почве вместе с ними и различные органические соединения. Во время орошения работ методом пульверизации люди находятся в условиях воздействия красочного аэрозоля. В нем могут быть органические растворители (ксилол, толуол, уайт-спирит, скипидар, ацетон, бензол), соединения титана, цинка, свинца, пленкообразующие составы (глифталевые, формальдегидные, эпоксидные и другие смолы, пластификаторы). Сварочный аэрозоль при электродных работах состоит из соединений марганца, железа, никеля, баль-та, в нем содержатся оксид углерода, озон, диоксиды серы.

В связи с такими композициями оценка фактора должна быть дана, во-первых, если это возможно, в целом, а во-вторых, по одному наиболее токсичному или двум-четырем веществам.

Другая особенность состоит в последовательном (через несколько дней, месяцев) воздействии на человека разных химических веществ. Это возможно в производстве (например, при изготовлении фармацевтических препаратов), когда на том же оборудовании в течение года несколько раз меняется изготавливаемая продукция. В данном случае нужно дать объективную оценку, какие химические вещества привели к нарушению здоровья работника.

Химические соединения, попадая в различные среды обитания, вступают в реакцию с веществами, соединениями, влагой, находящимися в ней. Всем известно образование «кислотных дождей», обусловленных наличием в атмосферных выбросах теплых электростанций сернистых соединений, вступающих в реакцию с влагой воздуха, в результате чего образуется серная кислота.

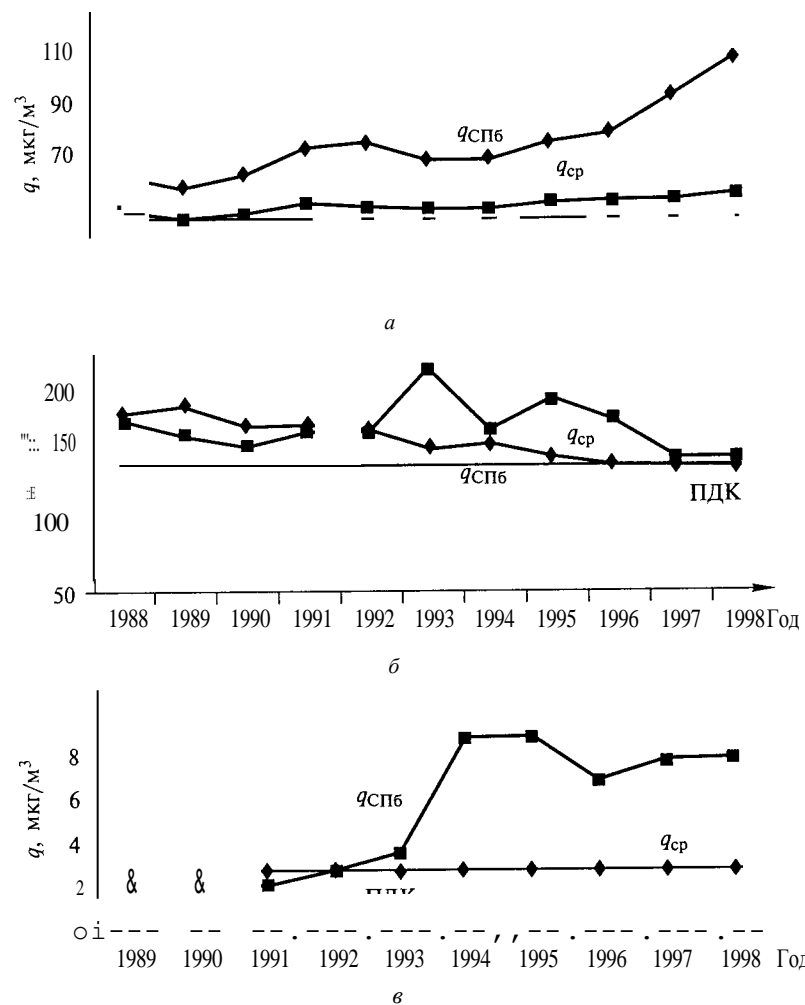


Рис. 5.14. Среднегодовые концентрации диоксида азота (а), взвешенных веществ (б) и фенола (в) в Санкт-Петербурге ($q_{СПб}$) и в целом по крупнейшим городам России ($q_{ср}$)

В некоторых случаях в результате таких реакций в воздухе могут образовываться короткоживущие, но достаточно токсичные вещества, и именно они являются виновниками патологических состояний. Например, в производстве кремнийорганических соединений в воздухе образуется хлористый ангидрид, обладающий, как известно, резко раздражающими свойствами.

Химические вещества, поступающие в больших количествах в среду обитания человека, чрезвычайно опасны вплоть до гибели людей при авариях от острых отравлений и ожоговых травм. Об

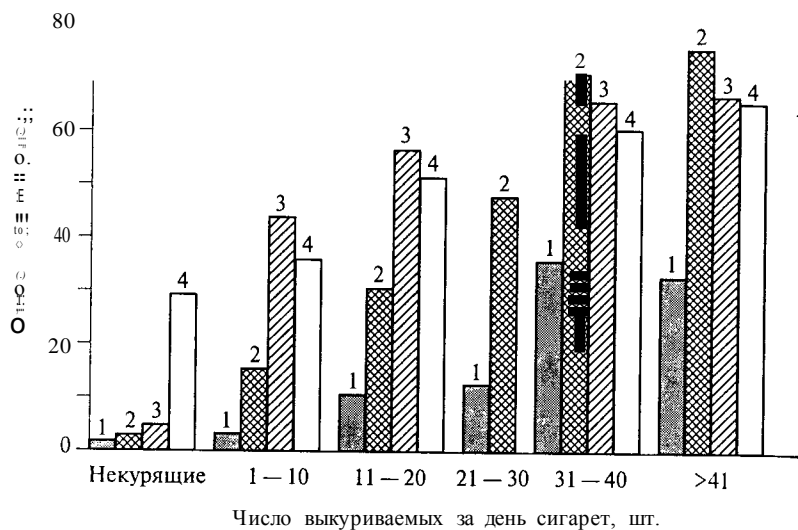


Рис. 5.15. Зависимость возникновения некоторых заболеваний от числа выкуриваемых за день сигарет.

1 - рак легких; 2 - рак гортани; 3 - эмфизема легких; 4 - ишемическая болезнь сердца

этом, к примеру, свидетельствуют катастрофы, повлекшие смертность людей в двух поездах при взрыве газа в одной из поволжских республик. В описанных нами последствиях аварийного разлива трихлорэтилена тяжелая патология сердечно-сосудистой системы и поражения дыханий паров этого вещества была выявлена более чем у двухсот человек.

Химические вещества повреждающим образом воздействуют на здоровье детей, проникая в их организм через организм матери «<донора>>». Известны случаи повышенной болезненности новорожденных, которых кормили грудным молоком от матерей, имевших контакт с дихлордифенилтрихлорэтаном (ДДТ), урсолом.

Используемые в больших количествах в качестве сырья химические вещества при их недостаточной очистке перед выбросом в атмосферу способны создавать массовое загрязнение всех сред обитания и повреждать здоровье и родителей, и их детей. Так, в результате небрежного обращения со ртутью на крупном электроламповом производстве ее высокие концентрации были обнаружены в воздухе Предприятия, смываемые с кожных покровов работников. Под полом было найдено большое количество «<залежной>> ртути. Ею был загрязнен атмосферный воздух города даже на расстоянии нескольких километров и, конечно же, повышенное содержание ртути находилось в воздухе детских садов, расположенных вблизи

завода. В воде источников, почве города тоже была обнаружена ртуть. Отражением такой крайне высокой ртутной загрязненности стало выявление сотен случаев профессиональных отравлений ртутью работников, особенно женщин, что свидетельствовало о более высокой чувствительности их организма по сравнению с организмом мужчин. Производственно обусловленная заболеваемость женщин заболеваниями сердечно-сосудистой системы, печени, поджелудочной железы и мочевыводящих путей оказалась в полтора раза выше, чем среди неработающих в контакте с ртутью. Иммуитет у пострадавших групп работников был значительно снижен. Среди женщин отмечалась повышенная гинекологическая заболеваемость и патология родовой деятельности: ртуть в крови, плодном яйце, грудном молоке. Рожденные ими дети отставали в физическом развитии, часто болели вирусными и другими инфекционными заболеваниями. У мертворожденных в некоторых органах была обнаружена ртуть.

Распределение химических веществ в воздухе крайне изменчиво и, как правило, носит нестабильный характер. Их количества вследствие различия температуры воздуха по вертикали и горизонтали, постоянного движения воздуха, увеличения или уменьшения интенсивности технологического процесса и объемов атмосферных выбросов могут меняться на порядок в течение нескольких часов и даже чаще.

Химические вещества из воздуха вступают в химические реакции со строительными и другими материалами или поглощаются ими. Создаваемое ими депо даже после замены данного вещества другим веществом может годами из-за обратного процесса (выщелачивания) загрязнять среду обитания. Такими способностями в отношении ароматических углеводородов (бензола, ксилола, толуола, стирола), дивинила, сероуглерода, диоксида серы, оксида углерода, ртути обладают штукатурка, бетон, кирпич, цемент, масляные краски, хлопок, пыль. Известны случаи острых отравлений угарным газом, выходящим из упаковок с обгоревшим хлопком, после того как они распаковывались в другом цехе для его переработки.

Неполная полимеризация химических соединений в изделиях из синтетических материалов или их связующих (линолеум, древеснастружечные плиты и др.) приводит к длительному выделению, например, стирола, фенола, формальдегида в воздух помещений.

Химические вещества усиливают свое неблагоприятное воздействие под одновременным влиянием других вредных производственных факторов. Это касается, например, температуры и влажности воздуха. При повышенной температуре воздуха усиливается опасность возникновения острых отравлений, например, такими соединениями как угарный газ, бензин, ароматические углеводоро-

ды. При пониженной температуре воздуха наблюдается усиление токсического эффекта, например бензина, бензола, сероуглерода, оксида углерода. Повышенная влажность воздуха усиливает действие растворимых в воде химических веществ особенно при воздействии на кожу. Вибрация и шум повышенных параметров интенсифицируют неблагоприятное влияние таких химических веществ как ацетон, оксиды углерода и азота, ароматические углеводороды, четыреххлористый углерод, фенол, соединения свинца, марганца. Физические нагрузки, особенно тяжелые, приводят к усилению легочной вентиляции, способствующей большему поступлению в организм химических веществ и отравлению ими например, хлористым водородом, четыреххлористым углеродом, оксидом углерода. Токсический эффект химических соединений возрастает как при высоком, так и при низком атмосферном давлении. Это касается, прежде всего, удушающих газов, примером которых является оксид углерода.

Наконец, следует отметить, что одни химические вещества в совокупности с другими создают основу для различных вариантов их комбинированного действия на организм человека (рис. 5.16). Одним из этих вариантов считается потенцированное действие (синергизм), когда токсический эффект больше, чем сумма токсических эффектов нескольких химических веществ, например, воздействие раздражающих газов, растворителей, алкоголя и свинца, ацетона и толуола, ацетона и циклогексана, оксида углерода и цианистого водорода. Противопоставлением синергизму является антагонистическое действие, когда комбинированное влияние веществ меньше суммарного действия нескольких веществ (например, марганца и свинца, Фенотиазина, глицерофосфата и атропина). Аддитивное действие — это такое токсическое воздействие, когда суммарный эффект равен сумме эффектов действующих отдельно химических веществ (например, ацетона и дихлорэтана). Независимым действием называется такой вариант комбинированного действия, в котором общий результат не зависит от влияния каждого вещества, токсический эффект оценивается по наибольшему воздействию одного из них.

Многие химические соединения обладают неблагоприятным воздействием на человека, приводя к возникновению различных заболеваний. Невозможно вследствие большого количества заболеваний (отравлений), вызванных химическими веществами, дать им даже краткую клиническую картину. Поэтому ограничимся наиболее распространенными заболеваниями.

В результате действия химических веществ среди населения имеют место так называемые экологические заболевания. Среди них различают две группы: природно обусловленные и антропогенно обусловленные (см. прил. 1).

В первую группу (природно обусловленные) входят такие заболевания как эндемический зоб, флюороз (от избытка фтора), молибденоз (от избытка молибдена), болезнь Прасада (от недостатка цинка), болезнь Кишана (от недостатка селена), гиперселеноз (от избытка селена), гемосидероз (от избытка железа), урловская болезнь (болезнь Кашина-Бека, от избытка стронция и недостатка кальция), метгемоглобинемия (от избытка нитратов), кариес (от недостатка фтора).

К антропогенным болезням (вторая группа) относят болезни Минамата (от воздействия метилртути), Итай-Итай (от воздействия кадмия), Юша (от воздействия полихлорбифенилов и диоксинов), техногенные остеопатии (от воздействия, например, фтора), подагру (от воздействия молибдена), энцефалопатию и нефропатию (от воздействия свинца), миокардиопатию (от воздействия кобальта), акродения (болезнь Свифта, Феера от воздействия ртути), алопецию (вероятно, от воздействия тяжелых металлов и борафтористых соединений), синдром общей (множественной) химической чувствительности (от воздействия многих веществ малой интенсивности).

Урловская болезнь (болезнь Кашина-Бека) больше распространена на Дальнем Востоке, в Приамурье, Читинской области и чаще развивается у детей до тринадцати лет. Заболевание проявляется медленно с такими вначале жалобами, как ноющие боли в суставах и мышцах, позвоночнике и спине, скованность и хруст в суставах, онемение и судороги конечностей. В дальнейшем наступают перерождение и некроз хрящевой ткани, дистрофия мышц, искривление скелета, задержка роста. Прогноз для жизни благоприятный.

Болезнь Итай-Итай впервые обнаружена в Японии у населения, питавшегося рисом, который произрастал на полях, загрязненных кадмием. У заболевших появляются жалобы на боли в суставах, затем идет процесс размягчения костей и множественные их переломы. При этом страдает сердечно-сосудистая система организма: вначале повышается артериальное давление, а потом присоединяются другие заболевания сердца. Отмечается патология мочевыводящей системы в виде нефротического синдрома. Она определяется жалобами на общую слабость, жажду, сухость во рту, отеки, боли в поясничной области. Впоследствии

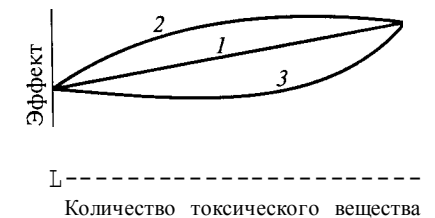


Рис. 5.16. Комбинированное действие на объект нескольких веществ:

1 - аддитивность; 2 - синергизм; 3 - антагонизм

развиваются одышка, сердцебиение, уменьшается масса мускулатуры и в завершение — заболевания почек и сердечно-сосудистой системы. Прогноз неблагоприятный.

Как у населения, например, при пожарах, а у работников литейных, кузнечных, металлургических производствах, у водителей транспортных средств наблюдаются острые и хронические отравления оксидами углерода (угарным газом). Их ПДК в воздухе рабочей зоны равна 20 мг/м^3 , а в атмосферном воздухе — 5 мг/м^3 . В начальной стадии острого отравления у больных появляются жалобы на головную боль, головокружение, тошноту, рвоту, слабость.

При медицинском осмотре можно обнаружить повышенную частоту пульса и дыхания, нарушение цветоощущения. В дальнейшем возможны более серьезные признаки отравления: нарушение сознания, судороги, отеки. Хронические отравления возникают через 10–15 лет контакта с оксидом углерода. Жалобы могут оставаться теми же, что при остром отравлении, но с судистым синдромом, повышением артериального давления, увеличением содержания карбоксигемоглобина в крови, появлением дисэнцефальных приступов, миокардиодистрофии, импотенции мужчин и расстройств менструального цикла у женщин.

При остром отравлении больного следует вынести на свежий воздух, создать условия покоя и тепла и срочно пригласить врача. Установление у работника диагноза хронического отравления средней и тяжелой степени потребует перевода пострадавшего на работу вне контакта с оксидом углерода и лечения. Периодические медицинские осмотры для данных работников установлены раз в два года. Лица, имеющие выраженную дисфункцию и органические заболевания периферической нервной системы, не могут быть приняты на работу, а если уже работали, то продолжить ее в условиях влияния оксида углерода.

В результате воздействия химических веществ (соединений) у работников в значительной степени снижается иммуннозащитная функция организма, что приводит к повышению заболеваемости производственно обусловленной заболеваемости. При этом увеличивается число случаев и дней нетрудоспособности и средней продолжительности одного случая заболевания (в днях), при соединении осложнений, ранний выход на инвалидность и даже преждевременная смертность (до наступления пензионного возраста).

Химические вещества служат причиной развития профессиональных заболеваний различных систем и органов человека. Их можно разделить на следующие группы. В первую и самую многочисленную группу входят отравления общего характера, преимущественно всего организма, но с преобладанием наиболее выраженной патологии какой-либо

системы или органа. К ним следует отнести сотни известных по своей клинике отравлений (интоксикаций) газами, аэрозолями (парами) металлов, жидкостями. Чаще всего это отравление (поражение) парами металлов свинца, ртути, марганца, газами (оксидом углерода, хлором, сероводородом), жидкостями (органическими кислотами), пылью химического состава (пестицидами, минеральными удобрениями, ядохимикатами и др.).

Общее повреждение (отравление) организма может быть смешанным с локальной патологией и выглядит следующим образом. Прежде всего возникают отравления с преимущественным поражением органов дыхания. Профессиональные заболевания, входящие в эту группу, называются так: риноларингофарингит (заболевание слизистых оболочек носа, горла, гортани), эрозия (язва) и перфорация (прободение) носовой перегородки, трахеит, бронхит, пневмосклероз (перерождение легочной ткани). Они развиваются от воздействия, например, хлора, фтора, хрома, агрохимикатов.

Следующая группа заболеваний протекает с таким преимущественным поражением организма, который носит название токсической анемии (малокровия). Оно возникает под влиянием ароматических соединений, свинца и пр. Отравления ароматическими хлорированными углеводородами, аэрохимикатами, фосфором и фтором приводят к развитию *токсического гепатита* (поражения печени).

Преимущественное поражение почек (токсическая нефропатия) наблюдается у работников с отравлениями четыреххлористым углеродом, кадмием. Токсическое поражение нервной системы в виде полиневропатий (заболеваний периферических нервов), неврозоподобных состояний, энцефалопатии может сопровождать отравления перечисленными выше химическими соединениями, а также галогенопроизводными (бромом, йодом и др.), ртутью, сероуглеродом.

Токсические поражения глаз — *катаракта* (помутнение хрусталика глаза), *конъюнктивит* (воспаление слизистой оболочки глаза), *кератоконъюнктивит* (воспаление слизистой оболочки и роговицы глаза) обнаруживаются у работников, имеющих отравление соединениями азота, хлора и серы, а также формальдегидом, тринитротолуолом. На фоне отравлений фосфором, фтором, кадмием и др. могут развиваться токсические поражения костей в виде остеопороза (размягчения).

Отравления химическими веществами часто протекают в сочетании с *болезнями кожи*. Это контактный дерматит (воспаление кожи), фотодерматит (обусловленный воздействием солнечных лучей и химических веществ), онихия (поражение ногтей), паронихия, меланодермия (опухоль кожи), масляные фолликулиты (воспаление волосяного мешочка), витилига (побеление отдельных

участков кожи). Они возникают при работе в условиях воздействия нефти и нефтяных продуктов, кислот, щелочей, тяжелых металлов, формалинов, лаков, эмалей.

Аллергические заболевания органов дыхания (бронхиальная астма), глаз (конъюнктивит), кожи (дерматит), других органов и систем организма также могут быть обусловлены химическими веществами. Возникновение таких заболеваний иногда происходит через несколько дней или месяцев после контакта с аллергенами. Заболевших важно сразу и навсегда отстранить от контакта с аллергическими химическими веществами, а при наличии аллергии от других причин не следует принимать на указанные работы.

Еще одна группа профессиональных заболеваний может самостоятельно развиваться, так и сопутствовать общему поражению организма от химических веществ. Это онкологические (раковые) заболевания следующих тканей или органов: кожи от воздействия продуктов перегонки нефти, каменного угля, сланцев, полости рта и органов дыхания от воздействия никеля, хрома, смол, асфальта; печени от воздействия винилхлорида; железной слезной железы от воздействия хрома, никеля, полициклических ароматических углеводородов; мочевого пузыря от воздействия бензидина нафтамина (прил. 3). Даже при подозрении на начальные признаки онкологической патологии работников следует отстранять от работ с перечисленными химическими веществами.

Сроки периодических медицинских осмотров лиц, работающих с химическими веществами аллергического и онкологического действия, установлены для каждого из веществ отдельно. Клиника наиболее часто встречающихся профессиональных заболеваний химического происхождения приведена ниже.

Отравление свинцом и его неорганическими соединениями (сатурнизм) наступает в среднем через три года после контакта главным образом при попадании свинца в организм через органы дыхания и реже через желудочно-кишечный тракт. (В воздухе рабочей зоны среднесменная ПДК свинца составляет $0,05 \text{ мг/м}^3$, а в атмосферном воздухе среднесуточная ПДК - $0,0003 \text{ мг/л(г)}$.) Вначале появляются жалобы на общую слабость, похудание, снижение аппетита. При дальнейшем развитии заболевания наблюдаются функциональные расстройства и поражения периферической и центральной нервной системы, изменения со стороны желудочно-кишечного тракта (особенно печени) и в крови (анемия). Описанные жалобы усиливаются, к ним присоединяются жалобы на тошноту, запоры, боли в животе. В разгаре отравления развиваются наиболее тяжелые его признаки: кайма по краю десен, землистый серый цвет кожи и колики в животе. При выраженной форме отравления заболевшему нужно переходить на работу вне контакта со свинцом. Медицинские осмотры для предупреждения отравления должны быть раз в год. Нельзя работать со свинцом и его неор-

ганическими соединениями лицам с повышенным содержанием гемоглобина в крови, заболеваниями периферической нервной системы и печени.

Средний срок отравления ртутью и ее соединениями составляет пять-семь лет и характеризуется такими признаками как раздражительная слабость, недомогание, утомляемость, головные боли, снижение памяти. Потом появляются дрожание вытянутых рук, шеи, головы, нарушения походки, почерка, менструального цикла у женщин, отмечаются стоматологические заболевания. Даже при начальной стадии заболевания целесообразно оставить работу в контакте с ртутью. С нею не должны работать лица с заболеваниями периферической нервной системы, зубов, челюстей, невротами. Осмотры работников, связанных с ртутью, установлены раз в год. ПДК ртути в воздухе рабочей зоны $0,005 \text{ мг/м}^3$ (среднесменная), а в атмосферном воздухе $0,0003 \text{ мг/м}^3$ (среднесуточная).

Отравления марганцем считаются крайне неблагоприятными из-за преимущественного и редко обратимого поражения нервной системы. Они возникают при его попадании в организм через органы дыхания в среднем через 10-12 лет. На первом месте из симптомов отравления стоят функциональные, а потом органические нарушения функции нервной системы с жалобами на головную боль, слабость, сонливость днем и бессонницу ночью, чуткий сон, боли в суставах. Осмотр врача указывает на такие отклонения как мышечная слабость, изменения психики (замкнутость, депрессия, обидчивость). Имеют место гипомимия, редкое мигание, дрожание рук, «петушиная» походка. Выражены явления полиневропатии, энцефалопатии, паркинсонизма (поражения головного мозга). Прогноз неблагоприятный. Уже в начальной стадии отравления работнику следует подыскать другую работу вне контакта с марганцем. Если во время медицинского осмотра, проводимого раз в год, и при приеме на работу обнаружены заболевания нервной, дыхательной систем, аллергические заболевания, осматриваемому лицу контакты с марганцем противопоказаны. ПДК оксидов марганца конденсата в воздухе рабочей зоны равна $0,05 \text{ мг/м}^3$ (среднесменная), а в атмосферном воздухе - $0,001 \text{ мг/м}^3$ (среднесуточная).

Отравления (хронические) представителями ароматической группы углеводородов - ксилолом и толуолом, поступающими в организм при вдыхании и через неповрежденную кожу, характеризуются слабостью, вялостью, быстрой утомляемостью, изменениями в крови (лейкопенией), носовыми кровотечениями, расстройством функций сердечно-сосудистой, центральной (неврастенией), а также периферической нервной систем, желудочно-кишечного тракта и поражением кожных покровов (дерматитами и экземами). Отравление наступает в среднем через пять лет после начала работы. При обнаруженной выраженной форме отравлений работ-

нику нужно предложить оформление перехода на другую работу вне контакта с указанными соединениями с назначением лечения. Периодические осмотры работников проводятся раз в год. Заболевания крови, маточные кровотечения у женщин, заболевания кожи являются препятствием к работе с ксилолом и толуолом. ПДК содержания ксилола в воздухе рабочей зоны - 50 мг/м^3 (среднесменная), на коже - $1,75 \text{ мг/см}^2$, а толуола в воздухе - 150 мг/см^3 (среднесменная), на коже - $0,05 \text{ мг/см}^2$.

Масляные фолликулиты (угри) - очень распространенное профессиональное заболевание. На коже верхних конечностей, живота, бедер появляются черные точки, а потом плотные ямки. Красные возвышения, склонные к сливанию. Заболевание обычно не препятствует работе в данной профессии, но требует временного отстранения от трудовой деятельности и лечения.

Гигиеническое нормирование и профилактика. Причины попадания химических веществ в среду обитания и причины возникновения от них заболеваний разнообразны, но в целом они являются негативным результатом антропогенного действия веществ. Недостатки в системах очистки выбросов в атмосферу загрязненного воздуха, в водоемы сточных вод, загрязнение почвы, продукты питания - это общие причины, приводящие к нарушению здоровья различных контингентов населения. Особенно следует отметить увеличение выбросов выхлопных газов транспортными средствами и объемов плохо очищаемых сточных вод химических производств, а также нарушений технологических и гигиенических ограничений на производство, изготовление и использование агрохимикатов, приводящих к их большому количеству в продуктах питания.

Необходимо назвать и такие причины, как неполная герметизация и укрытие химического оборудования, нерациональная вентиляция, не использование индивидуальных средств защиты, нарушение системы лечебно-профилактического питания, некачественное проведение предварительных перед поступлением на работу и периодических медицинских осмотров, неполное понимание работниками строгого соблюдения правил личной гигиены. Поэтому оздоровительные мероприятия должны быть направлены на ликвидацию всех перечисленных выше причин, приводящих к ухудшению здоровья людей, которые имеют контакт с химическим вредным фактором.

Конечным результатом этих мер должно быть доведение содержания химических веществ во всех средах обитания человека и продукции до предельно допустимых концентраций и уровней в целях снижения экологически обусловленной заболеваемости населения, а среди работников - снижения производственно обусловленной заболеваемости и ликвидации профессиональных заболеваний.

Оздоровительные мероприятия, если они выполнены рационально и в комплексе в отношении всех сред обитания человека, приводят к положительным результатам. На предприятии с рутными загрязнениями после выполнения оздоровительных мер в атмосферном воздухе, почве и воде содержание ртути стало не превышать допустимых нормативов, количество профессиональных заболеваний уменьшилось, в производственных помещениях концентрация ртути значительно снизилась.

Гигиенические нормативы (ПДК, ОБУВ) предельного содержания химических веществ установлены законом в различных средах обитания человека (в атмосферном воздухе населенных мест, воздухе рабочей зоны, воде, почве), в продуктах питания, на коже и в строительных материалах. Необходимо помнить, что гигиенические нормативы содержания химических веществ, за редким исключением, характеризуют допустимые, а не оптимальные условия воздействия факторов окружающей среды. Их неукоснительное соблюдение минимально необходимо для обеспечения химической безопасности.

Наиболее радикальная мера защиты производственной среды от загрязнений химическими веществами - их полное изъятие из технологического процесса и замена менее вредными веществами. Сведения о характере вредного действия химических веществ можно получить из Карты химической безопасности (за рубежом они носят название MSDS), разрабатываемой для каждого химического вещества или химического продукта и содержащей сведения о токсичности, опасности, поражаемых органах и системах, клинической картине острых и хронических отравлений, о необходимых профилактических мероприятиях. В тех случаях, когда осуществить эти мероприятия не представляется возможным, ставится задача снижения содержания этих веществ в воздухе рабочей зоны до безопасного предела, регламентируемого с помощью ПДК и ОБУВ. Для веществ, проникающих через кожу, установлены ПДУ кожи рук - ориентировочные предельно-допустимые уровни загрязнения кожи рук работающих с вредными веществами (согласно ГН 2.2.5.563-96 «Предельно допустимые уровни (ПДУ) загрязнения кожных покровов вредными веществами»).

Контроль за содержанием вредных и опасных веществ в воздухе рабочей зоны проводят на основании законодательных документов: ГН 2.2.5.686-98 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», ГН 2.2.5.687-98 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» и др. Контроль содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны необходим для установления соответствия фактических концентраций вредных веществ существующим для них ПДК и ОБУВ. Поскольку для различных веществ

регламентируются ПдКм и ПдКсс, контролю подлежат как максимальные разовые (Км), так и среднесменные (Ксс) концентрации.

Классификацию условий труда при работе с вредными химическими веществами осуществляют в соответствии с Руководством 2.2.755-99 «Гигиенические критерии оценки и классификации условий труда», где перечислены перечни веществ, обладающих канцерогенного и аллергического действия.

5.2.1. Пыль

Пыль (аэрозоль) — это физическое состояние твердого вещества, в котором дисперсионной средой является воздух, а дисперсной фазой — пылевые частицы, размер которых измеряется в микрометрах. Пыль образуется при механическом измельчении твердых тел (размалывание, резание), поверхностной обработке материалов (шлифование, полирование), транспортировании, перемешивании, упаковке измельченных материалов. Кроме того, пыль образуется при горении, плавке металлов.

В зависимости от происхождения принято различать органические, неорганические и смешанные виды пыли. К органическим относятся растительная (зерновая, древесная, хлопковая, мучная, угольная) и животная (шерстяная, костная, кожевенная) пыль, также пыль некоторых синтетических веществ (полимеров). К неорганическим аэрозолям относятся металлическая (железа, свинца, ртути, марганца) и минеральная (кварцевая, асбестовая, цементная, песчаная) пыль.

По дисперсности пыль делят на видимую (частицы более 10 мкм микроскопическую (0,25-10 мкм) и ультрамикроскопическую (менее 0,25 мкм).

Пыль делится на аэрозоли дезинтеграции и аэрозоли конденсации. Первые образуются при размоле и обработке твердых тел, например, в дробилках, мельницах, при бурении. Они в значительной мере состоят из пылинок больших размеров не пылевидной формы (в виде обломков), хотя в их состав входят также микроскопические частицы. Аэрозоли конденсации образуются из паров металлов, которые при охлаждении превращаются в твердые частицы. Размеры пылевых частиц, образованных в результате конденсации, значительно меньше, чем при образовании аэрозолей дезинтеграции. Скорость осаждения пыли зависит от удельного веса, формы пылинок, подвижности воздуха.

Разные виды пыли могут оказывать на организм различное действие: фиброгенное (кварцевая, породная), токсическое (марганцевая, свинцовая, мышьяковистая), раздражающее (хлоридная, щелочная), биологическое (микроорганизмы, споры), аллергическое (шерстяная, синтетическая), канцерогенное (сажа, асбест) и ионизирующее (пыль урана, радия).

По конечному повреждающему действию производственные аэрозоли можно разделить на аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД) и аэрозоли, оказывающие преимущественно обшетокическое, раздражающее, канцерогенное, мутагенное воздействие, а также влияющие на репродуктивную функцию (например, аэрозоли некоторых металлов). Степень выраженности клинических проявлений пылевых заболеваний зависит не только от указанных свойств пыли, но и от индивидуальной чувствительности организма.

При оценке неблагоприятного воздействия пыли самыми вредными из них следует считать три фактора: массу пыли (концентрацию в мг/м³ воздуха), пылевую нагрузку на органы дыхания и химический состав пыли. Затем следуют такие факторы как растворимость, дисперсность.

Рассмотрим клинико-гигиеническое значение пылевого фактора. В нашей стране гигиенические нормативы содержания пыли установлены по гравиметрическим (массовым) показателям, выраженным в единицах мг/м³, характеризующим всю массу присутствующей в зоне дыхания пыли. Используются следующие выражения предельно-допустимых концентраций: ПДК для рабочей зоны (р.з), максимальная разовая (м.р), среднесменная, среднесуточная (с.с) ПДК в воздухе населенных мест и производственных помещений соответственно.

Для оценки пылевого фактора и последствий его воздействия на работников необходимо не только определить концентрацию пыли в воздухе рабочей зоны, но и содержание в пыли свободного или связанного диоксида кремния (если можно предположить наличие его в исследуемой пыли), так как присутствие этого вещества определяет степень фиброгенности пылей.

Для различных видов пыли в воздухе предприятий установлена разная ПДК. Для кремнесодержащей пыли при содержании в ней свободного диоксида кремния от 10% установлена ПДК, равная 1-4 мг/м³. Для силикатной и силикатсодержащей пыли ПДК колеблется в пределах 2-8 мг/м³, для пыли (аэрозоля) металлов- в очень широких пределах- от тысячных долей мг/м³ (для аэрозоля бериллия 0,001 мг/м³) до единиц мг/м³ (для аэрозоля чугуна 6 мг/м³), а для органической пыли- в пределах 2-6 мг/м³.

Чем больше пыли (аэрозоля) попадает в организм (в легкие, на кожу, на слизистые оболочки глаз, носа) и длительнее время их влияния, тем сильнее ее негативное воздействие. Концентрации пыли в воздухе очень изменчивы и зависят не только от интенсивности технологического процесса, степени изношенности и укрытия оборудования, воды и перерабатываемого материала, вентиляции, но и от времени года, подвижности и влажности воздуха, влажности обрабатываемого материала, объема помещения

и пр. Чем выше концентрация пыли в воздухе производственных предприятий, тем чаще возникают профессиональные заболевания легких. После увеличения содержания пыли в воздухе более 1000 мг/м³ эта зависимость не прослеживается.

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

В соответствии с Руководством 2.2.755-99 класс условий труда и степень вредности при профессиональном контакте с АПФД определяют, исходя из фактических значений среднесменных концентраций пыли (с АПФД), определяемых по массе частиц, их кратности превышения пдс.

Контроль за соблюдением Пдс применяют к определенной профессиональной группе (не менее чем к 10% лиц данной профессии) или к конкретному работнику. При этом с помощью отбора проб в зоне дыхания работников или в рабочей зоне за промежуток времени, равный не менее 75% продолжительности смены, при основных и вспомогательных технологических операциях, а также с учетом перерывов в работе, их длительности в рабочей смене. В случае превышения пдс фибрагенной пыли необходим (обязателен) расчет пылевой нагрузки.

Расчет ПН на органы дыхания работника осуществляют, исходя из фактических с АПФД в воздухе рабочей зоны, объема легочной вентиляции (зависящей от тяжести труда) и продолжительности контакта с пылью, по формуле

$$ПН = K_{cc} NTQ,$$

где c — фактическая среднесменная концентрация в зоне дыхания работника; N — число рабочих смен в календарном году (например, 248); T — количество лет контакта с АПФД; Q — объем легочной вентиляции за смену, м³.

Полученные значения фактической ПН сравнивают с величиной контрольной пылевой нагрузки (КПН), значение которой рассчитывают в зависимости от фактического или предполагаемого стажа работы, ПДК пыли и категории работ:

$$КПН = ПдK_{cc} NTQ.$$

При превышении КПН необходимо рассчитать стаж работы, при котором ПН не будет превышать контрольной пылевой нагрузки. Расчет и регулирование персональных доз вредного фактора являются мерами профилактики профессиональных заболеваний.

Химические свойства пыли, включая аэрозоли металлов, определяют их избирательную фиброгенность, токсичность и другие направленные воздействия на организм. Так, аэрозоли марганца, ртути в первую очередь оказывают неблагоприятное воздействие на нейтральную нервную систему организма, аэрозоль железа и б-риллия — на легочную ткань, а аэрозоль хрома, никеля и кобальта, обладая аллергическими свойствами, приводит к развитию бронхиальной астмы, дерматита. Содержащиеся в рудах цветные металлы при попадании в воздух в виде пыли во время горнодобывающих работ ухудшают течение пневмокозиозов, которые возникают под воздействием соединений кварца в руде. Вместе с тем различные породы, примеси придают новые качества действию пыли. Например, наличие в такой породе как известняк соединений кальция обуславливает как в пыли известняка, так и в полученной из него строительной взвеси сильное раздражающее действие известняка.

Из семи модификаций кварца (основного элемента в пыли), ведущих к развитию пневмокозиозов, наиболее агрессивными являются а- и -модификации кварца. При тепловой (огневой) обработке сырья и изделий, их содержащих, они переходят в а- и [3-тридимит, а-, - и у-кристобалит, которые оказывают на организм более сильное воздействие, чем а- и -кварц. Пыль, содержащая свободный диоксид кремния (не связанный с оксидами железа, кальция, магния и пр.) обладает более вредным воздействием на организм, чем пыль, связанная с оксидами. Минералы, содержащие свободный диоксид кремния, называют кварцшпами, а содержащие связанный диоксид кремния — силикатами (асбест, тальк и пр.). В практической жизни чаще могут встретиться породы руды, сырье, материалы, смеси, содержащие те и другие соединения кварца, например, глина, гранит, цемент, кирпич. Пыль, содержащая диоксид кремния, только что прошедшая огневую или механическую обработку, получает в результате этого новые качества и воздействует на организм более агрессивно, чем «старая» пыль. Это объясняется тем, что после указанных видов обработки на какое-то время поверхность пыли освобождается от соединений, препятствующих контакту пыли с тканями организма.

Вредное влияние пыли зависит от ее растворимости в тканевых жидкостях организма. Быстрорастворимая пыль (мучная, сахарная), а следовательно, и быстро выводимая из организма, оказывает меньшее повреждающее воздействие. Пыль, плохо растворимая в жидкостях, надолго задерживается в организме, приводя к возникновению различных заболеваний, в первую очередь органов дыхания. К такому виду относятся пыль кварца, силикатсодержащая и текстильная (хлопковая, льняная) пыль. Плохая растворимость диоксида кремния, с одной стороны, способствует осво-

правило, развитие заболевания отстает от рентгенологических проявлений поражения в легких. Работники жалуются на сухой кашель, иногда с мокротой, одышку, боли в груди, общую слабость, повышенную утомляемость. У них определяются нарушения дыхания, при пролушывании легких шум, коробочный оттенок звука. На рентгенограмме легких обычно обнаруживается двусторонний фиброз и эмфизема (вздутие). Возможно возникновение заболевания у работника даже после прекращения его трудовой деятельности в условиях воздействия пыли, при наличии заболеваний туберкулезом, бронхиальной астмой и другой органической патологии.

При наличии пневмокониоза работники нуждаются в трудоустройстве на работу, не связанную с воздействием пыли токсических веществ, тяжелых физических нагрузок и неблагоприятного микроклимата. При начальных проявлениях заболевания требуется перевод на профессиональную инвалидность.

Медицинская профилактика сводится к проведению обязательных предварительных перед поступлением на работу и периодических (один раз в год) медицинских осмотров с учетом противопоказаний. В физически тяжелых условиях не следует работать лицам, имеющим заболевания бронхиальной системы, аллергические заболевания и др. Прогноз для здоровья и жизни работника заболевшего пневмокониозом, недостаточно благоприятен.

Пылевой, токсико-пылевой (хронический) бронхит. Это профессиональное заболевание в виде поражения бронхов возникает в различные сроки в зависимости от характера пыли после примерно 10 лет работы. Наряду с запыленностью воздуха на рабочем месте в пылеопасных профессиях при диагностике бронхита всегда учитываются сопутствующие вредные производственные факторы: физическая нагрузка, неблагоприятные метеорологические условия, воздействие шума, вибрации, химических веществ.

Заболевание развивается медленно, постепенно и незаметно без острого периода. Появляются кашель, преимущественно сухой, на работе или после работы, который в дальнейшем усиливается, одышка при тяжелой физической нагрузке, боли в груди, повышенная слабость и утомляемость, частые простудные заболевания. Продолжение контакта с пылью утяжеляет течение заболевания. В легких пролушываются сухие хрипы. Рентгенологи признают признаки появляются уже при его средней степени развития в виде умеренного двустороннего фиброза и эмфиземы легких, которые усиливаются по мере нарастания заболевания. При прогрессировании заболевания появляются признаки поражения сердечно-сосудистой системы.

Заболевшие бронхитом нуждаются в постоянном трудоустройстве и определении инвалидности профессионального характера. Медицинская профилактика складывается из предварительных

перед поступлением на работу и периодических медицинских осмотров один-два раза в год.

Бронхиальная астма. Она является пылеаллергическим заболеванием. Причинами заболевания бронхиальной астмой могут быть и пыль, и любые химические вещества, и их соединения (хром, никель и т. д.). Заболевание начинается с сухого кашля и приступав удушья, свистящего дыхания. Приступы вначале бывают 1-2 раза в месяц длительностью 1-30 мин. У работников, если их заболевание вызвано производственным агентом, приступы возникают только на работе, исчезая в выходные и отпускные дни. У неработающих удушье наступает при попадании в атмосферу загрязненного воздуха. Если заболевание прогрессирует, то частые приступы удушья повторяются 2-3 раза в неделю и длятся они до часа, прекращаясь лишь после приема лекарства. Если не принимать никаких мер, возможно развитие постоянного астматического состояния, особенно при физической нагрузке, которое характеризуется, прежде всего, дыхательной недостаточностью. Заболевшему бронхиальной астмой следует немедленно прекратить контакт с аллергеном, ее вызвавшим, поменять другую работу. Медицинские осмотры работников, их периодичность зависят от аллергена. Работники, подверженные аллергии и имеющие заболевания органов дыхания, не должны заниматься трудовой деятельностью там, где есть аллергены.

Биссиноз. Он возникает от воздействия растительной пыли через 5-7 лет работы. Больные обычно жалуются на одышку, удушье астматического характера, хрипы и боли в груди, особенно в первый день недели после отдыха. Иногда эти симптомы дополняются острыми периодами заболевания с повышением температуры тела, ознобом, головной болью, кашлем. Медицинские мероприятия такие же, как и при других видах пневмокониоза.

В официальном «Списке профессиональных заболеваний» помимо описанных выше указаны следующие заболевания, возникающие под воздействием пыли: эмфизема-бронхит, ринофарингит, пневмония, пневмосклероз, металлическая лихорадка, а также производственные отравления аэрозолями различных металлов и дерматиты.

При неблагоприятных условиях труда для профилактики профессиональных заболеваний нужны меры, направленные на достижение гигиенических нормативов содержания пыли (аэрозоля) в воздухе. Необходимо осуществлять прежде всего технические мероприятия: герметизацию, укрывные пылящего оборудования, вентиляцию, применять индивидуальные средства защиты, а также проводить предварительные и периодические медицинские осмотры. Заклучая контракт с работодателем, гражданин должен знать в каких условиях он будет работать, при каких обстоятельствах возможны ограничения сроков его работы.

Мероприятия по борьбе с пылью в отношении улучшения здоровья работников дают себя знать только через несколько лет так как пыль, накопленная в организме за предшествующие годы при работе в условиях ее повышенных концентраций в воздухе продолжает быть причиной возникновения и развития поздних пневмокониозов. Вместе с тем уже достаточно известна эффективность некоторых мер по борьбе с силикозом. Так, отказ от курения и алкоголя, рациональное трудоустройство заболевших хроническим бронхитом, запрещение труда женщин в контакте с пылью в комплексе может снизить примерно на 60 % заболеваемость силикозом.

5.3. Биологические факторы

Биологические вредные факторы — это микроорганизмы-продуценты, живые клетки и споры, содержащиеся в препаратах патогенные (ядовитые) микроорганизмы. Распространенность биологического фактора чрезвычайно велика. Патогенные микроорганизмы (микробы, вирусы, риккетсии, грибы и др.) являются обычной средой микрофлорой, но при особых условиях они становятся неблагоприятными для здоровья и жизни человека. Они могут существовать и увеличиваться в количестве, в том числе размножением, во всех средах обитания населения (воздухе, воде, почве), в продуктах питания, растениях, животных и даже в организме человека.

Продукты жизнедеятельности микроорганизмов также могут быть неблагоприятными для здоровья. Следовательно, в условиях воздействия биологического фактора живет все население. Люди имеют контакты с данным фактором в помещениях, где проживают, работают или отдыхают, в медицинских учреждениях, под открытым небом (в поле, лесу, при купании в водоемах), при приеме пищи и лекарственных препаратов. Работники сельской хозяйственной, мясомолочной, деревообрабатывающей промышленности, производства антибиотиков, витаминов, некоторых цветочных материалов (рубероида, шифера), медицинские и коммунальные работники — таков далеко не полный перечень трудящихся, на которых в производственных условиях оказывает воздействие биологический фактор.

Население испытывает его негативное воздействие при контакте с домашними животными, птицей, при контакте с продуктами их переработки и жизнедеятельности, а работники — на предприятиях по выращиванию животных, птицы, ловле рыбы при их переработке, продаже и лечении животных и человека.

В организм биологический фактор проникает в основном через органы дыхания, через желудочно-кишечный тракт и неповрежденную кожу.

Биологически вредный фактор обладает токсическим, раздражающим и аллергическим действием на организм. Особенности его поведения в окружающей среде сходны с теми, которые указаны выше при рассмотрении химического вредного фактора (изменчивость количественного содержания, усиление действия при одновременном воздействии других вредных факторов, одновременное воздействие на организм нескольких составляющих факторов).

Микроорганизмы-продуценты, содержащие живые клетки и споры, — это микробные препараты для защиты растений (например, энтеробактерии), бактериальные и грибковые препараты (инсектициды), кормовые дрожжи. С ними имеет контакты население, подвергающееся их воздействию через воздушные выбросы в атмосферу предприятий-изготовителей, а также работники этих предприятий (при изготовлении препаратов и их применении).

С такими белковыми препаратами как антибиотики (пенициллин, стрептомицин и др.), ферментами, витаминами, лекарственными препаратами (например, с инсулином), белково-витаминными концентратами (стимуляторами роста) население и работники имеют такие же контакты, как и с микроорганизмами-продуцентами.

Биологически вредный фактор может привести к возникновению различных заболеваний. В качестве массового поражения населения приведем, как пример, такое аллергическое заболевание как *поллиноз (сенная лихорадка)*, который вызывается пылью растений. Одним из этих растений является амброзия — дикорастущее растение в южных районах страны. При ее летнем цветении тысячи людей страдают от поллиноза. Его главные симптомы: зуд в глазах, полости носа, чихание, кашель, заложенность носа, боль в ушах, хриплый голос, головная боль, слабость, бессонница. У пострадавших могут развиваться такие заболевания как конъюнктивит, ринит, бронхит, бронхиальная астма, крапивница. Прогноз благоприятный. Предупреждение таких заболеваний может быть только в виде перемены места жительства.

Еще одним примером воздействия биологически вредных атмосферных выбросов производства белково-витаминных концентратов (БВК) служат поражения верхних дыхательных путей населения, проживавшего поблизости. Изменения в дыхательных органах наблюдались в населенных городах нашей страны (Киришах, Кстове, Ангарске) и определялись как острый бронхит, ринит, крапивница, мигрень. В дальнейшем у некоторых из пострадавших сформировались хронические заболевания органов дыхания — бронхит и бронхиальная астма.

У работников в условиях воздействия указанных выше биологических вредных производственных факторов отмечено снижение иммунитета, а это способствует увеличению показателей производственно обусловленной заболеваемости. Это касается заболева-

ний дыхательной и сердечно-сосудистой, а также других систем организма.

Данный фактор, если его количества превышают предельно допустимые значения, приводит к возникновению у работников ряда профессиональных, в том числе и аллергических заболеваний. В качестве инфекционных, паразитарных и аллергических заболеваний, однородных с той инфекцией, с которой работники находятся в контакте, следует назвать зооантропонозы: туберкулез, бруцеллез, сибирская язва, клещевой энцефалит, орнитоз, микоз, кандидоз, вирусный гепатит, а также аллергические заболевания - бронхиальную астму, конъюнктивит, дерматит, астматический бронхит.

Зооантропонозы - профессиональные заболевания тех работников, которые имеют контакт с большими животными и птицами, и от них передаются трудящимся в сельскохозяйственном производстве через мясо, шерсть, пух, кровь. Возбудители - микробы, вирусы, риккетсии, клещи попадают в организм работников через органы дыхания, поврежденную и неповрежденную кожу, слизистые оболочки рта, дыхательных путей, глаз, желудочно-кишечный тракт.

Бруцеллез вызывается заражением работника через мясо, шерсть, пух, молоко. Острая форма имеет инкубационный (скрытый) период 7-60 дней, после чего температура тела повышается до 39-40°C. В течение 3-28 дней появляются озноб, потоотделение, возбуждение, боли в мышцах, суставах, головная боль, увеличиваются лимфатические узлы, у мужчин появляются воспалительные процессы половых органов. Хроническая форма развивается через полгода после заражения в виде поражений суставов (артрит), сопровождается болями, деформацией, миофиброзом, невритами, радикулитами, кроме того, отмечено снижение детородной функции у женщин и мужчин. Заболевание, если его не лечить, длится очень долго.

Туберкулез передается не только от людей, но и от больных животных. Уже при разгаре заболевания появляются жалобы работника на повышенную утомляемость, общую слабость, похудание, небольшую температуру тела, потливость, особенно утром, сухой или с мокротой упорный кашель. Диагноз туберкулеза легких устанавливается обычно после рентгенографического исследования органов дыхания. Однако туберкулезом могут быть поражены и другие органы.

Кандидоз вызывается попаданием в организм микроорганизмов. Он поражает кожу, ногти, слизистые оболочки глаз, носа, влагалища, внутренние органы. Ногти утолщаются, изменяют форму, на коже появляются отеки, трещины, шелушение. При поражении органов пищеварения больные жалуются на боли и затруднение глотания, сухость и жжение во рту, утолщение и беловато-крас-

ный цвет языка, урчание в животе, потерю аппетита, похудание, поносы или запоры.

При обнаружении указанных инфекционных заболеваний работника следует временно отстранить от работы и назначить лечение, после чего при выздоровлении можно продолжить прежнюю работу. В случае установления аллергической природы заболевания работника надо направить на лечение и предложить ему сменить прежнюю работу на такую, где нет контакта с аллергенами.

В заключение приведем краткие сведения о заболевании, которое может быть профессиональным у медицинских работников, но во много раз чаще ему подвержено население.

ВИЧ-инфекция (синдром приобретенного иммунодефицита-СПИД). Источник заболевания - больные люди. Главный путь заражения СПИД - половой, так как вирус обнаружен в крови, сперме, грудном молоке, менструальной крови, влагалищном секрете. В слюне, слезах, моче вирус находится в количестве, недостаточном для заражения. Контактной-бытовой и воздушно-капельный пути передачи инфекции не встречаются. Передача инфекции происходит через поврежденную кожу, например, при медицинских манипуляциях (переливании крови, хирургических, в том числе стоматологических операциях), при контакте с инфицированным материалом. Инкубационный период от 2 нед до 3 мес. Начальная (острая) фаза заболевания протекает бессимптомно. Только у третьей части пациентов возможно повышение температуры тела, увеличение лимфатических узлов, появление сыпи и тонзиллита.

Вторая стадия наступает через 3-5 лет и более, когда больной замечает значительное увеличение лимфатических узлов.

В третьей стадии к этому присоединяются похудание, лихорадка, понос, другие инфекционные заболевания ушей, легких, кожи, а также опухоли и пр.

Четвертая стадия - это разгар указанных заболеваний и, к сожалению пока с летальным исходом вследствие отсутствия в настоящее время радикальных методов лечения СПИДа.

Гигиеническое нормирование и профилактика. Содержание микробов-продуцентов, бактериальных препаратов и их компонентов подлежит контролю в соответствии с требованиями Методических указаний по экспериментальному обоснованию ПДК микроорганизмов продуцентов и содержащих их готовых форм препаратов в объектах производственной и окружающей среды 5789/1-91. Для микроорганизмов-продуцентов ПДК являются максимальными. Они приведены в ГН 2.2.6.709-98 <<Предельно допустимые концентрации (ПДК) микроорганизмов-продуцентов, бактериальных препаратов и компонентов в воздухе рабочей зоны>>, в которых даны названия индивидуальных микробов-продуцентов и микроорганизмов, их ПДК, класс опасности и осо-

бенности действия на организм (большинство из них является аллергенами).

Следует отметить, что воздействие микроорганизмов-продуцентов, бактериальных препаратов и их компонентов на уровне ПДК не исключает нарушения здоровья у лиц с повышенной чувствительностью.

Для биологического фактора, как и для химических веществ и пыли, установлены ПДК не только в единицах $мг/м^3$, но и в количестве микробных клеток в кубометре воздуха- (кл./ $м^3$). Например, в воздухе рабочей зоны для грибов рода Кандида (*Candida*) эти значения находятся в пределах 500-1000 кл./ $м^3$, для продуцентов антибиотиков в пределах 2000- 5000 кл./ $м^3$, для антибиотиков- 0,001-0,3 $мг/м^3$, а для дрожжей кормовых- 0,9 $мг/м^3$. Что касается содержания патогенных токсичных микроорганизмов, то они вообще не должны быть в воздухе рабочей зоны и в атмосферном воздухе.

В соответствии со ст. 26 Федерального закона <<О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения> условия работы с биологическими веществами, биологическими и микробиологическими организмами и их токсинами, в том числе в области геной инженерии, и с возбудителями инфекционных заболеваний не должны оказывать вредное воздействие на человека.

Все поступающие на биотехнологические предприятия должны первоначально пройти медицинское освидетельствование с определением аллергологического статуса и приняты на работу только при отсутствии противопоказаний. Раннее диагностирование профессиональных аллергических болезней при проведении периодических медосмотров имеет первостепенное и существенное значение для исхода этих заболеваний, так как наблюдения показывают, что несвоевременное прекращение контакта с аллергенами приводит к хроническому процессу.

Острые формы требуют отстранения больного от работы и лечения преимущественного в больничных условиях, после чего возможно возвращение на прежнюю работу при врачебном наблюдении. В случае наличия хронической формы или онкологического заболевания больного необходимо перевести на работу вне контакта с вредными факторами, назначить лечение.

Оздоровительные мероприятия по уменьшению влияния биологического вредного фактора заключаются в первую очередь в устранении контакта с ними человека, доведения содержания вредного фактора до уровней ПДК во всех средах обитания человека. Это достигается снижением объема, а затем полной ликвидацией атмосферных выбросов, автоматизацией, герметизацией, механизацией технологических процессов.

Личная гигиена, средства индивидуальной защиты, вакцинации, проводимые перед поступлением на работу, а также перио-

дические (раз в год) медицинские обследования, которые проводятся в обязательном порядке, являются мерами по снижению воздействия биологического вредного фактора на человека.

5.4. Психофизиологические факторы

5.4.1. Физические нагрузки

Физические перегрузки (по ГОСТу <<Опасные и вредные производственные факторы>>) или тяжесть труда (по Руководству <<Гигиенические критерии оценки и классификации условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса>>) определяются как вредные производственные факторы трудового процесса. Они являются составной частью такого вредного производственного фактора как психофизиологический.

Физические перегрузки (тяжесть труда) отражают преимущественную трудовую нагрузку на опорно-двигательный аппарат и другие системы организма (сердечно-сосудистую, дыхательную, периферическую нервную систему и др.). В целом они характеризуются физической динамической нагрузкой и перемещением груза, общим числом стереотипных рабочих движений, величиной статической нагрузки, формой рабочей позы, степенью наклона корпуса, перемещением в пространстве.

Распространенность указанных работ достаточно высокая. В стране около 40 % работников выполняют работы вручную. Из них около 2 % заняты тяжелым физическим трудом. Физические нагрузки (перегрузки) могут быть у тех работников, которые при ручном труде не пользуются механизированным инструментом, а применяют лишь лом, пилу, молоток. Кроме того, ручной труд распространен при обслуживании машин и механизмов и при трудовых операциях с ручным (частично механизированным) инструментом по ремонту и наладке машин и механизмов. Особенно тяжелые физические нагрузки имеют место в том случае, если машины или механизмы работают в быстром темпе, не свойственном организму человека.

Различают три вида физических нагрузок (тяжести труда). Общие нагрузки- это такие нагрузки, когда большая часть мышечной массы человека включена в трудовую деятельность. Примерам могут быть такие профессии как грузчики, бетонщики. Региональные нагрузки — это нагрузки, выполнение которых требует включения мышечного аппарата верхнего плечевого пояса, а иногда и нижних конечностей, например, у токаря, ткачихи, штукатура, тракториста. Локальные нагрузки возникают у работников, например, при сборке небольших приборов, когда требуется применение мышц кистей, пальцев рук.

Условия труда по показателям тяжести трудового процесса

Показатель тяжести трудового процесса	Оптимальные (легкая физическая нагрузка)	Допустимые (средняя физическая нагрузка)	Вредные (тяжелый труд)	
			1-й степени	2-й степени
<i>1. Физическая динамическая нагрузка (единицы внешней механической работы за смену, кг/м)</i>				
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 2500 До 1500	До 5000 До 3000	До 7000 До 4000	Более 7000 Более 4000
При общей нагрузке (с участием мышц рук, корпуса, ног) в случае перемещения груза на расстояние от 1 до 5 м: для мужчин для женщин	До 12 500 До 7500	До 25 000 До 15 000	До 35 000 До 25 000	Более 35 000 Более 25 000
Перемещение груза на расстояние более 5 м: для мужчин для женщин	До 24 000 До 14 000	До 46 000 До 28 000	До 70 000 До 40 000	Более 70 000 Более 40 000

2 Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную, кг

Подъем и перемещение (разовое) тяжести при чередовании с другой работой (до 2 раз в 1 ч): для мужчин для женщин	До 15 До 5	До 30 До 10	До 35 До 12	Более 35 Более 12
Подъем и перемещение (разовое) тяжести постоянно в течение рабочей смены: для мужчин для женщин	До 5 До 3	До 15 До 7	До 20 До 10	Более 20 Более 10
Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены: с рабочей поверхности: для мужчин для женщин	До 250 До 100	До 870 До 350	До 1500 До 700	Более 1500 Более 700
с пола: для мужчин для женщин	До 100 До 50	До 435 До 175	До 600 До 350	Более 600 Более 350

Показатель тяжести трудового процесса	Оптимальные (легкая физическая нагрузка)	Допустимые (средняя физическая нагрузка)	Вредные (тяжелый труд)	
			1-й степени	2-й степени
<i>3. Стереотипные рабочие движения (количество за смену)</i>				
При локальной нагрузке (с участием мышц кистей и пальцев рук)	До 20 000	До 40 000	До 60 000	Более 60 000
При региональной нагрузке (при работе с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса)	До 10 000	До 20 000	До 30 000	Более 30 000
<i>4. Статическая нагрузка (величину статической нагрузки за смену при удержании груза, приложении усилий, кг·с)</i>				
Одной рукой: для мужчин для женщин	До 18 000 До 11 000	До 36 000 До 22 000	До 70 000 До 42 000	Более 70 000 Более 42 000
Двумя руками: для мужчин для женщин	До 36 000 До 22 000	До 70 000 До 42 000	До 140 000 До 84 000	Более 140 000 Более 84 000
С участием мышц корпуса и ног: для мужчин для женщин	До 43 000 До 26 000	До 100 000 До 60 000	До 200 000 До 120 000	Более 200 000 Более 120 000

5. Рабочая поза

Рабочая поза	Свободная, удобная поза, возможность смены рабочего положения тела (сидя, стоя). Нахождение в позе стоя до 40% времени смены	Периодическое, до 25% времени смены, нахождение в неудобной позе (работа с поворотом туловища, неудобным размещением конечностей и др.) и/или в 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 13 неудобной и/или фиксированной позе; пребывание в вынужденной позе (на коленях, на корточках и т.п.) более 25% времени смены. Нахождение в позе стоя более 80% времени смены
--------------	--	---	---	---

6. Наклоны корпуса

Наклоны корпуса (вынужденные более 30°), количество за смену	До 50	51-100	101-300	Свыше 300
--	-------	--------	---------	-----------

7. Перемертвения в пространстве, обусловленные технологическим процессом, км

По горизонтали	До 4	До 8	До 12	Более 12
По вертикали	До 2	До 4	До 8	Более 8

Все указанные виды физических нагрузок могут быть по тяжести легкими, средними и тяжелыми, для которых установлены ПДУ (табл. 5.29). При несоблюдении указанных гигиенических нормативов у работников развиваются профессиональные заболевания. Среди всех профессиональных заболеваний они составляют 15-20%.

Наиболее частыми из них являются заболевания суставов-связочного, мышечного и костного аппарата (миофиброз предплечий и плечевого пояса; тендовагинит; эпикондилит; периартроз и постеоартроз плечелопаточный, локтевой, коленный; остеонекроз, бурсит), а также периферической нервной системы (моно- и полиневропатия верхних конечностей, рефлекторный синдром шейного и пояснично-крестцового уровней, шейно-плечевая и пояснично-крестцовая радикулопатия и радикуломиелопатия, координационный невроз). Рассмотрим клинические картины самых распространенных из них.

Миофиброз (разрастание соединительной ткани в мышцах, и их уплотнение) встречается у работников, выполняющих работы локального и регионального характера, в таких профессиях как бурильщики, строители, станочники. В начале заболевания появляются жалобы на резкие боли в верхних конечностях после работы. При развитии заболевания боли становятся выраженными, к ним присоединяются слабость, снижение силы и выносливости мышц. При медицинском осмотре врач может прощупать болезненные уплотнения в пораженных мышцах. Хронический миофиброз развивается в среднем через 2-3 мес после работы с физическими перегрузками, а его острую форму можно диагностировать через несколько недель.

Полиневропатия (заболевание периферических нервов со множественным поражением). Это заболевание встречается у работников указанных выше профессий, т.е. там, где многократно повторяются однородные движения и имеется давление на нервные стволы. Работник жалуется прежде всего на боли (чаще всего ночью), зябкость рук. Болевой синдром в дальнейшем усиливается.

При медицинском осмотре наблюдаются отечность, синюшность, похолодание, рук, уменьшение болевой чувствительности. Работоспособность верхних конечностей снижается вследствие истощения мышц. Заболевание развивается медленно, в среднем через 15 лет. При наличии обострений заболевания требуется освобождение работника от выполнения физической работы и лечения.

Координационный невроз (писчий спазм) - профессиональное заболевание работников на клавишных инструментах, музыкантов, чертежников, машинисток, операторов на компьютерах. Их причина - быстрый темп работы при дефиците времени в сочетании с высокой координацией движений. Главные признаки

заболевания - спазмы, судороги мышц пальцев, рук, лопаток, губ, дрожание рук. Заболевание очень стойкое, большие вынуждены оставлять свою работу и обращаться за лечением.

В результате общих физических перегрузок у женщин диагностируется такое профессиональное заболевание как опущение и выпадение матки и стенок влагалища. Оно наблюдается у женщин в возрасте до 40 лет при длительных (более десятилетий) систематических (более половины времени смены) подъемах и перемещениях тяжестей, при работе в вынужденной позе. Заболевание встречается, например, у работниц, занятых на сельскохозяйственных, строительных, погрузочно-разгрузочных, ремонтных работах.

В результате нарушения поддерживающей и фиксирующей функции матки возникают аномалии положения половых органов, при этом снижается детородная функция. Даже на начальной стадии заболевания работницу следует навсегда освободить от физических работ.

Выраженное варикозное расширение вен на ногах, осложненное воспалительными (тромбофлебиты-воспаление вен), или трофическими расстройствами, как профессиональное заболевание встречается среди работников, связанных с длительным статическим напряжением (работа стоя), систематической переноской грузов. Оно встречается у работников подземных горных выработок, а также у населения, занятого в сельскохозяйственных работах (чаще у женщин). Обычно через 6-8 лет работы с физическими перегрузками на подкожных венах ног появляются небольшие узловые и мешотчатые изменения, кожа становится синюшной.

При развитии заболевания могут быть явления тромбоза, язвы, кровотечения из них. В далеко зашедших случаях заболевшему нужно оставить выполняемую работу с физическими перегрузками и немедленно обратиться к врачу.

Хронический ларингит, узелки, язвы голосовых связок - профессиональные заболевания от локальной, но систематической физической перегрузки мышц голосового аппарата. Встречается у преподавателей, телефонистов, дикторов, артистов. Заболевание начинается с быстрого утомления во время работы, сухости, неприятных ощущений, боли в горле. Если не принять меры, на голосовых складках появляются узелки, а затем и язвы. Работнику с подобными заболеваниями целесообразнее уйти с работы и применить соответствующие лечебные меры.

Прогрессирующая близорукость - профессиональное заболевание, которое возникает от локальной физической перегрузки мышечного аппарата глазных яблок. Такое напряжение возможно во время различения мелких предметов с близкого расстояния. Близорукость встречается у людей, работающих с оптическими приборами, с видеотерминалами, занятых на сборке мелких изделий, на корректорской работе.

Начало заболевания — ухудшение и утомление зрения, появление в поле зрения темных точек, полос, «мушек». близорукости являются кровоизлияния в глаз, отслоение ки. У работников снижается работоспособность. Больному для сохранения зрения целесообразно подыскивать работу без перенапряжения зрения.

Возникновению и развитию профессиональных заболеваний от физических перегрузок способствуют одновременно воздействующие на работников вредные производственные факторы. Так, заболевания периферической нервной системы влияют при контакте работников с химическими соединениями и в условиях воздействия охлаждающего микроклимата, а заболевания опорно-двигательного аппарата в условиях охлаждающего микроклимата возникают чаще, чем только при воздействии физических нагрузок. Интенсивный шум ускоряет развитие заболеваний голосового аппарата, пониженное освещение — прогрессирующую близорукость, нервно-психические перегрузки — координационный невроз.

Физические перегрузки способствуют возникновению производственно обусловленной заболеваемости, которая выражается в виде заболеваний различных систем организма — сердечно-сосудистой (миокардиодистрофия) и дыхательной (эмфизема легких), желудочно-кишечного тракта и других.

Главными мероприятиями по снижению физических перегрузок до ПДУ являются ликвидация ручных операций, уменьшение темпа работы, борьба с другими производственными факторами, а также лечебно-профилактические мероприятия (предварительные перед поступлением на работу и периодические медицинские осмотры).

5.4.2. Нервно-психические нагрузки

Нервно-психические нагрузки, называемые еще напряженностью труда, являются факторами трудового процесса и входят составной частью вместе с физическими перегрузками (тяжесть труда) в понятие психофизиологических вредных производственных факторов.

Они характеризуются как фактор трудового или нетрудового процесса, который отражает нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу человека. В связи с этим напряженность функций организма возникает под влиянием интеллектуальной, сенсорной (на органы чувств), эмоциональной нагрузок, монотонности нагрузок, нерационального режима работы.

Распространенность работ, различных ситуаций, при которых возникают нервно-психические нагрузки, очень велика. Примерами могут быть трудовая деятельность нескольких миллионов води-

телей транспортных средств, преподавателей, врачей, операторов за пультами управления, людей, работающих на высоте, в коммерции (бизнесменов, продавцов), в условиях повышенной опасности травм и отравлений, участвующих в ликвидации пожаров, аварий, подвергающихся воздействию интенсивного шума, нерациональной освещенности, охлаждающего микроклимата. Экстремальные бытовые ситуации (болезнь, смерть, криминальные ситуации) также могут быть причиной нервно-психических перегрузок.

Напряженность труда как вредный производственный фактор нередко воздействует на работника совместно с другими факторами (шумом, вибрацией, микроклиматом, физическими перегрузками и пр.). Одновременное влияние усиливает те неблагоприятные отклонения физиологического и патологического характера, которые возникают при воздействии одних нервно-психических нагрузок. Напряженность трудового процесса как вредный производственный фактор подлежит гигиеническому нормированию (табл. 5.30).

В результате воздействия нервно-психических нагрузок у человека могут возникнуть неблагоприятные физиологические реакции и некоторые заболевания.

Основной удар на себя принимают такие важные системы организма как центральная нервная и сердечно-сосудистая. Субъективно это отражается в преждевременном наступлении утомления (ослабление памяти и внимания, слуха и зрения, появление слабости). При медицинском осмотре можно отметить повышение частоты пульса, кровяного давления, сухожильных рефлексов. В дальнейшем не исключаются такие процессы как постепенная потеря массы тела, бессонница, беспокойство, эмоциональная неустойчивость, изменение потенции. Исследования иммунозащитных функций людей, имевших экстремальные нервно-психические перегрузки, приводят к тому, что временно на 3-4 нед после ситуации в их организме наблюдается резкое снижение указанной функции. Человек становится уязвимым для инфекционного начала, которое может быть как в окружающей среде, так и внутри организма. Такое Иммунодефицитное состояние может стать основой для возникновения и последующего развития различных заболеваний.

Чрезмерная (экстремальная) перегрузка у отдельных лиц приводит к возникновению особого состояния, называемого стрессом. Не исключаются смертельные случаи от чрезмерно высоких нервно-психических перегрузок, в основе которых лежит острая сердечно-сосудистая недостаточность.

Нервно-психические перегрузки являются своего рода толчком, способствующим возникновению заболеваний неспецифического (а у работников — производственно обусловленного) и специфического

Класс условий труда по показателям напряженности трудового процесса

Показатель напряженности трудового процесса	Оптимальные (напряженность труда легкой степени)	Допустимые (напряженность труда средней степени)	Вредные условия труда (напряженность труда)		
			1-й степени	2-й степени	
<i>1. Интеллектуальные нагрузки</i>					
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, решения алгоритма, единоличное руководство в сложных ситуациях	
Восприятие сигналов (информации) и их оценка	Восприятие сигналов, но не требуется коррекция действий	Восприятие сигналов с последующей коррекцией действий и операций	Восприятие сигналов последующим составлением 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	
Распределение функций по степени сложности задания	Обработка и выполнение задания	Обработка, выполнение задания и его проверка	Обработка, выполнение и контроль за выполнением задания	Контроль предварительная работа по распределению заданий другим лицам	

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
<i>2. Сенсорные нагрузки</i>				
Длительность сосредоточенного наблюдения, % от времени смены	До 25	26-50	51-75	Более 75
Плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в среднем за 1 ч работы	До 75	76-175	176-300	Более 300
Число производственных объектов одновременного наблюдения	До 5	6-10	11-25	Более 25
Размер объекта различения, мм, при расстоянии от глаз работающего до объекта различения не более 0,5 м, 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 - 25-50%	Менее 0,3 мм - более 50%

Показатель напряженности трудового процесса	Оптимальные (напряженность труда легкой степени)	Допустимые (напряженность труда средней степени)	Вредные условия труда (напряженный труд)	
			1-й степени	2-й степени
Работа с оптическими приборами при длительности сосредоточенного наблюдения, % времени смены	До 25	26-50	51-75	Более 75
Наблюдение за экранами видеотерминалов (часов в смену): при буквенно-цифровом типе отображения информации при графическом типе отображения информации	До 2	2-3	3-4	Более 4
	До 3	3-5	5-6	Более 6
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

Нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю)	До 6	16-20	20-25	Более 25
<i>3. Эмоциональные нагрузки</i>				
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 остановку технологического процесса, и может возникнуть опасность для жизни
Степень риска для собственной жизни	Исключена			Вероятна
Степень ответственности за безопасность других лиц	Исключена			Возможна
<i>4. Монотонность нагрузок</i>				
Число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или в многократно повторяющихся операциях	Более 10	9-6	5-3	Менее 3

Показатель напряженности трудового процесса	Оптимальные (напряженность труда легкой степени)	Допустимые (напряженность труда средней степени)	Вредные условия труда (напряженный труд)	
			1-й степени	2-й степени
Продолжительность, с, простых производственных заданий	50-55 00	00-25	24-10	Менее 10
Продолжительность смены. В остальное время — наблюдение за производственным процессом	20 н. 50-55	0	2-5	4 и менее
Монотонность обстановки (время пассивного наблюдения за ходом технологического процесса, % времени смены)	5-15 75	75-80	8-20	Более 90
5. Режим работы				
Продолжительность смены	6-7 ч	8-9 ч	0-4	Более 12 ч
Сменность работы	Односменная работа (без ночной смены)	Двухсменная работа (без ночной смены)	Трехсменная работа (ночная смена)	Нерегулярная работа в ночное время
Наличие регламентированных перерывов и их продолжительность	Перерывы регламентированы и достаточной продолжительности: 7% и более рабочего времени	Перерывы регламентированы и достаточной продолжительности: от 3 до 7% рабочего времени	Перерывы не регламентированы и недостаточной продолжительности: до 3% рабочего времени	Перерывы отсутствуют

Теского (профессионального) характера. К заболеваниям неспецифического характера следует отнести болезни сердечно-сосудистой системы: гипертоническую болезнь, ишемическую болезнь сердца, атеросклероз. Эндокринные заболевания, сахарный диабет могут быть обусловлены нервно-психическими перегрузками, а из желудочно-кишечных заболеваний в данном случае следует назвать язвенную болезнь, из заболеваний центральной нервной системы — астению, так называемые невротические реактивные состояния.

Из нервно-психических заболеваний специфического (профессионального) характера официально можно назвать лишь одно заболевание. Это невроз, который может развиваться вследствие длительного и непосредственного обслуживания душевнобольных людей. Он диагностируется у медицинского персонала в психиатрических учреждениях, преподавателей и обслуживающего персонала спецшкол для психически неполноценных людей.

Невроз (невротическое состояние) — это не психическое расстройство. При его начале возможна депрессия (угнетение) в виде снижения настроения, появления чувства безысходности, нарушения сна, ухудшения аппетита, раздражительности, переживания неудач. Во время медицинского осмотра наблюдаются истерические реакции с возбуждением, отказом от еды, навязчивыми состояниями. Больной при этом полностью осознает свое состояние. Начальная стадия заболевания требует лечения, а при ухудшении состояния необходимо оставить работу с душевнобольными людьми и начать лечение под постоянным врачебным наблюдением.

Мероприятия по снижению нервно-психических нагрузок включают создание оптимального психологического межличностного климата в любой среде обитания человека (на работе, дома, на отдыхе, на рабочем месте), создание благоприятных условий труда в виде снижения параметров вредных производственных факторов.

Для ликвидации условий, ведущих к преждевременному утомлению, предусматриваются мероприятия по рационализации режимов труда и отдыха, производственная гимнастика, музыкальное вещание, комнаты психологической разгрузки. Медико-профилактические меры предусматривают предварительные и периодические (предрейсовые) медицинские осмотры, своевременное лечение заболеваний.

Контрольные вопросы

1. Что такое климат?
2. Что такое производственный охлаждающий и нагревающий микроклимат.
3. Назовите профессиональные заболевания от воздействия производственного микроклимата.

4. Какие заболевания ухудшаются у человека под влиянием неблагоприятных метеорологических условий?
5. Каковы основные меры оздоровления производственного охлаждающего микроклимата?
6. Каковы основные меры оздоровления производственного нагревающего микроклимата?
7. Какие физические факторы влияют на здоровье человека?
8. Какие заболевания могут быть от воздействия шума?
9. В каких единицах измеряется и нормируется шум?
10. Назовите физические характеристики шума, которые необходимо учитывать при борьбе с ним.
11. Назовите основные меры по снижению шума.
12. Инфразвук. Особенности воздействия на человека.
13. Какие источники ультразвука самые распространенные и какое воздействие он оказывает на здоровье человека?
14. Назовите причины возникновения вибрационной болезни и стадии ее течения. Назовите возможные лечебно-профилактические мероприятия.
15. Перечислите источники электромагнитного загрязнения среды. Назовите основные характеристики ЭМП.
16. Оцените риск пользования мобильным телефоном, компьютером.
17. Каковы источники поступления ионизирующих излучений.
18. К каким последствиям приводит воздействие ионизирующих излучений на людей?
19. Какие излучения называются неионизирующими. Влияют ли они на здоровье человека?
20. Назовите профессиональные заболевания при воздействии ИК- и УФ-излучений.
21. Назовите пути поступления химических веществ в организм человека.
22. Назовите заболевания химического происхождения у населения.
23. Какие органы и системы организма работников повреждаются от химического фактора?
24. Какие вредные факторы усиливают неблагоприятное воздействие химического фактора?
25. Назовите основные причины возникновения негативного влияния химического фактора и меры борьбы с ним.
26. Назовите производство, где имеет место биологический вредный производственный фактор.
27. В каких единицах измерения выражается количество биологического вредного фактора?
28. Назовите основные заболевания, возникающие от воздействия биологического вредного фактора.
29. Каковы основные причины «Средовых болезней»?

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ

6.1. Общие сведения о токсичности веществ

6.1.1. Определение, понятия, цели и задачи токсикологии

Бурное развитие химической промышленности сопровождается широким использованием химических соединений в различных сферах жизнедеятельности человека. В настоящее время синтезируются миллионы химических веществ и смесей, из которых 60 тыс. находят свое практическое применение. Ежегодно разрабатывается от 500 до 1000 новых химических веществ с широкой перспективой использования. В связи с этим возникает определенный риск для здоровья людей.

Токсикология – область знаний, изучающая законы взаимодействия живого организма и яда. Токсичность вещества тем больше, чем меньше его количество (доза) вызывает расстройства жизнедеятельности организма.

Вещество, вызывающее отравление или смерть при попадании в организм в малом количестве называется ядом. В роли последнего может оказаться практически любое химическое соединение, попавшее в организм в количестве, способном вызвать нарушения жизненно важных функций и создать опасность для жизни.

Предполагая это универсальное свойство химических веществ, знаменитый врач средневековья Параделье считал, что «все есть яд и ничто не лишено ядовитости. Яд от лекарства отличается дозой». Многие химические вещества, принятые внутрь в оптимальной дозе, приводят к восстановлению нарушенных какой-либо болезнью функций организма и тем самым проявляют лечебные свойства. Другие вещества являются составной частью живого организма (белки, жиры и т.д.), поэтому для проявления их токсических свойств нужны особые условия. Чаще токсическое влияние оказывают чуждые живому организму вещества, которые получили название ксенобиотики. Таким образом, одно и то же химическое вещество может быть ядом, лекарственным и необходимым для жизни средством в зависимости от ряда условий,

при которых оно встречается и взаимодействует с организмом (рис. 6.1).

Токсикология в современном понимании — это наука о вредных воздействиях на человека, животных и растения химических соединений, поступающих из окружающей среды — среды обитания (производственной, коммунальной, бытовой, природной и пр.).

Вредное воздействие химических соединений проявляется в виде заболевания или нарушения состояния здоровья, оно изучается современными методами как в процессе контакта с веществами так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений (см. рис. 5.12).

Патологическое состояние, развивающееся вследствие воздействия вредного химического вещества с организмом, называется интоксикацией, или отравлением. В соответствии с принятой терминологией отравлением обычно называют только те интоксикации, которые вызваны «экзогенными» ядами, поступившими в организм извне. В результате воздействий вредных веществ на организм могут возникнуть острые и хронические отравления.

Острые отравления характеризуются кратковременностью действия относительно больших количеств вредных веществ и ярким типичным проявлением непосредственно в момент воздействия или через сравнительно небольшой (обычно в несколько часов) скрытый (латентный) период. Острое профессиональное заболевание — это отравление, являющееся, как правило, результатом однократного (в течение не более одного рабочего дня, одной рабочей смены) воздействия на работника вредного производственного фактора (факторов), повлекшее за собой временную или стойкую утрату профессиональной трудоспособности.

Хронические отравления развиваются постепенно, при длительном воздействии вредных веществ в относительно небольших количествах. Эти отравления возникают вследствие накопления вредного вещества в организме (материальная кумуляция) или вызываемых ими изменений (функциональная кумуляция). Хроническое профессиональное заболевание — это заболевание, являющееся результатом длительного воздействия на работника вредного производственного фактора (факторов), повлекшее за собой временную или стойкую утрату трудоспособности.

Основная цель токсикологии состоит в предупреждении, распознавании и лечении больных с заболеваниями химической этиологии, предупреждении и устранении отдаленных последствий вредного воздействия химических веществ у индивидуумов и их потомства.

В связи с этим выделяют следующие направления токсикологии: экспериментально-теоретическое — изучение основных закономерностей взаимодействия вредного вещества с биологическими объектами;

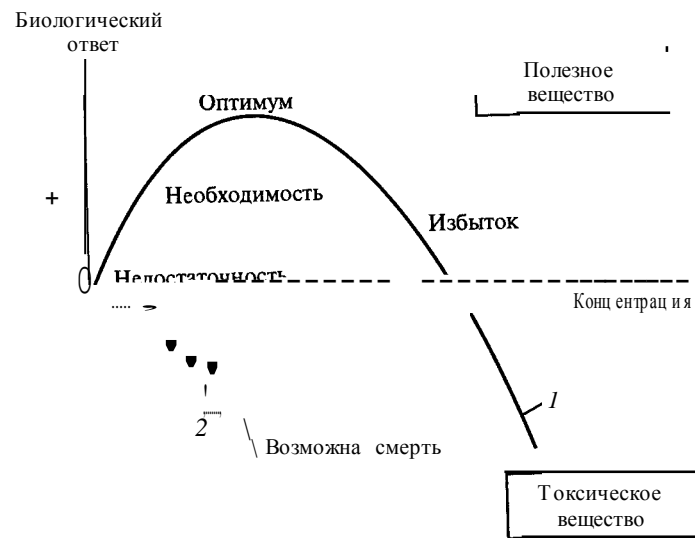


Рис. 6.1. Зависимость биологического ответа организма от концентрации полезного (1) и токсического (2) вещества. (Взаимное расположение двух кривых относительно шкалы концентраций условно)

профилактическое (гигиеническое) — предупреждение потенциальной опасности вредного воздействия веществ на человека. Сюда входят коммунальная (атмосферная, водная, почвенная), пищевая, промышленная, бытовая, косметическая; клиническое — исследование отравлений, возникающих вследствие влияния на человека химических веществ окружающей среды, и их лечение; экологическое — изучение действия веществ на экосистемы, биоценозы.

Основоположниками отечественной промышленной токсикологии как науки являются известные ученые Н. В. Лазарев и Н. С. Правдин. Ими впервые были сформулированы задачи токсикологии:

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

Если первое направление предполагает установление гигиенических нормативов химических веществ по сокращенной схеме с последующим расчетом ориентировочных временных нормативов, то второе направление охватывает полный комплекс токсикологических исследований и разработку на этой основе фундаментальных гигиенических нормативов — ПДК. Третья задача направ-

лена на ограничение в сырье, промежуточных и готовых продуктов токсических примесей до уровней, не оказывающих неблагоприятного воздействия на организм. Эти исследования в настоящее время стали обязательными, поскольку любая производимая продукция должна иметь гигиенический сертификат качества. Ответственность за осуществление стандартизации возлагается на предприятие-изготовитель.

Взаимодействие яда с организмом изучается в двух аспектах: как влияет вещество на организм (токсикодинамика) и что происходит с веществом в организме (токсикокинетика). Токсикокинетика изучает закономерности процессов поступления, распределения, метаболизма и выделения путем определения концентраций самих веществ или их метаболитов в биологических средах организма (крови, плазме, моче, выдыхаемом воздухе, тканях) в различные периоды интоксикации. Токсикадинамика изучает характер действия веществ на организм, вызываемый ими эффекты.

6.1.2. Классификация вредных химических веществ

Количество химических соединений, используемых в настоящее время настолько велико, а характер биологического действия настолько разнообразен, что применяют несколько видов классификаций. В основу существующих классификаций вредных химических веществ положены различные принципы, позволяющие агрегатное состояние веществ, характер воздействия на организм, степень токсичности, опасности и другие признаки.

По агрегатному состоянию в воздушной среде вредные вещества могут быть классифицированы как газы, пары и аэрозоли (жидкие или твердые).

По химическому строению вредные химические вещества делят на органические, неорганические и элементоорганические. Исходя из принятой химической номенклатуры, определяют класс и группу этих веществ.

По пути проникновения в организм выделяют вещества, действующие через дыхательные пути, пищеварительную систему и кожу.

По цели применения различают следующие вещества.

(не имеющие пищевой ценности) компоненты пищи и антиалкогольные вещества, включающие, в частности, различные эссенции (сложные эфиры), нитриты и нитраты, кофеин, алкоголь, дубильные вещества (танины), катехины и ряд других веществ.

Промышленные вещества — наиболее разнообразная группа. Среди выбросов в атмосферу, почву, воду имеется группа неорганических веществ, содержащих практически все элементы периодической системы, а также все классы органических соединений

начиная с простейших алифатических углеводородов и кончая синтетическими высокомолекулярными соединениями, а также веществами, сравнимыми по степени токсичности с боевыми отравляющими веществами.

Агрехимикаты (пестициды и химические средства защиты растений), которые включают в себя гербициды, инсектициды, фунгициды, репелленты, протравители семян. Без использования этих веществ сегодня представляется невозможным получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Лекарственные средства, имеющие свою фармакологическую классификацию.

Косметические средства, которые также включают некоторые биологически активные соединения, чужеродные для организма и способные в определенных концентрациях вызывать токсический эффект, например аллергические реакции.

Отравляющие вещества (ОВ), которые применяются в качестве токсического оружия для массового уничтожения людей.

По виду токсического действия химические вещества разделяют по характеру их токсического действия на организм (табл. 6.1). Однако эта классификация имеет очень общий характер и обычно детализируется использованием дополнительной информации об

Таблица 6.1

Токсикологическая классификация ядов

Общий характер токсического воздействия	Характерный представитель
Нервно-паралитическое действие (бронхоспазм, удушье, судороги и параличи)	Фосфорорганические инсектициды (хлорофос, карбофос), никотин, анабазин, БОБ
Кожно-резорбтивное действие (местные воспалительные и некротические изменения в сочетании с общетоксическими резорбтивными явлениями)	Дихлорэтан, гексахлоран, БОБ, уксусная эссенция, мышьяк и его соединения, ртуть(сулема)
Общетоксическое действие (гипоксические судороги, кома, отек мозга, параличи)	Синильная кислота и ее производные, угарный газ, алкоголь и его суррогаты, БОБ
Удушающее действие (токсический отек легких)	Оксиды азота, БОБ (фосген, дифосген)
Слезоточивое и раздражающее действие (раздражение наружных слизистых оболочек)	Хлорпикрин, пары крепких кислот и щелочей
Психотропное действие (нарушение психической активности сознания)	Наркотики (кокаин, опиум), атропин

Таблица 6.2

Классификация вредных веществ по «избирательной токсичности»

Характер избирательной токсичности	Характерные представители
«Сердечные» яды Кардиотоксическое действие — нарушение ритма и проводимости сердца, токсическая дистрофия миокарда	Сердечные гликозиды (дигиталис, дигоксин, лантозид); трициклические антидепрессанты (имипрамин); растительные яды (аконит, чемерица, заманиха, хинин); животные яды (тетрадоксин); соли бария, калия
«Нервные» яды Нейротоксическое действие — нарушение психической активности, токсическая кома, токсические гиперкинезы и параличи	Психофармакологические средства (наркотические анальгетики, транквилизаторы, снотворные средства); фосфорорганические соединения; угарный газ; углеводороды, спирты жирного ряда, анилин, тетраэтилсвинец, сероводород, алкоголь и его суррогаты
«Печеночные» яды Гепатотоксическое действие — вызывают структурные изменения печени	Хлорированные углеводороды (дихлорэтан); бромбензол; фосфор; селен; ядовитые грибы (бледная поганка); фенолы и альдегиды
«Почечные» яды Нефротоксическое действие — токсическая нефропатия	Соединения тяжелых металлов; этиленгликоль; щавелевая кислота
«Кровяные» яды Гематотоксическое действие — взаимодействуют с гемоглобином крови, метгемоглобинемия	Анилин и его производные; нитриты; мышьяковистый водород, оксиды углерода, гомологи бензола, ароматические смолы, свинец и его неорганические производные
«Желудочно-кишечные» яды Гастроэнтеротоксическое действие — токсический гастроэнтерит	Крепкие кислоты и щелочи; соединения тяжелых металлов и мышьяка
«Аллергенные яды» — вызывают изменения в реактивной способности организма	Некоторые соединения никеля, многие производные пиридина, алкалоиды
«Канцерогенные яды» — вызывают образование злокачественных опухолей	Каменноугольная смола, ароматические амины, азидо- и diaзосоединения

Таблица 6.3

Параметры токсикометрии

Первичный (устанавливаемый в эксперименте) параметр	Производный параметр
Смертельная доза, или концентрация (CL_{50} , DLs_0 , Lds_0)	Зона смертельного действия $Z = CL_{84}/CL_{16}$ или DL_{84}/DL_{16}
Коэффициент межвидовой чувствительности (КМЧ)	Коэффициент возможности ингаляционного отравления $KBIO = c^{20} maJ CL_{50}$
Порог острого действия (Lim)	Зона специфического действия $Z_{,p} = Lim/Limsp$
Коэффициент кумуляции ($K_{ку.}$)	
Порог хронического действия ($Limch$)	Зона биологического действия $Z_b = CL_{50}/Limch$
Безопасные уровни воздействия (ОБУВ, ПД и др.)	Коэффициент запаса $K = Limch/ПДК$

«избирательной токсичности» веществ (табл. 6.2). Следует иметь в виду, что «избирательное» токсическое действие яда не исчерпывает всего многообразия проявления интоксикации, а лишь указывает на непосредственную опасность, которая грозит определенному органу или системе организма как основному месту токсического поражения.

По степени токсичности — гигиеническая классификация, в основу которой положена количественная оценка токсической опасности химических веществ, согласно экспериментальным данным по определению их ПДК, параметров токсикометрии (табл. 6.3).

По специфике биологического последствия отравления организма выделяют следующие группы веществ:

раздражающего действия, которые обладают указанным воздействием, попадая на покровы, слизистые оболочки и прежде всего на орган зрения, верхние дыхательные пути;

сенсibiliзирующего (аллергического) действия, которые вызывают возникновение аллергических заболеваний — бронхиальной астмы, астматических бронхита, конъюнктивита, дерматита; мутагенного действия, которые повреждают генетическую наследственную функцию организма;

тератогенного действия, которое приводит к отклонениям в развитии эмбриона, находящегося в чреве матери;

канцерогенного действия, которые приводят в конечном счете к возникновению раковых заболеваний;

репродуктивного действия, которые снижают детородную функцию у мужчин и женщин.

6.1.3. Пути поступления, распределения и проявления действия вредных химических веществ

Поступление ксенобиотиков в организм, распределение в органах и тканях, метаболизм и выведение их из организма в значительной степени определяются способностью проходить через биологические мембраны, характером взаимодействия их с этими мембранами. Процессы поступления в организм, распределения и превращения, которым подвергается вредное вещество в организме протекают во времени.

Путь поступления химического соединения в организм определяется в первую очередь объектом окружающей среды, в котором находится вредное вещество, его физико-химическими свойствами, характером контакта с ним и некоторыми другими факторами.

Через дыхательные пути химические вещества поступают в организм: 1) в виде газов, паров и аэрозолей, парагазовых или парагазо-аэрозольных комплексов. Этот путь имеет перпостепенное значение, поскольку всасывание веществ происходит с очень большой площадью всасывающей поверхности пищеварительного канала и кожи. Проникновение газов и паров из альвеолярного воздуха в кровь подчиняется закону простой диффузии, в соответствии с которым процесс перехода веществ из газообразной среды в жидкую происходит вследствие разности парциального давления и продолжается до наступления равновесия концентраций в обеих фазах. Распределение летучих соединений между жидкой и газовой фазой в момент равновесия характеризуется коэффициентом Оствальда, по величине которого можно судить о скорости насыщения крови летучими веществами. Чем ниже коэффициент распределения, тем быстрее достигается равновесие и насыщается кровь.

Физико-химические свойства веществ, и в первую очередь значение коэффициента растворимости паров в крови существенно сказываются на количестве вещества, поступающего в кровь из воздуха, а также на скорости, с которой устанавливается равновесие между содержанием вещества в воздухе и в крови. Так, вещества с высоким коэффициентом растворимости (спирт, ацетон) длительно переходят из воздуха в кровь, соединения с низким коэффициентом растворимости (углеводороды) быстро достигают равновесной концентрации между кровью и воздухом.

Хорошо растворимые вещества (хлорид водорода, аммиак) могут всасываться в кровь из верхних отделов дыхательных путей. Крупнодисперсная пыль или жидкий аэрозоль оседает в основном в полости носа, в носовой части глотки и трахее, значительная ее часть заглатывается. В альвеолы проникают частицы разме-

рами до 1-2 мкм. Адсорбированные на пылевых частицах молекулы паров и газов могут усиливать или ослаблять действие аэрозолей.

В процессе самоочищения дыхательных путей частицы, осевшие на слизистой оболочке дыхательных путей, вместе со слизью продвигаются вверх и постепенно удаляются из организма. Однако в случае водорастворимых токсичных аэрозолей резорбция яда (способность вызвать токсический эффект) может происходить по всей длине дыхательных путей.

Ингаляционный путь поступления близок к внутреннему введению, поскольку в этом случае вещества минуя защитный барьер печени.

В пищеварительном канале всасывание веществ может происходить во всех отделах. Особенность заключается в том, что при всасывании через слизистую оболочку рта и прямой кишки химические агенты попадают в кровоток, минуя печень. Из полости рта всасываются все липидорастворимые соединения, фенолы, цианиды. В кислой среде желудочного содержимого химические вещества могут распадаться с образованием более токсических соединений. Поскольку растворимость веществ в желудочном соке значительно выше, чем в воде, опасность их воздействия при этом пути поступления возрастает. Так, соединения свинца, плохо растворимые в воде, хорошо растворяются в желудочном соке и поэтому легко всасываются. Большая часть токсических соединений, всасывающихся через стенку пищеварительного канала в кровь, поступает через систему воротной вены в печень и обезвреживается.

Через неповрежденную кожу всасываются попавшие на нее жидкости, газы либо твердые частицы, растворяющиеся в потовой жидкости и кожном жире. Всасывание осуществляется как через волосяные фолликулы, потовые и сальные железы, так и непосредственно через эпителий. Лучше проникают через кожу хорошо растворимые в жирах и липидах неэлектролиты - углеводороды жирного и ароматического ряда и их производные, металлоорганические соединения. Однако для проникновения через кожу эти вещества должны обладать водорастворимостью.

Распределение веществ между кровью и тканями подчиняется законам свободной диффузии и активного транспорта через мембраны. Вещества, растворимые в липоидах, проникают во все органы и ткани, накапливаясь (депонируясь) преимущественно в тканях, богатых липидами (костный мозг, семенные железы, сальник). При голодании, лихорадке, стрессовых ситуациях возможно обратное поступление токсических веществ из депо в кровь.

Многие химические вещества, в частности, вступающие во взаимодействие с белками, распределяются в организме равномерно; в отдельных случаях токсические вещества накапливаются в определенных органах избирательно (йод- в щитовидной железе, сви-

нец и стронций- в костях и т. д.). Однако избирательность накопления не предопределяет избирательности действия вещества (свинец, накапливаясь в костях, воздействует на костный мозг лишь после выхода из депо).

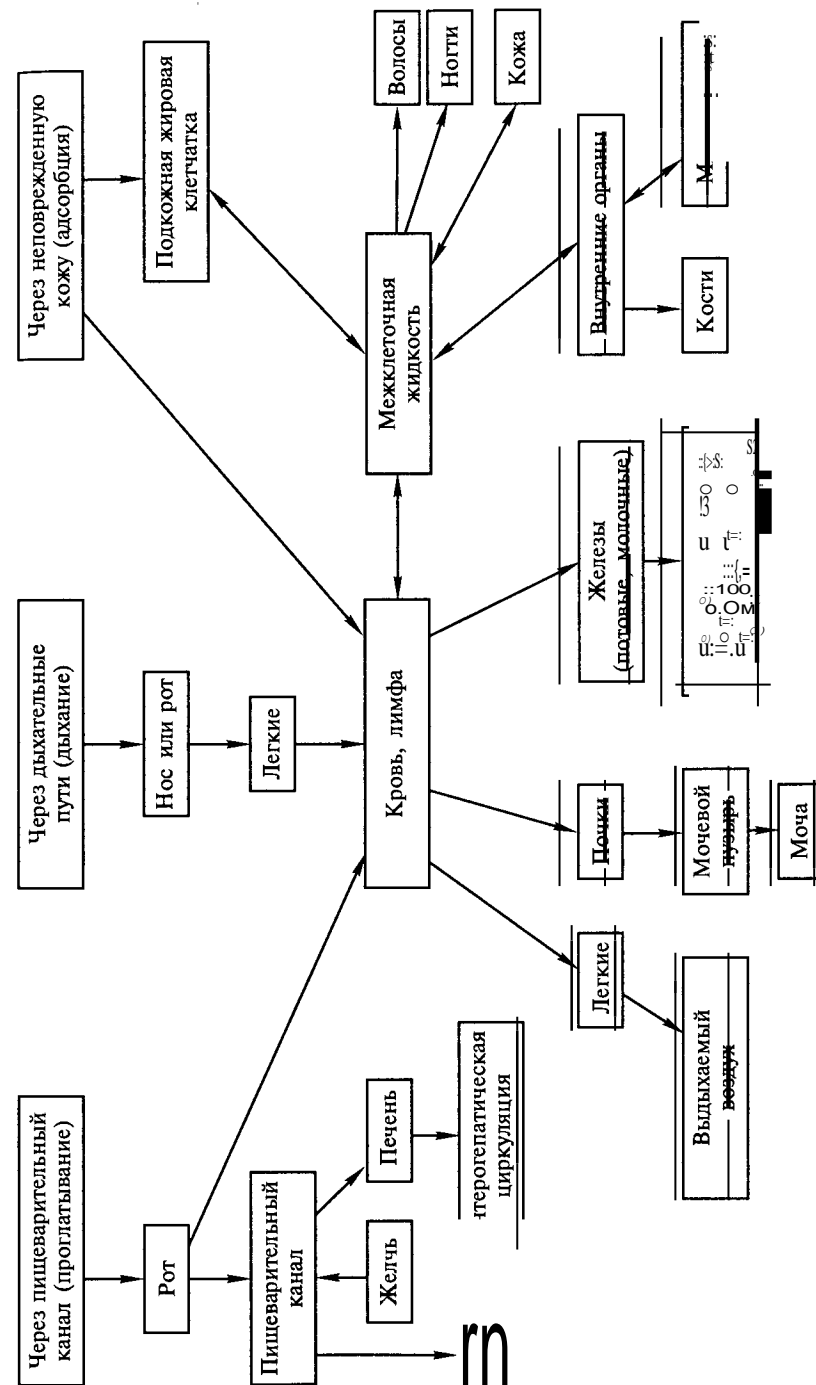
Метаболизм (биотрансформация) - превращение химических веществ осуществляется теми же путями, которыми метаболизируются естественные для организма вещества. Попадая в организм вещества (в том числе и новые химические соединения, с которыми организм ранее никогда не сталкивался) включаются в уже сформированные биохимические реакции. Процессы биотрансформации направлены в основном на обезвреживание (детоксикацию) токсических веществ и являются одними из защитно-обезвреживательных механизмов, уравнивающих взаимоотношения организма с окружающей средой.

Метаболизм чужеродных веществ осуществляется путем окисления, восстановления, гидролиза и синтеза, в результате чего образуются менее токсические полярные водорастворимые соединения, выщеляемые из организма с мочой. В отдельных случаях возможно образование соединений, более токсических, чем исходные (тионовые эфиры фосфорной кислоты окисляются до кетоксических тиоловых, токсичность метилового спирта и этиленгликоля определяется действием их метаболитов - альдегида, муравьиной и щавелевой кислот). Указанное явление называется летальным синтезом.

В основном метаболизм вредных химических веществ происходит в печени, хотя способность к детоксикации свойственна также почкам, стенкам желудка и кишечника, легким и другим органам и тканям. Следует отметить, что на относительно низких уровнях воздействия химических веществ резервы защитных реакций достаточны. С увеличением интенсивности воздействия химических веществ относительная активность метаболизма снижается.

Выведение водорастворимых соединений из организма осуществляется преимущественно через почки. Через легкие выщеляются летучие жирорастворимые вещества, не изменяющиеся или медленно изменяющиеся в организме (бензин, бензол, хлориды, четыреххлористый углерод, этиловый эфир). Плохо растворимые и нерастворимые в воде вещества (свинец, ртуть, марганец, сурьма) выделяются через пищеварительный канал, в том числе вместе со слюной в полости рта. Через кожу сальными железами выщеляются все жирорастворимые вещества, потовыми железами - ртуть, медь, мышьяк, сероводород (рис. 6.2).

Проявления действия химических веществ разнообразны. Интоксикация может протекать в виде различных патологических состояний - воспаления, дистрофии, лихорадки, аллергии, опухолевого процесса, нарушений в развитии плода, повреждения наследственного аппарата клетки.



Для каждого вещества, как и для родственных групп химических соединений, характерна собственная картина интоксикации. Она обычно лежит в основе классификации токсических веществ (ядов) по типу преимущественных поражений при отравлении. Большинство токсических веществ не отличается острой направленностью действия на определенный орган или систему. Это так называемые политрапные яды (например, наркотические средства в той или иной мере поражают многие органы). Для отдельных токсических веществ свойственна острая направленность действия и вызываемые ими изменения носят строго определенные характер и локализацию.

6.1.4. Факторы, влияющие на токсичность химических соединений

Токсичность химических соединений обусловлена взаимодействием организма, токсического вещества и окружающей среды. Токсичность вредных веществ зависит от таких факторов: дозы и концентрации, физических и химических свойств, путей и скорости проникновения в организм, возраста и пола, индивидуальной предрасположенности. Рассмотрим некоторые факторы более подробно.

Зависимость токсичности от строения химических веществ. Объективно существующую количественную взаимосвязь между химическим строением и биологической активностью химических веществ впервые доказал Н. В. Лазарев. В соответствии с предложенной им схемой (рис. 6.3) биологическая активность соединения зависит и от физико-химических свойств, и от структуры молекулы, определяющей химическую активность. Например, растворимость в липидах способствует проникновению веществ в клетку.

Биологическая активность химических веществ в определенной степени зависит от химической структуры молекулы. Так, в соот-

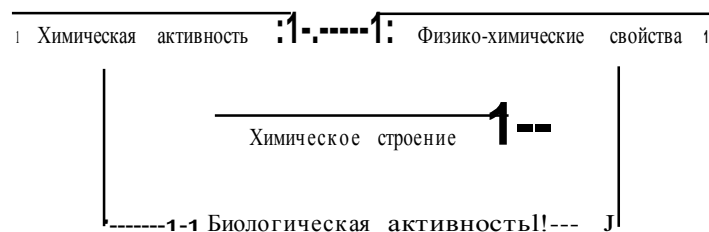


Рис. 6.3. Зависимость биологической активности химических веществ от их химического строения

ветствии с правилом разветвленных цепей соединения с линейной углеродной цепочкой более токсичны по сравнению со своими разветвленными изомерами (пропиловый и бутиловый спирты — более наркотические вещества, чем изопропиловый и изобутиловый, пропиленбензол токсичнее изопропиленбензола). Циклические соединения с одной длинной боковой цепочкой более токсичны по сравнению с изомерами, имеющими две или несколько коротких цепочек (этилциклогексан более сильное наркотическое вещество, чем диметилциклогексан).

Согласно правилу, установленному Ричардсоном, сила наркотического действия углеводородов нарастает в гомологических рядах низших членов ряда к высшим. Однако указанная закономерность прослеживается лишь до определенного члена ряда, а в дальнейшем она ослабевает или исчезает вовсе. Это обусловлено опережающим снижением растворимости по сравнению с нарастающим токсичности углеводородов при увеличении числа СН₂ групп в их молекулах. Правило Ричардсона справедливо для метанового, этиленового, диэтиленового, ацетиленового, циклопарафинового и других гомологических рядов, кроме углеводородов ароматического ряда. Ему не подчиняются первые члены гомологических рядов, обладающие не только несравненно большей токсичностью, чем высшие представители ряда, но и нередко оказывающие специфическое действие. Например, метиловый спирт поражает зрительный нерв, что обусловлено его биотрансформацией с образованием формальдегида и муравьиной кислоты.

При замыкании цепи углеродных атомов в кольцо токсичность углеводородов при ингаляционном воздействии возрастает (пары циклопропана, циклопентана, циклогексана оказывают более выраженное наркотическое действие, чем соответствующие алифатические аналоги — пропан, пентан, гексан). Сила наркотического действия увеличивается при переходе от полиметиленового к ароматическому кольцу, что подтверждается более высокой ингаляционной токсичностью бензола по сравнению с циклогексаном, толуола — с метилциклогексаном.

Наркотическое действие нарастает при введении в молекулу кратных (ненасыщенных) связей. Ацетилен (СН=СН) токсичнее этилена (С₂Н₂=СН₂) и в большей степени — этана (СН₃-СН₃).

С увеличением числа кратных связей в молекулах химических веществ наряду с наркотическим усиливается раздражающее действие.

Введение в молекулу гидроксильной группы приводит, как правило, к ослаблению токсичности химических веществ, что объясняется увеличением их растворимости в биологических средах. Спирты, например, менее токсичны, чем соответствующие углеводороды.

Введение же в молекулу органического соединения атома галогена почти всегда сопровождается усилением токсичности и появ-

лением в токсическом действии новых особенностей специфического поражения паренхиматозных органов, депрессивного влияния на работу сердца, раздражающих свойств. Активность атома галогена на зависит от его расположения в молекуле — концевой атом алифатической цепи гораздо активнее, чем присоединенный к углероду, включенному в структуру циклического или ароматического ядра. Так, хлорэтилбензол токсичнее этилхлорбензола, разжужающий эффект нарастает в ряду бензол-хлорбензол-диХЛ$C_6H_4Cl_2$).

Введение в молекулу нитро- (NO_2) и нитрозо- (NO) групп разделяет вещества сосудорасширяющим и гипотензивным (нитроглицерин, этилнитрат, этилнитрит, амилнитрит). Для нитрозосоединений жирного и ароматического ряда, а также для ароматических аминов, нитробензола, динитробензола, анилина, толуидинов, оксилидинов) характерно метгемоглобинообразование и действие на центральную нервную систему.

Наличие карбоксильной и ацетатной групп, обуславливающих увеличение полярности и гидрофильности, уменьшает токсичность веществ за счет более быстрой их детоксикации в организме.

Сила токсического действия зависит от пространственного расположения замещающих радикалов в молекуле вещества (изомерия положения). Установлено, что сила токсического действия, как правило, ослабевает при переходе от пара-изомеров к мета- и ортаизомерам (изомеры нитробензола, нитроанилина, нитротолуола, нитрофенола, толуидина). Исключение составляют орто-трикрезилфосфат и орто-нитробензальдегид — вещества, более токсические, чем их мета- и пара-изомеры.

Изменение химической структуры неэлектролитов может привести к изменению не только наркотического, но и раздражающего, гемолитического, бактерицидного и других видов биологического действия, подчиняющихся правилу Ричардсона. С увеличением молекулярной массы в некоторых гомологических рядах отмечается усиление запаха, нарастающее до определенного члена ряда, а затем убывающее.

Перечисленные закономерности широко используются для разработки ускоренных (в том числе математических) методов оценки токсичности и опасности новых химических веществ.

Физические и химические свойства токсических веществ. На токсичность химических соединений влияют их агрегатное состояние, растворимость в воде и жирах, диссоциация на ионы и т. д.

Газообразные вещества и пары летучих жидкостей, поступившие в организм через дыхательные пути, проявляют токсическое действие значительно быстрее, чем жидкие или твердые вещества, попавшие на кожу или поступившие в пищевой канал.

Токсичность твердых веществ зависит от размера их частиц. Тщательно размельченные твердые вещества являются более токсическими, чем те же вещества, имеющие более крупные частицы.

Это объясняется различной растворимостью мелких и крупных частиц вещества, а следовательно, неодинаковой скоростью поступления их в кровь. Токсичность химических соединений зависит от растворимости их в жирах и воде. Жирорастворимые вещества легко проникают в организм через кожу и легко проникают из крови в клетки через мембраны. Токсичность водорастворимых веществ зависит от их диссоциации. Так, хлорид и нитрат бария хорошо диссоциируют в воде и обладают высокой токсичностью, а сульфат бария не растворяется в воде и не оказывает токсического действия на организм.

Аналогичные свойства характерны и для некоторых соединений мышьяка. Высокотоксическими являются хорошо диссоциируемые в воде арсениты и арсенаты.

Растворимые в воде соли тяжелых металлов также более токсичны, чем их оксиды. Нерастворимый в воде хлорид ртути(I) менее токсический, чем растворимый в воде хлорид ртути(II), а металлическая ртуть, поступившая в пищевой канал, вообще не оказывает токсического действия на организм. Однако под влиянием содержимого желудка определенная часть металлической ртути подвергается химическим превращениям и может растворяться, всасываться и проявлять токсические свойства.

Влияние пола. Такая направленность токсического действия может проявляться в отношении как специфических признаков поражения (влияние на гонады мужчин и женщин, на течение беременности, эмбриотропное действие), так и общего действия я. Отмечается большая чувствительность женского организма к действию токсических веществ. Это является причиной того, что в химической промышленности установлен перечень работ и профессий, к которым не допускаются беременные женщины. Например, производство и упаковка свинцовых красок, производство анилина, производство бензола и нитро- и аминсоединений бензола, производство солей ртути и др.

Влияние возраста. Организм подростков в 2-3 раза, а иногда и более чувствителен к воздействию вредных веществ, чем организм взрослых. Именно поэтому законодательство запрещает прием лиц моложе 18 лет в некоторые профессии химического производства. Хотя надо отметить, что проявление токсического действия веществ неодинаково: одни вещества более токсичны для молодых, другие — для старых.

Индивидуальная чувствительность. В обезвреживании вредных веществ непосредственное участие принимает большая группа ферментов, так называемых ферментов детоксикации, влияющих на их превращение. Активность этих ферментных систем различна у разных лиц. Это зависит от индивидуальных особенностей течения биохимических процессов, функциональной активности различных физиологических систем отдельного человека.

Состояние здоровья имеет большое значение. Например, лица с заболеваниями крови более чувствительны к действию кроветворных ядов, с заболеванием легких — к действию раздражающих веществ и пылей. Снижению сопротивляемости организма способствуют хронические инфекции, беременность, климакс.

Метеорологические условия среды. Метеорологические условия среды оказывают влияние на терморегуляцию организма, что в свою очередь влечет за собой изменение восприимчивости организма к вредным веществам. Так, увеличение температуры воздуха ведет к усиленному потоотделению, ускорению многих биохимических процессов и изменению веществ. Учащение и усиление кровообращения ведут к увеличению выведения вредных веществ в организм через органы дыхания. Расширение сосудов кожи и слизистых оболочек повышает скорость всасывания токсических веществ через кожу и дыхательные пути. Высокая температура увеличивает летучесть многих веществ и повышает их концентрации в воздухе. Усиление токсического действия при повышенных температурах отмечено, например, в отношении таких веществ: паров бензина, оксидов азота, паров ртути, хлорофоса и др.

Влажность воздуха также может увеличивать опасность отравления, в особенности раздражающими газами. Это объясняется усилением процессов гидролиза. Растворение газов и образование тумана кислот и щелочей ведет к усилению раздражающего действия на слизистую оболочку. Кроме того, эти вещества задерживаются в органах дыхания.

6.1.5. Кумуляция химических соединений и адаптация к их воздействию

При взаимодействии химических веществ с организмом проявляются две взаимно противоположные тенденции — повреждающее действие вещества и приспособительная реакция организма в ответ на непрерывно изменяющийся состав окружающей среды.

В зависимости от степени агрессивности вещества, его дозы и времени воздействия преобладает либо повреждающая, либо защитная тенденция.

Кумуляция — это суммирование действия повторных доз вредных веществ, когда последующая доза поступает в организм раньше, чем заканчивается действие предыдущей. При кумуляции поступление вещества в организм превышает выведение его из организма. Так происходит накопление радиоактивного стронция в костях, йода в щитовидной железе, тяжелых металлов в почках.

В зависимости от того, накапливается ли при этом в организме само вещество, различают три вида кумуляции: материальную (химическую), функциональную и смешанную.

Под **материальной кумуляцией** подразумевается, однако, не само по себе накопление вещества а участие его в возрастающем количестве в развитии токсического процесса. Примерам материальной кумуляции может служить фиксация некоторых тяжелых металлов и мышьяка SH-группами белков, оксида углерода и цианидов металлом гемоглобина и некоторых ферментов (цианиды, кроме того, могут взаимодействовать с карбонильными группами ферментов и субстратов).

В случае **функциональной кумуляции** конечный токсический эффект зависит не от постепенного скопления небольших количеств вредных веществ, а от его повторного действия на определенные клетки организма. Действие небольших количеств вещества на клетки суммируется, что в результате приводит к токсическому эффекту. К веществам, обладающим свойством функциональной кумуляции, относятся прямые метгемоглобинообразователи (натрия нитрат) и химические мутагены. Последние, как правило, не включаются в состав нуклеиновых кислот, с которыми они взаимодействуют, а отщепляются немедленно или вскоре после реакции.

При **смешанной кумуляции** фиксируются не молекулы веществ, а их осколки (например, в реакциях ацилирования белковых молекул). Смешанный характер такого типа кумуляции состоит в том, что налицо присоединение материальной частицы, однако исходное вещество разрушается и, следовательно, накапливаться не может. Смешанным типом кумуляции обладают, например, фосфорорганические соединения.

Тип кумуляции характеризует кумулятивные свойства веществ лишь с качественной стороны.

Кумуляция определяется коэффициентом кумуляции $K_{кум}$ — отношением величины суммарной дозы вещества, вызывающей определенный эффект (чаще смертельный) у 50% подопытных животных при многократном дробном введении (LD_{50}), к величине дозы, вызывающей тот же эффект при однократном введении (LD_{50}).

$$K_{кум} = \frac{LD_{50}}{LD_{50}}$$

LD₅₀

Для сравнительной оценки способности токсических веществ к кумуляции предложена следующая классификация:

степень кумуляции токсичных веществ	$K_{кум}$
сверхкумуляция	
выраженная кумуляция	
.....	
.....	55

Изучение кумулятивного действия особенно необходимо при решении задач охраны окружающей среды, так как следовые ко-

личества вещества могут действовать в течение длительного времени, иногда в течение одного или нескольких поколений, накапливаясь или концентрируясь в трофических цепях.

Адаптация — истинное приспособление организма к изменяющимся условиям окружающей среды (особенно химической), которое происходит без каких-либо необратимых нарушений в данной биологической системе и без превышения нормальных гомеостатических особенностей ее реагирования.

Истинное приспособление организма к действию загрязняющих окружающую среду химических веществ возможно лишь при низких уровнях воздействия. При воздействии химических агентов в высоких концентрациях преобладает классическая система регуляции, которая приводит к срыву адаптации — переходу состояния физиологической адаптации в компенсированный патологический процесс. В основе этого явления лежат биохимические и биофизические нарушения.

Компенсация — квалифицируется как временно скрытая патология, которая со временем может обнаружиться в виде явных патологических изменений, т. е. декомпенсации. Организм частично сохраняет способность приспособляться к изменяющимся условиям окружающей среды вплоть до самой смерти. Однако при нарушении жизнедеятельности, во время болезни компенсация проявляется не в полной мере, механизмы ее несовершенны, и она достигается в результате нарушения гомеостаза.

6.1.6. Методы детоксикации

Детоксикация — это процесс обезвреживания ядов и ускорения их выделения из организма. Различные методы детоксикации способствуют освобождению желудка и кишечника от невсосавшегося в кровь яда, а также освобождению крови и тканей организма от находящихся в них токсического вещества и его метаболитов.

Освобождение организма от ядов производится усилением определенных естественных физиологических процессов (вызывание рвоты, промывание желудка, очищение кишок, форсированный диурез, гипервентиляция), искусственной детоксикации (гемодиализ, перитонеальный диализ, гемосорбция, обменное переливание крови и др.) или методом антидотной терапии. Указанные выше методы освобождения организма от ядов производятся врачами. Однако специалисты в области безопасности личности должны знать принципы указанных выше мероприятий и процедур, направленных на удаление из организма ядов и их метаболитов.

Вызывание рвоты. После поступления ядов в желудок может наступить рефлекторная рвота, как самопроизвольный акт. При этом

часть яда удаляется из желудка с рвотными массами. Однако не всегда после поступления яда в желудок наступает рвота. Ее можно вызвать механическим раздражением глотки и корня языка, а также применением некоторых лекарственных средств. При отравлении сильными кислотами и концентрированными растворами едких щелочей удаление яда из желудка с рвотными массами является нежелательным. Выделяясь во время рвоты наружу, эти вещества усиливают степень повреждения пищевода. Кроме того, рвотные массы, содержащие сильные кислоты и щелочи, могут попадать в дыхательные пути и вызывать их ожог.

Промывание желудка. Для детоксикации широко применяется промывание желудка с помощью зонда. При отравлении хлорорганическими и фосфорсодержащими ядохимикатами желудок промывают несколько раз через 3–4 ч. Больные, отравленные наркотическими веществами, в течение нескольких суток могут находиться в бессознательном состоянии. Таким больным желудок промывают несколько раз (через 4–6 ч). При однократном промывании из желудка удаляется основная часть невсосавшегося яда. Однако после этого, в результате обратной перистальтики, из кишок в желудок может поступать определенное количество яда, для удаления которого необходимо проводить повторное промывание желудка. Желудок промывают также тем больным, у которых наступила рвота, но нет уверенности в том, что ее следствием было полное опорожнение желудка. Промывают желудок и при отравлении сильными кислотами. В этих случаях для промывания желудка нельзя применять раствор гидрокарбоната натрия. При взаимодействии кислот и гидрокарбоната натрия выделяется большой объем оксида углерода (IV), который значительно расширяет стенки желудка. В результате этого усиливаются боли в области желудка и может возникнуть кровотечение. Промывание желудка противопоказано при отравлении ядами, вызывающими судороги. Введение зонда таким больным увеличивает их частоту и тяжесть. Чтобы воспрепятствовать всасыванию яда, оставшегося в желудке после промывания, больным назначают суспензию активированного угля в воде или другие сорбенты, поглощающие яды и препятствующие проникновению их в кровь. Затем с помощью слабительных средств кишки освобождаются не только от находящегося в них яда, но и от ядов, уже всосавшихся в кровь, а затем вышедших в пищеварительный канал через слизистую кишок или с желчью.

Форсированное мочеиспускание (диурез). Это один из способов ускоренного удаления токсических веществ из организма, выделяющихся с мочой. Оно позволяет удалять уже всосавшийся яд из кровеносного русла (был предложен в 1948 г. для лечения острых отравлений снотворными средствами). С этой целью назначают мочегонные средства. Скорость выведения некоторых ядов из орга-

низма зависит от pH мочи. От pH мочи зависит диссоциация в не-
веществ, являющихся слабыми кислотами или слабыми ос-иона
ниями. Чем лучше диссоциируют ядовитые вещества, тем в боль-
ших количествах они выщелачиваются с мочой. Метод Фослюгоианног
мочеиспускания в основном применяется при отравлении веще-
ствами, которые легко выводятся из организма почками. Этот ме-
тод является малоэффективным в тех случаях, если тивг-виРски
вещества связаны с белками прочными связями, а также если яд
относятся к числу жирорастворимых веществ.

Форсированное дыхание (гипервентиляция) в отдельных слу-
является эффективным методом ускоренного выведения некото-
рых ядов из организма. Этот метод применяется только при отрав-
лении летучими ядами, которые в определенной степени выделя-
ются из организма легкими с выдыхаемым воздухом. Для гипер-
вентиляции применяется аппарат искусственного дыхания. Этот
метод показан при отравлении трихлорэтиленом, опгаи-ги•лескйМ
растворителями, оксидом углерода.

Гемодиализ — один из эффективных методов ускорения выве-
дения токсических веществ из организма. Он основан на явлении
диализа, используемого для освобождения крови от токсических
веществ. Гемодиализ проводится с помощью аппарата, извест-
ного под названием <<Искусственная почка>>. Этот аппарат снабжен
полупроницаемой мембраной, через которую в процессе гемоди-
ализа из крови выводятся токсические вещества. Он приме-
няется при отравлении веществами, которые имеют небольшую моле-
кулярную массу и проходят через полупроницаемую мембрану.
Метод гемодиализа применяется для выведения из организма бар-
битуратов, изониазида, дифенилгидантоина, этиленгликоля, ме-
тилового спирта, четыреххлористого углерода, анилина, хини-
на, уксусной кислоты, производных фенотиазина, растворимых
солей ртути, мышьяка, кадмия, свинца, фторидов и других ве-
ществ, вызвавших отравление. Гемодиализ особенно эффективен
в тех случаях, когда его применяют в ранней стадии острого от-
равления (в первые 24 ч после поступления токсического веще-
ства в организм).

Гемосорбция (гемоперфузия) является одним из способов ис-
кусственной детоксикации организма. Этот метод основан на по-
глощении сорбентами ядовитых веществ, находящихся в крови. При
гемосорбции в качестве сорбентов в основном применяются акти-
вированный уголь и ионообменники (иониты). Гемосорбцию про-
водят с помощью прибора (детоксикатора), снабженного на осом
для перекачивания крови и набором колонок (капсул), содержи-
щих указанные выше сорбенты. Этот аппарат с помощью специ-
ального приспособления подключают к кровотоку больного. Кровь,
проходящая через сорбенты, освобождается от токсических ве-
ществ, которые поглощаются этими сорбентами.

6.2. Токсикометрия

6.2.1. Параметры токсичности и опасности вредных химических веществ

Количественной оценкой токсичности и опасности ядов зани-
мается раздел токсикологии, именуемый токсикометрией (в дос-
ловном переводе с греческого — измерение токсичности). Использо-
вая определенные качественные и количественные критерии, ток-
сикометрия позволяет осуществлять целенаправленный отбор
менее токсических и опасных веществ на стадии синтеза новых
соединений и композиций для последующего внедрения их в сфе-
ре производства и быта.

Токсикометрия химических соединений включает большой диа-
пазон исследований и оценок, обязательными среди которых явля-
ются установление смертельных и пороговых доз в остром опыте,
выявление и количественная характеристика кумулятивных свойств,
изучение кожно-раздражающего, кожно-резорбтивного, сенсibili-
зирующего действия, хронического воздействия на организм для
установления пороговых концентраций. Особое значение приобре-
тают исследования отдаленных эффектов онкогенного, мутагенно-
го и нейротоксического воздействия на репродуктивную функцию
и сердечно-сосудистую систему, а также критерии оценки таксико-
кинетических и метаболических эффектов.

Токсикометрия предусматривает определение в эксперименте
параметров (показателей), характеризующих токсичность химичес-
ких веществ на разных уровнях воздействия и опасность возникнове-
ния отравления в тех или иных условиях воздействия вредных
веществ на организм (см. табл. 6.3).

На практике установление параметров токсичности и опаснос-
ти химических соединений осуществляется моделированием ин-
токсикаций в острых, подострых и хронических экспериментах на
лабораторных животных (крысах, мышах, кроликах).

Хронические эксперименты на животных являются основой
гигиенического нормирования химических веществ в различных
средах. В хроническом эксперименте устанавливается порог обще-
токсического и специфического (если оно обнаружено) действия,
изучается механизм (патогенез) интоксикации. Данные хрониче-
ского эксперимента экстраполируются (переносятся) непосред-
ственно на человека и в дальнейшем уточняются наблюдением за
здоровьем людей. Длительность хронического эксперимента состав-
ляет от 4-6 мес при нормировании вредных веществ в воздухе
рабочей зоны и в атмосфере до 10-12 мес при установлении ПДК
в пищевых продуктах и воде.

Эксперименты по изучению отдаленных последствий воздей-
ствия химических веществ могут продолжаться в течение всей жизни
лабораторных животных.

Доза радиоактивных веществ, вызывающая гибель 50 % животных в течение 30 сут

Раднуклид	Л _{50;30} , кБк/г	Раднуклид	Л _{50;30} , кБк/г	Раднуклид	Л _{50;30} , кБк/г
3H	37 000	131I	148,0	210Po	1,11
35S	114,7	137Cs	79,5	226Ra	55,5
89Sr	166,5	140La	74,0	232Th	1,48
90Sr	55,5	140La	526,5	231Np	0,011
90Y	259,0	144Ce	125,8	239Pu	2,185
91Y	136,0	147Pm	259,0	241Am	4,07
95Zn	273,9	152Eu	27,7	244Cm	4,07
95Nb	310,8	198Au	1,3	252Cf	0,44
106Ru	136,9	—	—	—	—

Особенности обмена и депонирования радионуклидов в органах и тканях оценивают в единицах кБк/г, что отражает удельную радиоактивность массовой доли того или иного органа, подвергающегося воздействию. При этом необходимо иметь в виду различную радиочувствительность органов и тканей к облучению и разную скорость восстановительных процессов в них.

Опасность веществ устанавливается не только по показателям острой токсичности. Учитывается также степень опасности хронических отравлений по так называемым зонам острого и хронического действия. Для определения ранних функциональных изменений в биологических организмах определяют действующие дозы и концентрации, которые вызывают признаки интоксикации организма, а также пороговые недействующие величины. Под термином пороговость понимают статистически достоверные изменения в организме, выходящие за пределы гомеостаза. Определение порогов острого и хронического действия позволяет установить зоны острого и хронического действия и подойти к обоснованию предельно допустимых концентраций. Связь между величинами, характеризующими возможность отравления, приведена на рис. 6.4.

Порог вредного действия (однократного L_{mac} и хронического L_{mch}) — это минимальная концентрация (доза) вещества в объекте окружающей среды, при воздействии которой в организме возникают изменения, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций, т. е. скрытая (временно компенсированная) патология.

Порог специфического (избирательного) действия L_{msp} — минимальная концентрация (доза), вызывающая изменения биологических функций отдельных органов и систем организма, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций.

Основные токсикологические характеристики. Степень токсичности вещества измеряется его абсолютным количеством (дозой), вызывающим определенный биологический эффект, т. е. или патологические изменения в организме. Из двух веществ более токсическим является то, которое вызывает одинаковые патологические проявления в меньшей дозе, или концентрации.

Неблагоприятный эффект воздействия различных доз и концентраций может проявляться в форме гибели организма или функциональных изменений. В первом случае говорят о (летальных) концентрациях (ЛК, или CL) или дозах (ЛД, или DL), во втором — действующих, пороговых или недействующих концентрациях (дозах).

Существуют следующие дозы (концентрации) вредных веществ: **минимальная смертельная доза (концентрация)** вещества L_{min} — наименьшее количество (концентрация) вещества, способное вызвать гибель отдельных животных.

максимальная (абсолютно смертельная) или то百分ная (концентрация) L_{dmax} (ЛД₁₀₀), ЛК_{max} (ЛК₁₀₀) — наименьшее количество (концентрация) вещества, которое вызывает гибель подопытных животных.

Поскольку величины L_{min} и L_{dmax} изменяются в широких пределах вследствие индивидуальной чувствительности живых организмов и различных условий, то чаще указывают величины статистически наиболее достоверные — среднесмертельные дозы и концентрации L_{D50} .

Доза выражается в единицах массы или объема вредного вещества на единицу массы животного (мг/кг). Концентрация воздействующего вещества выражается обычно в следующих единицах: мг/м³, мг/л, мг/см³, %, в частях на миллион (ppm).

Среднесмертельная (или абсолютно смертельная) доза при введении в желудок $L_{D50ж}$ — количество вредного вещества, вызывающего гибель 50 или 100 % животных соответственно при однократном введении в желудок.

Среднесмертельная (или абсолютно смертельная) доза при нанесении на кожу $L_{D50к}$ — количество вредного вещества, вызывающего гибель 50 или 100 % животных соответственно при однократном нанесении на кожу.

Среднесмертельная (или абсолютно смертельная) концентрация вещества в воздухе LK_{50} — концентрация вещества, вызывающая гибель 50 или 100 % испытуемых животных соответственно при ингаляционном воздействии в течение 2–4 ч.

В токсикологической практике для оценки токсичности различных радионуклидов определяют летальные дозы (абсолютно летальную, минимально летальную и дозу, вызывающую гибель 50% животных), отнесенные к определенному сроку, например $L_{D50/30}$ (табл. 6.4).

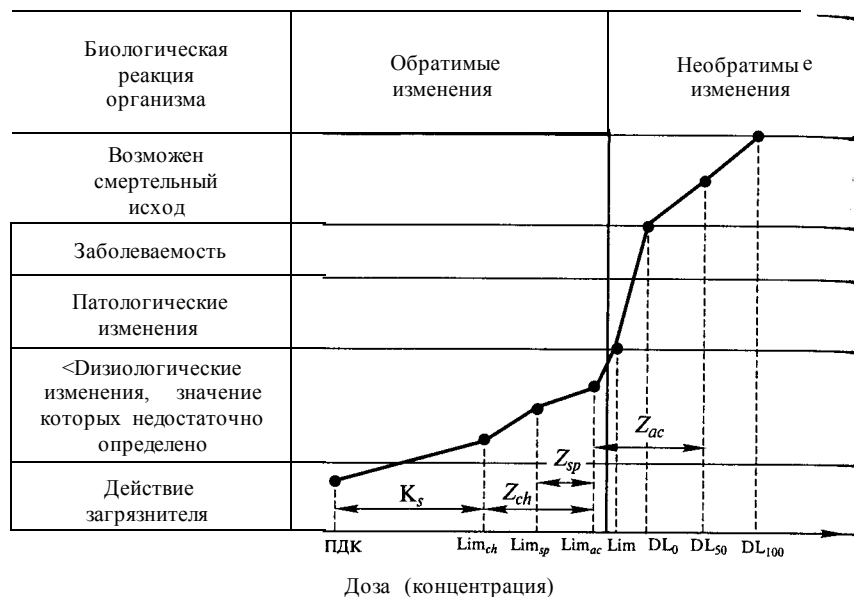


Рис. 6.4. Принципиальная схема биологической реакции организма на количество поступившего в него токсического вещества

Более полно характеризовать степень отравления живых организмов позволяют и другие показатели, приведенные в табл. 6.3.

Зона острого действия Z_{ac} соответствует изменению биологических показателей, выходящих за рамки приспособительных физиологических реакций, на уровне целостного организма.

$$Z_{ac} = \frac{LK_{so}(Ld_{so})}{Lim_{ac}}$$

Зона острого действия показывает диапазон концентраций (от начальных до крайних), оказывающих действие на организм при однократном поступлении. Чем меньше Z_{ac} и ниже порог, тем больше опасность острого отравления, тем опаснее вещество, так как даже небольшое превышение пороговой концентрации может вызвать смертельный исход.

Зона хронического действия Z_{ch} показывает, насколько велик разрыв между концентрациями, вызывающими начальные явления интоксикации при однократном и длительном поступлении в организм.

$$Z_{ch} = \frac{L_{mac}}{Lim_{ch}}$$

Чем шире Z_{ch} , тем опаснее вещество, так как концентрации, оказывающие хроническое действие, значительно меньше концент-

раций, вызывающих острые отравления. Хронические отравления при действии таких веществ развиваются скрыто, незаметно.

Большое значение имеет выявление опасности веществ по показателям избирательности вызываемого эффекта: аллергенного, раздражающего и т.д. Соответствующие зоны специфического действия Z,P определяются отношением порога острого действия по интегральным показателям к соответствующему порогу специфического действия Lim,P

$$Z_{sp} = \frac{Lim_{ac}(int\ eg)}{Lim_{sp}}$$

Зона специфического действия, превышающая единицу, свидетельствует об избирательном действии химического вещества на изучаемую функцию. Величина Z,P позволяет определить степень опасности вещества в развитии отдаленного эффекта.

Помимо непосредственного установления указанных параметров токсичности рассчитывается такой показатель опасности развития острого отравления как коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО), который представляет собой отношение насыщающей концентрации вещества при 20 ОС к средне-смертельной концентрации

$$КВИО = \frac{LK_{max}}{LK_{so}}$$

Таким образом, КВИО объединяет два важнейших показателя опасности острого отравления: летучесть вещества и дозу, вызывающую наибольший биологический эффект, т.е. гибель организма. Чем больше величина КВИО и уже зона острого действия, тем опаснее вещество (см. табл. 6.3).

Порог хронического действия является базовым параметром токсикометрии, на основе которого рассчитываются коэффициенты запаса K , и ПДК. При установлении значения ПДК необходимо уменьшить заведомо токсическую концентрацию. Это обусловлено K'' который устанавливается для каждого вещества с учетом количественных и качественных особенностей его действия. Коэффициент запаса принимается тем больше, чем выше кумулятивные, кожно-резорбтивные, сенсibiliзирующие свойства токсического вещества. Численно он обычно принимается $3 < K, < 20$. Величина K , возрастает при наличии специфического отдаленного действия токсического вещества. В этом случае K , определяется, исходя из величины зоны специфического действия (табл. 6.5).

ПДК вредного вещества во внешней среде — это такая концентрация, при воздействии которой на организм человека периодически или в течение всей жизни не возникает соматических или психических заболеваний (в том числе скрытых) или изменений со-

Таблица 6.5

Классификация потенциальной опасности влияния промышленных токсических веществ на репродуктивную функцию

Класс опасности	Z_{sp}	K_s
Чрезвычайно опасные (I)	>10	>50
Высокоопасные (II)	4—10	10—50
Умеренно опасные (III)	1—3	До 10
Малоопасные (IV)	0,1—1	Обычный

стояния здоровья, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций, обнаруживаемых современными методами исследования, в настоящее время или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Для веществ, на которые ПДК не установлены, временно устанавливают *ориентировочные безопасные уровни воздействия* (ОБУВ) и оговаривают условия их применения в каждом отдельном случае. Помимо этого для санитарной оценки воздушной среды может использоваться показатель ВДК — *временно допустимая концентрация* вещества, устанавливаемая на 2–3 года.

На основании сопоставления установленных параметров токсичности и опасности с нормами ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные ве-

Таблица 6.6

Классификация вредных веществ по степени токсичности и опасности (ГОСТ 12.1.007-76)

Показатель	Норма по классам опасности			
	I	II	III	IV
ПДК вредного вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	<0,1	0,1-1,0	1,1-10	>10
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	<15	15-150	151-5000	>5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	<100	100-500	501-2000	>2000
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м ³	<500	500-5000	5001-50 000	>50 000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления	>300	300-30	29-3	<3
Зона острого действия	<6	6-18	18,1-54	>54
Зона хронического действия	>10	10-5	4,9-2,5	<2,5

щества. Классификация и общие требования безопасности>> определяется класс опасности химического соединения (табл. 6.6).

Разработанные таким образом ПДК после утверждения Министерством здравоохранения РФ включаются в межгосударственные стандарты, нормы и правила, другие нормативно-технические документы и служат юридической основой для осуществления текущего и предупредительного государственного санитарного надзора.

6.2.2. Этапы гигиенической оценки химических соединений

Токсиколого-гигиеническая оценка вновь синтезированного химического вещества в соответствии с масштабами его разработки осуществляется в три этапа.

Предварительная токсикологическая оценка соответствует стадии лабораторного синтеза и опытного производства вещества. Она начинается во время разработки проектного задания или технического проекта еще до разработки рабочих чертежей. Предварительной токсикологической оценке подвергаются все без исключения вновь синтезированные химические вещества и материалы, предназначенные для промышленного и сельскохозяйственного производства, отделки жилых и общественных зданий, хранения и упаковки пищевых продуктов, изготовления водопроводных труб, одежды, обуви. Значительная часть химических веществ на этом этапе отсеивается вследствие высокой токсичности, низких технологических или потребительских качеств, дороговизны сырья. Пред-

в установлении ориентировочных ПДК или ОБУВ в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе населенных пунктов и воде водоемов санитарно-бытового водопользования.

Расчетные ПДК (ОБУВ) устанавливаются математическими методами, основанными на объективных связях, существующих между санитарными стандартами и физико-химическими свойствами, химическим строением веществ, а также параметрами их острой токсичности.

Существует четыре способа расчета ориентировочных ПДК (ОБУВ), основанных на физико-химических свойствах; структурных химических формулах; близости химических свойств; экспериментально установленных параметрах острой токсичности. Так, для расчета ориентировочных ПДК (ОБУВ) в воздухе рабочей зоны летучих органических соединений первым способом могут быть использованы следующие уравнения:

$$\lg \text{ПДК} = 1,12 - 0,058 \sigma + \lg M;$$

$$\lg \text{ПДК} = 14,2 - 10 Y_{In} + \lg M;$$

$$\lg \text{ПДК} = 1,2 - 0,012 t_{\text{пл}} + \lg M;$$

$$\lg \text{ПДК} = 0,40 - 0,01 Y_n + \lg M;$$

$$\lg \text{ПДК} = 0,6 - 0,01 t_{\text{кип}} + \lg M;$$

$$\lg \text{ПДК} = 1,6 - 2,2d + \lg M,$$

где σ - величина поверхностного натяжения жидкости; M - молекулярная масса; Y_n - показатель преломления; $t_{\text{пл}}$ - температура плавления; $t_{\text{кип}}$ - температура кипения; d - относительная плотность.

Следует отметить, что производить расчеты по формулам можно лишь для тех органических веществ, физико-химические константы которых укладываются в следующие границы:

молекулярная масса	от 30 до 300
плотность	от 0,6 до 2,0
температура кипения	от -100 до +300 °С
температура плавления	от -190 до +180 °С
показатель преломления	от 1,3 до 1,6

Для атмосферного воздуха населенных пунктов расчетную среднесуточную ПДК для газов, паров газов и паров органических соединений можно получить, зная температуру кипения, по уравнению

$$\lg \text{ПДК} = 0,5 - 0,0013 t_{\text{кип}}$$

Для воды водоемов санитарно-бытового водопользования наиболее надежные ориентировочные ПДК рассчитывают по таким физико-химическим параметрам как температура плавления и кипения (*первый способ*)

$$\lg \text{ПДК} = -0,45 + 0,007 t_{\text{пл}};$$

$$\lg \text{ПДК} = 0,85 + 0,01 t_{\text{кип}}$$

Второй способ предусматривает расчет ориентировочных ПДК (ОБУВ) по величине биологической активности изучаемого соединения. За величину биологической активности условно принимается минимальный объем воздуха (в литрах), в котором допустимо содержание одного миллимоля (ммоль) химического вещества. Значение биологической активности отдельных видов химических связей (1_b) в гомологических рядах имеется в справочной литературе. Расчет ориентировочной ПДК (ОБУВ) в единицах ($\text{мг}/\text{м}^3$) производится по формуле

$$\text{ПДК} = \frac{M}{1000 \cdot 1_b}$$

где M - молекулярная масса; L_i - сумма биологических активностей всех связей вещества, ммоль/л.

Третий способ предусматривает ориентировочное регламентирование исследуемого вещества по аналот или с другими близкими по химическому строению соединениями, хорошо изученными в токсикологическом отношении. В этом случае применяется метод интерполяции или экстраполяции свойств какого-либо класса соединений на данное новое вещество, относящееся к тому же классу.

Четвертый способ является наиболее точным, поскольку математическое прогнозирование ориентировочных ПДК (ОБУВ) в различных объектах окружающей среды обитания человека по параметрам острой токсичности дает наибольшее приближение расчетных значений ПДК к предельно допустимым концентрациям, установленным в эксперименте на животных по полной таксонометрической схеме. Так, расчетное определение ПДК в воздухе рабочей зоны летучих органических веществ по величине средней смертельной концентрации ($L_{K_{50}}$, ммоль/л), средней смертельной дозы ($L_{D_{50}}$, ммоль·кг) и молекулярной массе проводят по следующим формулам:

$$\lg \text{ПДК} = 0,911 \lg L_{K_{50}} - 2,7 + \lg M;$$

$$\lg \text{ПДК} = \lg L_{D_{50}} - 2,0 + \lg M.$$

Для аэрозолей оксидов или других малорастворимых соединений металлов ориентировочные ПДК (ОБУВ) можно вычислить по уравнению

$$\lg \text{ПДК} = 0,851 \lg L_{D_{50}} (\text{ммоль} \cdot \text{кг}) - 3,0 + \lg M - \lg N,$$

где N - число атомов металла в молекуле.

При регламентировании органических соединений в воде водоемов для ориентировочного определения ПДК (ОБУВ) рекомендованы такие уравнения:

$$\lg \text{ПДК} = -2,12 + 1,71 \lg L_{K_{50}};$$

$$\lg \text{ПДК} = -4,76 + 1,391 \lg L_{D_{50}}.$$

Кроме того, предложен целый ряд уравнений, позволяющих проводить расчет ориентировочных ПДК (ОБУВ) вредных веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов в водоемах санитарно-бытового назначения по значениям ПДК в воздухе рабочей зоны:

$$\lg \text{ПДК}_{\text{мз}} = -1,78 + \lg \text{ПДК}_{\text{рз}};$$

$$\lg \text{ПДК}_{\text{сс}} = -2,00 + 0,861 \lg \text{ПДК}_{\text{рз}}.$$

Предварительная токсикологическая оценка дает не только ориентировочное значение ПДК (ОБУВ) в различных объектах окружающей человека среды, но и предусматривает получение сведений о клинической картине острого смертельного отравления, общем характере действия на организм. Кроме того, предусматривая установление наряду со смертельными значениями пороговых концентраций, она позволяет судить о степени опасности возникновения острых отравлений, в том числе смертельных, и возможности появления отдаленных эффектов.

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

Полная токсикологическая оценка предполагает проведение острых, подострых и хронических экспериментов с использованием как минимум четырех видов лабораторных животных. При проведении экспериментов устанавливаются все параметры токсичности и опасности, предусмотренные схемой токсикометрии (см. табл. 6.3). Особое внимание уделяется установлению порогов острого и хронического общетоксического и возможного специфического действия. Если обнаружен специфический эффект при однократном воздействии, в обязательном порядке устанавливается пороговый уровень соответствующего специфического действия (канцерогенного, мутагенного, тератогенного) в хроническом эксперименте.

Основной целью проведения полной таксикаметрической оценки является экспериментальное обоснование значения ПДК, которое в дальнейшем экстраполируется на людей.

Помимо токсиметрических, на данном этапе могут проводиться дополнительные исследования, направленные на изучение тонких механизмов действия вещества, знание которых необходимо для разработки приемов и методов профилактики интоксикаций, обусловленных изучаемыми соединениями. Кроме того, проводятся клинко-гигиенические исследования на лабораторных и полувыводских установках.

Клинко-гигиеническая коррективная ПДК осуществляется в течение первых трех лет работы новой технологической установки, но может продолжаться и далее для изучения отдаленных последствий воздействия вещества на население. Этот этап предполагает проведение натуральных исследований, направленных на установление так называемых клинко-гигиенических параллелей, т. е. изучение и последующее сопоставление данных, характеризующих санитарное состояние объекта окружающей среды, для которого

разработан норматив, с данными о состоянии здоровья контингента населения, подвергающегося воздействию изучаемого вещества. Выявление повышенной заболеваемости и изменений в состоянии здоровья того или иного контингента по сравнению с контрольной группой свидетельствует о недостаточной надежности разработанного норматива и служит основанием к его пересмотру и снижению. На этом этапе применяются различные современные методы гигиенических, клинических и статистических исследований. Широкое распространение получил метод многофакторного (корреляционного, регрессионного, дисперсионного) математического анализа. Метод клинко-гигиенической коррективной не может заменить экспериментальный, но дополняет последний и дает возможность проверить утвержденную на основе эксперимента ПДК.

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

6.3. Действие комплекса вредных факторов окружающей среды

В среду, окружающую человека, ежегодно поступают все новые и новые химические агенты. Это приводит к непрерывному изменению химического состава среды проживания человека. Кроме того, на человека воздействуют и другие вредные факторы окружающей среды: физической (шум, вибрация, ионизирующее излучение, неблагоприятный микроклимат и др.), биологической (препараты биотехнологии, микробиологических процессов) и психофизиологической природы. Гигиенические и медико-биологические исследования, проведенные в разных отраслях промышленности (горнодобывающей, металлургической, машиностроительной, химической) и сельском хозяйстве, свидетельствуют о возможном действии комплекса вредных факторов Производственной среды на организм работников. Так, проведение взрывных работ сопровождается выделением в воздух оксидов углерода и азота, воздействием неблагоприятного микроклимата, интенсивного шума и вибрации; в доменных, мартеновских, кузнечно-прессовых и термических цехах рабочие подвергаются вредному воздействию неблагоприятного микроклимата, пыли, оксида углерода, сернистого газа; получение искусственных кож на основе поливинилхлорида сопровождается выделением в воздух паров хлорвинила, дибугилфталата, хлороводорода и пыли силиката свинца.

В некоторых случаях влияние комплекса химических факторов производственной среды обусловлено многокомпонентным составом применяемых в производстве или получаемых продуктов (ка-

меннаугольные смолы и лаки, комбинированные пестициды), или технологических выбросов (сварочные аэрозоли). Современные технологические процессы характеризуются одновременным поступлением в воздух рабочей зоны производственных помещений не одиночных, а, как правило, нескольких или многих вредных химических веществ. Например, в производстве ВВ!Сс*кш<)Ш Ж шяр-ных соединений (синтетических смол и пластических масс, каучуков, резин, синтетических волокон), а также многих продуктов нефте-, кокса- и сланцехимии рабочие подвергаются вредному действию не двух-трех, а нескольких десятков токсических веществ.

В связи с этим различают комбинированное, комплексное и сочетанное действие вредных факторов различного происхождения. Под комбинированным действием подразумевают совместное действие двух или нескольких факторов одной природы (например, комбинаций ядов; шума и вибрации; вибрации и охлаждающего микроклимата). Сочетанное действие означает совместное влияние факторов различной природы (например, физических и химических: шума или вибрации и токсических веществ). О комплексном воздействии говорят в тех случаях, когда производственные яды воздействуют на организм в результате поступления разными путями (например, пары бензола могут поступать в организм через органы дыхания и всасываться через кожу, пестициды попадают в организм человека с пищевыми продуктами, питьевой водой и атмосферным воздухом).

Комбинированное действие. Биологический эффект от комбинированного действия нескольких факторов одного происхождения может равняться сумме эффектов, которые наблюдаются при раздельном влиянии каждого из них, быть большим или меньшим этой суммы. Выделяют три вида комбинированного действия:

1) аддитивное (суммирование) — совместный эффект равняется сумме эффектов каждого из химических веществ при изолированном воздействии на организм;

2) более чем аддитивное (синергизм, или потенцирование) — совместный эффект превышает сумму эффектов каждого из веществ, входящих в комбинацию, при их изолированном воздействии на организм;

3) менее чем аддитивное (антагонизм) — совместный эффект меньше суммы эффектов каждого из веществ, входящих в комбинацию, при их изолированном воздействии на организм. Данная классификация дает возможность осуществлять не только качественную, но и количественную оценку комбинированного эффекта вредных факторов.

Показателем типа и степени выраженности комбинированного действия в данном случае служит соотношение наблюдаемого эффекта и эффекта, который теоретически ожидается в случае аддитивного типа комбинированного действия. Обнаружение эффекта

комбинированного действия, для которого это соотношение > 1 , свидетельствует о потенцировании, при соотношении < 1 речь идет об антагонизме.

Установлено, что в большинстве случаев производственные токсические вещества (яды) при совместном влиянии действуют по типу суммирования. Это относится, в первую очередь, к смесям углеводов, которым свойственно наркотическое действие, а также раздражающих веществ и гемолитических ядов, т. е. соединений, которые имеют общие точки приложения и однотипный характер действия.

Аддитивный эффект зарегистрирован при действии бензола и изопропилбензола, пропилена, этилена и бутилена, стирола и никеля, ацетона и фенола, циклагексана и бензола, фенола и ацетофенола.

Нередко при одновременном воздействии высоких концентраций таких производственных ядов, как оксид углерода(II) и тетраэтилсвинец, оксид углерода(II) и адреналин, оксид углерода(II) и цианиды, оксид углерода(II) и этанол, наблюдается сверхаддитивный эффект (потенцирование). Эффект, превышающий суммирование, зарегистрирован при комбинированном действии озона с аэрозолем серной кислоты и оксидами азота.

Наиболее вероятной причиной потенцирующего эффекта является блокирование или угнетение одним веществом процессов биотрансформации другого вещества, например фермента, осуществляющего его детоксикацию. Примерам такого взаимодействия могут служить такие сочетания веществ как хлорофоса и карбофоса, хлорофоса и метафоса, карбофоса и тиофоса.

Антагонистический эффект зарегистрирован при совместном воздействии большого количества промышленных ядов: оксидов азота и серного ангидрида; диметиламида и муравьиной кислоты, метана и оксида углерода(II), стирола и формальдегида, оксида углерода(II) и толуола. Механизм этого эффекта может быть обусловлен либо взаимодействием компонентов газовой смеси с образованием менее токсических соединений (серный ангидрид и хлор, аммиак и углекислый газ, аммиак и сернистый ангидрид), либо противоположно направленным действием на одни и те же физиологические системы.

Исследование механизмов, которые лежат в основе антагонистического эффекта, имеет большое значение для разработки средств антидотной терапии при интоксикациях химическими веществами. Так, знание механизмов конкурентных отношений в организме метанола и этанола позволило использовать этанол для лечения отравлений метанолом. При отравлении этиленгликолем также лечат при помощи этанола. Особую актуальность в современных условиях приобретает проблема комбинированного действия экзогенных химических веществ и алкоголя или курения, а также

влияния на токсичность химических соединений качества и количества пищи.

Рассмотрим детально каждую из перечисленных проблем.

Алкоголь и химические вещества. Проблема комбинированного действия алкоголя и токсических веществ приобретает особую актуальность в связи с возможным сочетанием указанных факторов. Употребление алкогольных напитков является основной причиной несчастных случаев на рабочем месте, в быту, на улице, а также признанным фактором, который способствует возникновению цирроза печени и онкологических заболеваний.

Хорошо изучено комбинированное действие алкоголя и фармакологических средств на физиологическую и психическую активность человека. С точки зрения безопасности жизнедеятельности большой интерес представляет влияние алкоголя на токсичность и биотрансформацию экзогенных химических веществ, загрязняющих окружающую среду, прежде всего токсических агентов, которые встречаются в производственных условиях. Известно, например, что у работников, которые подвергаются воздействию трихлорэтилена, может наблюдаться повышение чувствительности к алкоголю. Употребление даже небольших количеств алкоголя (0,5 мг/кг массы тела) приводит к покраснению кожи лица из-за выраженного расширения сосудов у лиц, которые подвергаются действию паров трихлорэтилена (20-200 мг/м³), на протяжении нескольких часов в сутки продолжительностью 3 нед. У рабочих, подвергавшихся воздействию сероуглерода, наблюдается подобная сверхчувствительность к алкоголю (антабус-синдром). Лица, страдающие алкоголизмом, проявляют повышенную чувствительность к токсическому воздействию сероуглерода, очевидно, вследствие комбинированного воздействия на нервную систему. Одновременное влияние сероуглерода и этанола обуславливает повышение уровня ацетальдегида в крови у человека. Одновременное употребление алкоголя и действие ксилена (в концентрации 600 мг/м³) усиливает воздействие на вестибулярный аппарат у человека, особенно на раскачивание тела, а высокие концентрации ксилена (до 1200 мг/м³) ослабляют действие на него (раскачивание тела, нистагм положения) алкоголя. Комбинированное действие указанных факторов также ухудшает зрение.

Имеются данные о комбинированном воздействии алкоголя и пестицидов.

Курение и химические вещества. Курение может обусловить загрязнение сигарет и других табачных изделий веществами, присутствующими в воздухе окружающей среды, в частности, в воздухе рабочей зоны. Эти вещества могут попадать в организм в результате дыхания, проглатывания или через кожу. Таким образом, табачные изделия могут способствовать поступлению вредных химических веществ в организм. В литературе имеется много сообще-

ний о загрязнении табачных изделий тяжелыми металлами (в частности, свинцом), пестицидами, органическими растворителями и другими веществами.

Сгорание сигарет обуславливает превращение химических веществ, которыми они загрязнены, в более токсические соединения. Так, при загрязнении сигарет политетрафторэтиленовой (тефлоновой) пылью вследствие пиролиза этого вещества при сгорании сигарет у курильщиков возникает заболевание, получившее название тефлоновой лихорадки. Выздоровление от нее обычно наступает быстро (через 12-48 ч), однако может возникать поражение легких после повторного воздействия продуктов пиролиза тефлона в сочетании с табачным дымом.

Многие вещества, содержащиеся в табаке, присутствуют в воздухе рабочей зоны производственных помещений. К ним относятся цианид водорода, оксид углерода(II), дихлорид метилена, ацетон, акрил, альдегиды (в частности, формальдегид), мышьяк, кадмий, никель, метилнитрит, оксид азота(II), фенол, полициклические соединения. Таким образом, курение сигарет на рабочем месте может усиливать действие указанных химических веществ. Кроме того, у горняков курение может усилить действие угольной пыли, обуславливая более выраженные заболевания органов дыхания по сравнению с изолированным действием указанных факторов. Подобно этому у работников, занятых переработкой хлопка, курение усиливает развитие биссиноза, причем особенно выраженный аддитивный эффект проявляется на ранних стадиях его развития.

Аддитивный эффект установлен при изучении комбинированного действия курения и паров хлора. В резиновой промышленности исследовано комбинированное действие табачного дыма, талька и угольной пыли у курящих и некурящих. Риск развития заболеваний легких среди курящих оказался в 10-12 раз выше, чем у некурящих. Особенно опасным фактором риска курения является развитие рака легких у работников, контактирующих с асбестом и асбестосодержащими материалами.

Влияние питания на токсичность химических соединений. Сбалансированное питание создает условия для защиты организма от действия химических веществ, обеспечивая их ферментативную детоксикацию или связь с аминокислотами, вследствие чего образуются нетоксичные водорастворимые вещества.

Голодание или нарушение питания может усиливать поражаемость организма при воздействии факторов окружающей среды, в частности химических. На токсичность экзогенных химических веществ может влиять дефицит в пище аминокислот, витаминов или минеральных веществ, вследствие чего может изменяться скорость биотрансформации токсических веществ вследствие активации или ингибирования ферментов.

Большинство научных данных о влиянии питания на токсичность химических веществ в разных дозах и сочетаниях основывается на экспериментальных исследованиях с использованием лабораторных животных. Объем исследований, проведенных на людях, более ограничен.

Исследования на лабораторных животных показали, что неполноценное питание изменяет распределение жирорастворимых соединений, в том числе токсических, и влияет на активность печеночных ферментов. В условиях ограниченного питания с ющей потерей в массе тела у лабораторных животных жирорастворимые токсические вещества или перераспределяются в тканях и органах, или выделяются. Увеличение содержания их избыточных количеств в органах может обусловить появление признаков острого отравления и даже смерти. Голодание мобилизует ДПГ гексахлорбензол, откладываящиеся в жировых депо, вынуждая их

перемещаться в другие органы, а также усиливает степень поражения печени, обусловленного сероуглеродом.

Недостаточное питание или ограничение в приеме пищи может также обусловить изменение активности ферментов у лабораторных животных. Этим объясняется зависимость процесса детоксикации от фосфолипидов. Адекватное содержание аминокислот в пище, как и адекватное поступление полиненасыщенных жирных кислот, является необходимым условием для полного выражения активности фермента. Качество и количество белка в пище может влиять на токсичность пестицидов, органических растворителей, металлов и их соединений. Так, низкий уровень содержания казеина в пище повышает чувствительность к карбамиду. Среднесмертельная доза указанных соединений понижается параллельно снижению процентного содержания казеина в пище животных, которые подвергаются действию пестицидов.

Дефицит в пище белка, кальция, фосфора и железа приводит к существенному изменению содержания и распределения некоторых тяжелых металлов, особенно свинца. Так, инъекция соединения свинца под кожу крысам, которые содержались на диете с относительно низким уровнем белка (до 9% казеина), приводила к повышению содержания свинца в тканях и понижению выделения металла из организма по сравнению с контрольной группой животных.

Существенное влияние на биотрансформацию экзогенных химических веществ и их токсичность может оказать дефицит витаминов. Так, дефицит или, напротив, избыток ретинала (витамина А) у крыс, которые подвергались воздействию 1,1-дихлорретенилиденбис-4-хлорбензола, приводили к повышению содержания остаточных количеств этого вещества и триглицеридов в ткани печени.

Добавка пиридоксина (витамина В₆) к пище экспериментальных животных приводила к устранению дефектов его метаболизма, обусловленных воздействием сероуглерода.

Добавки аскорбиновой кислоты у лабораторных животных замедляли развитие железодефицитной анемии, обусловленной кадмием, способствовали их росту, защищали животных от токсического действия свинца, угнетали образование нитрозаминов. Дефицит аскорбиновой кислоты усиливает токсичность некоторых металлов (мышьяка, кадмия, хрома), а также нитратов и нитритов.

Гигиеническое нормирование комплексов вредных химических факторов в воздухе производственных помещений определяется характером комбинированного действия их составляющих. В связи с тем, что на низких уровнях воздействия, а тем более на уровнях ПДК, наиболее универсальным является суммирующий эффект, при одновременном содержании в воздухе нескольких вредных веществ однонаправленного действия их гигиеническую оценку осуществляют по формуле

$$\text{ПДК}_1 \frac{S}{\text{ПДК}_2} + \dots + \text{ПДК}_n \frac{S}{\text{ПДК}_n} \leq 1,$$

Где С₁, С₂, ..., С_n — фактические концентрации вредных веществ в воздухе; ПДК₁, ПДК₂, ..., ПДК_n — предельно допустимые концентрации вредных веществ.

При одновременном содержании в воздухе нескольких вредных веществ разнонаправленного действия ПДК остаются такими же, как и при изолированном действии. Следует учитывать, что при комбинированном действии смесей химических веществ, которые содержат в своем составе ферментные яды (оксид углерода(II), цианистые соединения, некоторые пестициды), даже при низких уровнях воздействия, возможно потенцирование эффектов. Для оценки степени опасности комбинаций химических веществ при потенцировании их действия чрезвычайно важно знать количественную характеристику этого явления. Установлены математические закономерности, которые позволяют прогнозировать степень потенцирования при любых сочетаниях ядов. При отсутствии таких данных можно использовать ориентировочные коэффициенты, которые характеризуют степень усиления эффекта. Так, для гигиенического нормирования смеси оксидов азота в присутствии оксида углерода используется формула

$$\text{C}_{\text{CO}} + \text{C}_{\text{NO}_2} \leq 1. \\ \text{ЗПДК}_1, \text{ЗПДК}_2$$

Некоторые технологические процессы могут сопровождаться гидролизом, пиролизом, термоокислительной деструкцией различных продуктов и материалов, что приводит к загрязнению окружающей среды комплексом химических веществ не полностью известного состава. Однако постоянство параметров технологического процесса (температурный режим, длительность обработки материалов, масса и объем перерабатываемого сырья и др.) обес-

печивает относительное постоянство качественного и количественного состава многокомпонентной парагазовоаэрозольной смеси.

Контроль воздушной смеси, загрязненной сложной смесью веществ относительно постоянного состава, рекомендуется осуществлять по ведущему компоненту (компонентам), который определяет клиническую картину интоксикации, а также по тому компоненту, который указывает на источник выделения этой смеси. При этом ПДК указанных компонентов, установленные для их изолированного действия, должны корректироваться с учетом комбинированного эффекта всех составных частей смеси.

Комплексное действие. Как указывалось выше, существует реальная возможность поступления химических веществ в организм с воздухом, водой, пищей, поскольку токсические вещества одновременно могут присутствовать в воздухе рабочих помещений, жилых и общественных зданий, атмосферном воздухе, продуктах питания и в питьевой воде. В этом случае применяют термин «комплексное воздействие», т. е. поступление одних и тех же веществ в организм разными путями.

При комплексном поступлении химических веществ в организм могут наблюдаться такие же типы зависимости биологического эффекта, как и при комбинированном действии (суммирование, потенцирование и антагонизм). Так, доказано, что при одновременном поступлении неэлектролитов через пищеварительный канал и органы дыхания на уровне ПДК или порога хронического действия наблюдается суммирование эффектов. Аналогичные данные получены при изучении поступления в организм этими путями фтора, что обусловило предложение снизить его ПДК в воде водоемов с 1,5 мг/л до 1 мг/л. Для населенных пунктов с производствами, которые используют соединения фтора в технологическом процессе и загрязняют ими атмосферный воздух, концентрация фтора в питьевой воде не должна превышать 0,5 мг/л при содержании его в атмосферном воздухе на уровне ПДК. Аддитивный эффект отмечается также в условиях одновременного поступления с воздухом и питьевой водой пестицидов — тетраметилтиурамдисульфида (ТМТД) и линдана.

В условиях комплексного воздействия диэтиламина (поступления через органы дыхания и пищеварительный канал) при введении смертельных доз и концентраций вещества проявляется эффект суммирования, а на уровне пороговых значений — эффект потенцирования.

Следует отметить, что тип биологического эффекта зависит от уровня и продолжительности воздействия. Полная количественная оценка комплексного воздействия вещества осуществляется с помощью методов математической обработки: дисперсионного анализа и комплексного планирования с обработкой данных регрессионным способом.

Для расчета максимально безопасного действия при одновременном поступлении одного вещества в организм из разных сред используют принцип гигиенического нормирования относительно комбинированного действия нескольких химических веществ однонаправленного действия, исходя из простого суммирования эффектов, т. е. сумма соотношений доз токсических веществ в окружающей среде (производственная среда, атмосфера, вода, продукты питания) к их предельно допустимым значениям (ПДК и ПДД) не должна превышать единицы:

$$\frac{\text{Спр. ср. Спдк}}{\text{Сатм Спдк}} + \frac{\text{Свода Спдк}}{\text{дпрод.пит Дпдд}} \leq 1.$$

В тех случаях, когда токсичность веществ изменяется в зависимости от пути поступления, следует ориентироваться на отдельный эффект при одновременном их поступлении в организм. При этом ПДК вещества, которое поступает через органы дыхания, должна учитывать возможность поступления его в организм из воздуха рабочей зоны и атмосферы, а ПДК вещества, которое поступило через пищеварительный канал, должна учитывать поступление его с водой и пищей.

Сочетанное действие. Под сочетанным, как указывалось выше, понимают действие разных по происхождению факторов окружающей среды. Хотя в производственной среде и других сферах жизнедеятельности человека встречается много разнообразных сочетаний факторов различной природы, наиболее изученным является сочетанное воздействие токсических веществ с шумом, вибрацией, ионизирующим или УФ-излучениями. Это объясняется, с одной стороны, наиболее широким распространением сочетаний указанных факторов, с другой — сложностью этой проблемы и недостаточной разработанностью методических подходов к ее изучению.

Токсические вещества и шум. Исследованиями последних лет установлено, что шум, являясь акустическим стрессором, обуславливает не только специфические изменения органов слуха, но и некоторые изменения, которые имеют характер неспецифических адаптационных реакций. Воздействие шума индуцирует нарушение центральной регуляции обмена веществ и иммунной защиты организма, обуславливает развитие гемодинамических расстройств, которые, в свою очередь, являются причиной последующих дистрофических изменений. В сочетании с токсическими веществами шум может приводить к качественно неоднородным биологическим эффектам. Установлено, например, что в сочетании с фосфорорганическими пестицидами (хлорофосом), углеводородами нефти, бензином марки Б-70, ацетоном, аэрозолями свинца, сурьмы, мышьяка действие шума подчиняется простому суммированию.

Однако данные, полученные на значительном экспериментальном материале, свидетельствуют о том, что сочетанное действие таких органических растворителей как сероуглерод, ацетон, трихлорэтилен на уровне 3-5 *Limch'* которые являются представителями разных классов химических соединений и имеют разную степень токсичности, а также шума на уровне почти нормативных значений (80 дБА) и выше, не приводит к суммированию эффектов как по интегральным, так и по специфическим показателям. В данном случае проявляется субаддитивный эффект, в основе которого лежит антагонистическое взаимодействие исследуемых факторов.

Таким образом, шум и токсические вещества могут или усиливать, или ослаблять действие друг друга, что, очевидно, зависит как от уровня, так и от режима действия исследуемых факторов. Для обеспечения безопасного сочетанного влияния шума и органических растворителей на организм человека следует соблюдать регламент, установленный для каждого фактора отдельно.

Токсические вещества и вибрация. В эксперименте на лабораторных животных и в природных условиях исследовано сочетанное действие вибрации и виброакустического комплекса с токсическими металлами (ртуть, свинец, марганец, мышьяк), основными ингредиентами выхлопных газов (оксид углерода(II), диоксид серы(IV), оксид азота(IV), бензол, формальдегид), хлоридом углерода(IV), фенолом. Однозначно установлено, что общая низкочастотная вибрация и шум в сочетании с отдельными токсическими веществами и комплексами токсических веществ на уровнях, близких к предельно допустимым (ПДК и ПДУ), действуют по принципу взаимного усиления эффектов.

Механизм отягощающего действия виброакустического комплекса на токсичность химических веществ заключается прежде всего в нарушении проницаемости мембран клеток, что способствует ускоренному проникновению токсических агентов в них. Кроме того, виброакустический комплекс нарушает функциональное состояние печени, ухудшая ее антитоксическую функцию, что в итоге приводит к нарушению метаболизма токсических веществ и замедлению их выведения из организма. В настоящее время ведутся работы по разработке новых, более жестких регламентов для сочетанного действия виброакустического комплекса и токсических веществ по сравнению с индивидуальными нормативами.

Токсические вещества и ионизирующее излучение. В эксперименте на животных в условиях влияния внешнего γ -излучения (450-1000 рад) и действия химических соединений различных классов установлено, что такие вещества как оксид углерода, цианиды, нитрилы, оксид азота ослабляют воздействие ионизирующего излучения, а органические перекиси, озон, формальдегид, наобо-

рот, приводят к усилению повреждающего эффекта, развитию радиосенсибилизации.

Значительное взаимное усиление эффектов зарегистрировано при совместном воздействии лучевых и химических канцерогенов. Так, сочетанное воздействие 3,4-бензопирена и полония-210 сопровождается не только значительным увеличением частоты возникновения раковых опухолей, но и сокращением (до 20 %) продолжительности среднего латентного периода их развития. Доказан эффект суммирования бластомогенного действия карбюраторной сажи (содержащей 3,4-бензопирен) и общего внешнего облучения. Таким образом, гигиенические регламенты исследуемого комплекса в условиях сочетанного воздействия по сравнению с изолированным влиянием должны быть также более жесткими.

Ультрафиолетовое излучение и химические вещества. Результаты исследования сочетанного действия разных доз анилина, хлорофоса, нитрата натрия и УФ-излучения (от $1/4$ до 6 эритемных доз) выявили параболическую зависимость реакций организма от интенсивности УФ-излучения.

Аналогичная закономерность установлена относительно сочетанного действия УФ-излучения и метафаса или динитрохлорбензола.

Ультрафиолетовое излучение используется как эффективный фактор повышения резистентности организма к действию химических канцерогенов. Так, повышение резистентности организма, облученного субэритемной дозой УФ-излучения, к действию 3,4-бензопирена проявляется снижением (в 2 раза) общего количества лабораторных животных с индуцированными опухолями, а также увеличением латентного периода возникновения опухолей.

Оптимальный уровень УФ-излучения, который максимально тормозит развитие опухолей (по частоте и скорости), составляет $3/4$ эритемной дозы аналогично тому, что наблюдается при оценке общетоксических эффектов, индуцированных токсическими агентами на фоне УФ-облучения.

Кроме того, УФ-облучение в оптимальной дозе повышает иммунологическую реактивность и неспецифическую резистентность организма.

Отдаленные последствия влияния химических соединений окружающей среды на организм человека. Одной из наиболее сложных проблем является выявление, прогнозирование и предупреждение отдаленных эффектов влияния факторов окружающей среды на организм человека. Под *отдаленными* понимают эффекты, возникающие не сразу после воздействия факторов окружающей среды (в отличие, например, от отравлений или ожогов), а через определенный, иногда длительный промежуток времени или даже после прекращения воздействия. Следует отличать эффекты, возникающие в результате длительного хронического воздействия факторов

окружающей среды, например хронического отравления, от отдаленных эффектов. Последние могут возникнуть через длительные промежутки времени после окончания однократного или многократного воздействия.

Обычно под отдаленным эффектом понимают онкогенное, мутагенное и тератогенное действие химических, физических и биологических факторов окружающей среды. Однако в действительности понятие отдаленных последствий воздействий факторов окружающей среды является еще более широким, поэтому к ним следует относить также возникновение и развитие ряда патологических состояний в организме, изменения в органах и системах и, наконец, ускорение процессов старения и сокращение продолжительности жизни, если они связаны с воздействием химических, физических и биологических факторов окружающей среды.

Онкогенное действие. Онкологические заболевания занимают одно из первых мест среди причин заболеваемости и смертности населения. Около 30 % всех случаев смерти от всех видов злокачественных новообразований и 85 % случаев смерти от рака легких связаны с курением. В табачном дыме идентифицировано около 40 000 химических веществ, 60 из которых являются канцерогенами. Весомый вклад в развитие рака вносит радон.

Для многих видов злокачественных новообразований профилактические мероприятия оказываются чрезвычайно эффективными. По данным ВОЗ, профилактическими мероприятиями можно снизить риск развития рака желудка в 7,6 раза, толстой кишки — в 6,2 раза, пищевода — в 17,2 раза, мочевого пузыря — в 9,7 раза.

К факторам окружающей среды, способствующим возникновению опухолей, следует отнести химические канцерогены, неправильное питание, различные виды радиации, генетические (наследственные) факторы, вирусы. Международное агентство по изучению рака (МАИР) классифицирует канцерогенные факторы в зависимости от научной доказанности их канцерогенных эффектов для человека на три группы: канцерогенные для человека, возможно канцерогенные для человека, вероятно, не канцерогенные для человека (прил. 3).

В настоящее время известно большое количество канцерогенных факторов химической природы. Среди них наибольшую группу составляют промышленные продукты и производственные процессы, связанные с выщелением полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Канцерогенным действием, например, обладает каменноугольная смола, а точнее выделенное из нее вещество 3,4-бенз(а)пирен (БП), являющийся собственно канцерогеном.

При высокотемпературном пиролизе органического топлива в условиях недостатка кислорода образуются БП и другие ПАУ. Кроме того, ПАУ обнаруживаются в продуктах высокотемпературной переработки угля, нефти, сланцев в коксохимической, нефтепе-

ребатывающей промышленности, при выплавке чугуна и стали, электролизе алюминия, использовании охлаждающих минеральных масел в машиностроении и во многих других отраслях производства; ПАУ присутствуют в табачном дыме, выхлопных газах двигателей внутреннего сгорания, образуются при лесных пожарах и извержениях вулканов.

Канцерогены выявлены среди ароматических аминов и азинокрасителей. При контакте с этими соединениями у людей отмечено возникновение опухолей мочевого пузыря. Опасны и N-нитрозосоединения. Значение этой группы соединений определяется тем, что они могут образовываться в окружающей среде и в живых организмах из широко распространенных аминов или амидов и нитрозирующих компонентов (нитритов и оксидов азота). Амины и амиды входят в состав многих пестицидов, лекарственных средств, компонентов резин и пищевых продуктов, нитрозирующими соединениями могут быть азотсодержащие минеральные удобрения и т.д.

Широко распространены в окружающей среде различные хлорорганические соединения. Слабовыраженные канцерогенные свойства обнаружены у хлорорганических пестицидов: ДДТ, алдрин, гептахлор, метоксихлор. Канцерогенными свойствами обладают хлорированные диоксины и полихлорированные бифенилы, которые образуются при сжигании твердых отходов и некоторых других высокотемпературных процессах (см. прил. 3).

Мутагенное действие. В последние несколько десятилетий выявлена мутагенная активность многих химических, физических и биологических факторов окружающей среды. Это вызывает обоснованную тревогу, так как окружающая среда все больше загрязняется веществами, способными инициировать генетические изменения. И без того большой груз наследственных болезней с насыщением среды мутагенными факторами увеличивается и передается из поколения в поколение. Около 10 % активных химических соединений проявляют мутагенную активность.

Основными химическими мутагенами в окружающей среде являются три группы веществ:

1) естественные неорганические соединения (оксиды азота, нитриты, нитраты, свинец, радиоактивные материалы) и органические соединения (алкалоиды, гормоны);

2) переработанные природные вещества (продукты нефти, сжигания угля);

3) химические продукты, не встречающиеся в природе (пестициды, пищевые добавки, лекарственные препараты).

В соответствии с механизмом действия выделяют следующие классы химических мутагенов: алкилирующие соединения, перекисем, альдегиды, гидросиламины, нитриты, антиметаболиты, соли тяжелых металлов, красители, некоторые производные ароматических соединений.

тического ряда, лекарственные средства и др. В настоящее время опубликованы результаты изучения мутагенной активности 11,5 тыс. химических соединений, причем число химических мутагенов исчисляется уже сотнями.

Тератогенное и эмбриотоксическое действие. Вклад факторов окружающей среды в риск развития врожденных уродств оценивается приблизительно 5%. Инфекции составляют 1%, нарушения здоровья матери — около 1%, медицинские рентгенодиагностические и лечебные процедуры — около 1%, лекарства и химическое загрязнение окружающей среды — 2%. Причины развития почти 65% всех врожденных уродств остаются неизвестными или обусловлены многофакторными воздействиями. В настоящее время тератогенные свойства обнаружены у нескольких сотен химических соединений.

Эмбриотоксический эффект дают метилртуть (атрофия головного мозга, задержка психического развития), свинец (прерывание беременности, поражение центральной нервной системы), полихлорированные бифенилы (низкая масса тела новорожденного, изменение цвета кожных покровов), этиловый спирт (задержка физического и психического развития, микроцефалия), мышьяк (спонтанные выкидыши, сниженная масса тела новорожденных, дефекты развития).

Контрольные вопросы

1. Что изучает токсикодинамика и токсикокинетика?
2. Можно ли провести резкую границу между понятием лекарственного препарата и яда?
3. Основные пути поступления вредных химических веществ в организм.
4. Что такое избирательная токсичность?
5. Влияет ли химическое строение, физико-химические свойства химических веществ на их токсичность?
6. Какие методы детоксикации применяются при отравлениях?
7. Антидоты и их применение при отравлениях.
8. Современные подходы к установлению ПДК вредных веществ в среде обитания.
9. Раскройте сочетанное действие физических и химических факторов на примерах.
10. Каковы отдаленные последствия вредных химических веществ на организм человека?

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

РИСК ВОЗНИКНОВЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Факторы среды обитания, создающие предпосылки для развития болезни	Возможные заболевания
Избыток железа	Гемосидероз
Избыток кобальта	Кобальтовая миокардиопатия
Избыток молибдена	Эндемический молибденоз, молибденовая подагра
Избыток нитратов	Метгемоглобинемия
Избыток свинца	Свинцовая энцефалопатия и нефропатия
Избыток селена	Гиперселеноз
Избыток стронция на фоне недостатка кальция	Болезнь Кашина-Бека (уровская болезнь)
Избыток фтора	Эндемический флюороз
Дефицит селена	Болезнь Кишана
Дефицит фтора	Кариес
Дефицит цинка	Болезнь Прасада
Недостаток в окружающей среде йода, необходимого для синтеза тиреоидных гормонов	Эндемический зоб
Поражения, связанные с попаданием в организм кадмия	Болезнь Итай-Итай
Поражения, связанные с попаданием в организм метилового соединения ртути	Болезнь Минамата
Попадание в организм полихлорбифенилов и диоксидов	Болезнь Юшо
Природно-климатические условия: быстрая смена погоды, влажность, атмосферное давление, сила и направление ветра. Биогеохимические особенности местности: недостаток или избыток в объектах окружающей среды кальция, магния, кадмия, хрома, марганца, кобальта, железа и др. Жилищные условия	Болезни системы кровообращения, в том числе гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь, инфаркт миокарда, атеросклероз, сосудистые поражения мозга

Факторы среды обитания, создающие предпосылки для развития болезни	Возможные заболевания
Загрязнение атмосферы оксидами серы, углерода, азота, фенолом, бензолом, этиленом, пропиленом, аммиаком. Шум. Неионизирующие излучения	
Природно-климатические условия: быстрота смены погоды, влажность, барометрическое давление, температурный фактор. Биогеохимические особенности: высокая минерализация почвы и воды, избыток хрома. Жилищные условия. Загрязнение атмосферы оксидами серы, углерода, азота, хрома, сероводорода. Шум. Неионизирующие излучения	Болезни нервной системы и органов чувств
Природно-климатические условия: быстрота смены погоды, влажность. Жилищные условия. Загрязнение атмосферы: пышь, оксиды серы, азота, углерода, фенол, сернистый ангидрид, аммиак, углеводороды, диоксид кремния. Хлор- и фосфорорганические пестициды	Болезни органов дыхания
Загрязнение окружающей среды: пестициды и ядохимикаты. Недостаток или избыток микроэлементов в природной среде. Жилищные условия Загрязнение атмосферы фенолом, сероводородом, пышью, диоксидом кремния и др. Шум. Состав питьевой воды: жесткость	Болезни органов пищеварения
Биогеохимические особенности: недостаток или избыток хрома, кобальта, других металлов. Загрязнение атмосферы пропиленом; оксидами серы, углерода, азота, азотистой-водородной кислотой, сероводородом, углеводородами, этиленом. Неионизирующие излучения. Состав питьевой воды: нитриты и нитраты	Болезни крови и кроветворных органов

Факторы среды обитания, создающие предпосылки для развития болезни	Возможные заболевания
Загрязнение окружающей среды пестицидами и ядохимикатами Уровень инсоляции. Избыток или недостаток микроэлементов в природной среде. Загрязнение атмосферы	Болезни кожи
Уровень инсоляции. Избыток или недостаток свинца, йода, бора, кальция, ванадия, брома, хрома, кобальта, марганца, цинка, железа, молибдена и других элементов в природной среде. Загрязнение атмосферного воздуха. Жесткость питьевой воды	Болезни эндокринной системы, расстройства питания, нарушение обмена веществ
Загрязнение атмосферы. Загрязнение пестицидами продуктов питания. Шум. Неионизирующие излучения	Врожденные аномалии (пороки развития)
Недостаток или избыток цинка, свинца, йода, кальция, марганца, кобальта, железа в природной среде. Загрязнение атмосферы сероуглеродом, углеводородами, диоксидом углерода, бутиленом, сероводородом, этиленом, оксидами серы, углерода, амиленом. Жесткость питьевой воды	Болезни мочеполовых органов
Загрязнение атмосферы. Влажность, уровень инсоляции, температурный фактор, барометрическое давление, суховеи, пыльные бури	Новообразования в области рта, носоглотки, верхних дыхательных путей, трахеи, бронхов
Загрязнение пестицидами и ядохимикатами. Загрязнение атмосферы канцерогенными веществами, акролеином и др., фотооксидантами (оксид азота, озон, органические перекиси, формальдегид). Биогеохимические особенности: недостаток или избыток магния, марганца, цинка, кобальта, меди. Состав питьевой воды: хлориды, сульфаты, жесткость	Новообразования в органах пищеварительного тракта

**СПИСОК ОСНОВНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ, УТВЕРЖДЕННЫХ МИНИСТЕРСТВОМ
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И МЕДИЦИНСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РФ В 1996 г.**

Наименование болезни	Условия работы и производственные вещества, вызывающие болезнь	Примеры профессий и производств, в которых данная болезнь встречается преимущественно или исключительно
Отравления (острые, хронические) и их последствия	Вещества, обладающие токсическим действием	Все работы, в процессе которых приходится соприкасаться с веществами, обладающими токсическим действием
Пневмокониозы, силикоз, силикатозы (асбестоз, антракоз, талькоз и др.), пылевые фиброзы в чистом виде или в сочетании с туберкулезом легких (кониотуберкулез) или же смешанные формы (силикоантракоз, силикосидероз и др.)	Длительное вдыхание пыли, содержащей диоксид кремния в свободном или связанном состоянии, а также некоторых других видов производственной пыли (угольная, электросварочная, тальковая, слюдяная, фарфоро-фаянсовая, ферритовая, сланцевая, шамотная, магнезитовая, пыль нефтяного и пеконового кокса и др.)	Работники, занятые на подземных горных работах (машинисты горного комбайна, струговой установки, врубовой и врубово-погрузочной машины, бурового станка, забойщики на отбойных молотках на крутых пластах, горнорабочие очистного забоя, проходчики горных выработок, рабочие-взрывники, мастера-взрывники, крепильщики по ремонту забоя, машинисты шахтных машин и механизмов, горный мастер). Пескоструйщики, дробеструйщики, земледельцы, формовщики, стерженщики, выбивщики, обувщики, чистильщики литья. Рабочие по добыче и обработке камня, горных

		пород и асбеста. Рабочие производства фарфоро-фаянсовых изделий, керамического, стекольного и динасового производства. Шлифовальщики, электро-плавильщики, электросварщики
Бериллиоз	Вдыхание пыли, газов, тумана бериллия и его соединений	Работники, занятые на участках извлечения, получения и обработки бериллия и его соединений, производства огнеупорных и других изделий из оксида бериллия, в порошковой металлургии, на участках плавки и сварки бериллийсодержащих сплавов
Хронические пылевые бронхиты	Вдыхание пыли: минеральной (кварцевосодержащей, угольной, известняковой, металлической и др.), органической (мучной, зерновой, пластмассовой, хлопковой, торфяной, волосяной, шерстяной), пыли антибиотиков и др.	Профессии, указанные в п.2. Рабочие электролизных цехов алюминиевых заводов, известковых производств. Рабочие мукомольных производств, выбивщики мешков, засыпщики муки на хлебопекарных производствах. Рабочие, занятые на первичной обработке льна, конопли, хлопка, джута и кенафа, в валяловоилочной промышленности и на других производствах, имеющие непосредственный контакт с пылью

Наименование болезни	Условия работы и производственные вещества, вызывающие болезнь	Примеры профессий и производств, в которых данная болезнь встречается преимущественно или исключительно
Хронические токсические бронхиты и пневмосклерозы	Воздействие раздражающих токсических веществ (сернистый газ, хлор, оксиды азота, пыль извести и др.)	Работники химических, металлургических и других производств, которые подвергаются воздействию раздражающих токсических веществ
Бронхиальная астма	Воздействие производственных веществ, обладающих аллергенными свойствами, антибиотики, алкалоиды, растворители, витамины; хромовая, цементная, урсоловая, перламутровая пыль, пылесерного колчедана, мучная, волосяная пыль и др. а также раздражающие газы (формальдегид, хромпик и др.)	Скорняки, красильщики меховой промышленности, рабочие промышленности искусственной кожи. Дробильщики-помольщики слюды, калибровщики, кольца слюды. Рабочие химических производств, электрических цехов алюминиевых заводов. Рабочие производства антибиотиков, синтетических материалов; работники сельского хозяйства, имеющие контакт с указанными веществами, и др.
Инфекционные и паразитарные заболевания, однородные с той инфекцией, с которой работники находятся в контакте во время работы (туберкулез, бруцеллез, сибирская язва, бешенство, столбняк, клещевой энцефалит, анкилостомидоз, лихорадка Ку, орнитоз, токсоплазмоз и др.).	а) соприкосновение с инфекционными больными или инфицированным материалом	Все работники противотуберкулезных и других инфекционных учреждений, соприкасающиеся с заразными больными или с инфицированным материалом, а также работники технических училищ и техникумов, лечебно-трудовых мастерских для больных туберкулезом и других учреждений, участковые врачи

	б) соприкосновение с больными животными, птицей или инфицированными материалами и продуктами животноводства и растительного происхождения (кожа, шерсть, щетина, конский волос, мясо; кожевенное, меховое сырье и утильсырье; зерно, хлопок и др.).	Ветеринарный персонал, систематически соприкасающийся с заразными животными, птицей. Рабочие, занятые обработкой кожевенного и мехового сырья; рабочие животноводческих хозяйств; работники, непосредственно обслуживающие скот мясокомбината, боен, утильзаводов; работники, имеющие дело с материалами, зараженными микроскопическими грибами. Работники зверобойного промысла на судах и береговых предприятиях рыбной промышленности
	в) работа в условиях лесных массивов	Работники геологоразведочных, топографо-геодезических и лесоустроительных полевых организаций; рабочие, занятые на лесозаготовках, лесосплаве и подсечке леса. Строители, работающие в условиях лесных массивов, и др.
Кессонная болезнь	Работы в условиях повышенного атмосферного давления	Работающие в кессонных барокамерах, водолазы и др.
Облитерирующий эндартериит (тромбангит)	Работы в условиях повышенного атмосферного давления. Длительная работа в условиях значительного	Рыбаки, рабочие рыбообрабатывающих заводов и сырьевых цехов мясокомбинатов, холодильников, работ-

Наименование болезни	Условия работы и производственные вещества, вызывающие болезнь	Примеры профессий и производств, в которых данная болезнь встречается преимущественно или исключительно
	охлаждения	ники зверобойных и китобойных флотилий. Геологи-топографы, геодезисты; рабочие, занятые на лесозаготовках, подсечке леса, лесоустроительных работах в сырых и заболоченных местах, лесосплаве. Рабочие торфоразработок. Горнопроходчики в выработках вечной мерзлоты, горнорабочие в обводненных выработках. Бурильщики и помощники бурильщиков нефтяных и газовых скважин
Выраженное расширение вен на ногах, осложненное воспалительными (тромбофлебит) или трофическими расстройствами	Длительное стояние	Ткачи, прядильщицы, наборщики, станочники, повара, продавцы, пекари; обвальщики, жиловщики, шприцовщики на мясокомбинатах и рыбообработчики на рыбокомбинатах и др.
Профессиональные новообразования: а) опухоли кожи (гиперкератозы, эпителиомы, папилломы, рак, лейкокератозы)	Воздействие ионизирующего излучения (рентгеновского, гамма-излучения и других видов радиоактивного излучения)	Лица, соприкасающиеся в своей работе с радиоактивными веществами или другими видами ионизирующих излучений: персонал, работающий с излучением, с рентгеновскими экранами, проводящий дозиметрию. Рабочие, занятые металлорентгенографированием, гамма-дефектоскопией, работой на ускорителях, бетатронах,

		гамма-установках и на других производствах, связанных с лучевым воздействием
	Длительный контакт с продуктами перегонки каменного угля, нефти и сланцев (смола, пек, производные антрацена, фенантрена, аминоазосоединений, гудрон, парафин и др.)	Рабочие химических, коксохимических, анилиноокрасочных, химико-фармацевтических, нефтеперерабатывающих заводов, работники предприятий текстильной и других отраслей промышленности. Брикетчики; асфальтировщики, пропитчики дерева и изоляционных материалов. Рабочие по выработке толя, рубероида. Рабочие сажевого производства, смоловары. Работники производств противораковых и гормональных препаратов
б) опухоли мочевого пузыря; папилломы, рак	Длительный контакт с аминами бензольного и нафталинового ряда (бензидин, дианизин, альфа-нафтиламин) и другими аминсоединениями (ортотолуидин, паратолуидин и др.) Вдыхание пыли радиоактивных руд, каменноугольных смол, соединений никеля, мышьяка, хрома, асбеста и др.	Рабочие химической, текстильной и других отраслей промышленности, соприкасающиеся с указанными веществами. Горнорабочие по разведке, добыче и переработке радиоактивных руд. Рабочие, занятые на погрузке каменноугольных смол, соединений никеля, мышьяка и других и в их переработке
в) злокачественные новообразования костной ткани	Длительный контакт с остеотропными радиоактивными веществами	Работники радиохимических, радиологических лабораторий и радиохимических производств

Наименование болезни	Условия работы и производственные вещества	Примеры профессий и производств, в которых данная болезнь встречается преимущественно или исключительно
г) заболевания крови: апластические и гипопластические состояния кроветворения (острые лейкозы, хронический миелоидный лейкоз и другие злокачественные новообразования крови)	Воздействие различных видов ионизирующего излучения	Работники, соприкасающиеся в своей работе с различными источниками ионизирующего излучения
Заболевания периферической нервной системы и мышц: а) стойкие, часто рецидивирующие невралгии, невриты, шейно-плечевые плекситы, полиневриты и полиневралгии (вегетативные и смешанные); миозиты (миофасцикулиты). Смешанные формы заболеваний нервно-мышечного аппарата (нейромиозиты, вегетомиозиты, миалгии)	Систематическое длительное статическое напряжение мышц; однотипные движения, выполняемые в быстром темпе; давление на нервные стволы и их микротравматизация. Систематическое охлаждение конечностей, вынужденное (часто напряженное) положение туловища или конечностей	Проходчики, машинисты буровых станков, электровозов, горнорабочие очистного забоя, забойщики на крутых пластах. Формовщики-прессовщики, клепальщики, кузнецы, вальцовщики, штамповщики, шлифовальщики. Рабочие на конвейере, обмотчики электромашин, бурильщики на ручном бурении. Шлифовальщики-алмазчики; шлифовальщики-гранильщики. Рыбаки плавсоставов рыболовных, китобойных и зверобойных судов, рабочие холодильников. Рабочие, занятые на лесозаготовках. Геологи-типографы, геодезисты, ведущие работы в сырых и заболоченных местах; доярки и др.

б) пояснично-крестцовые радикулиты	Тяжелое физическое напряжение, связанное с вынужденным положением тела или частыми наклонами, а также с воздействием охлаждения, переменных температур, вибраций, с возникновением микротравм	Шахтеры, бурильщики, кузнецы, вальцовщики; вальщики леса и обрубщики сучьев. Работники геологоразведочных партий. Водители автобусов, грузовых автомашин, трактористов, работники локомотивных бригад и др.
Писчий спазм и другие виды Работы, требующие высокой координации движений и выполняемые в (координаторных неврозов)	быстром темпе	Стенографистки, чертежники, машинистки, телеграфисты, радиотелеграфисты, операторы счетных машин; скрипачи, пианисты; картографисты граверы; монотиписты, линотиписты и др.
Вибрационная болезнь; Местное и ангиотрофоневрозы	общее воздействие вибрации, систематическое переохлаждение	Работы с пневматическими и другими инструментами, генерирующими общую и местную вибрацию (клепальщики, обрубщики, слесари-жестянщики, шлифовальщики, полировщики, бурильщики, проходчики, машинисты буровых станков, горнорабочие очистного забоя, забойщики на крутых пластах; бетонщики; машинисты виброплощадки и машинисты бетоноукладчика; вальщики леса и др.)
Хронические тендовагиниты, тендиниты и тендомиозиты	Систематическое напряжение соответствующих мышц и связок (или давление на соответствующие сухожилия)	Штамповщики, волочильщики проволочки. Шпукатуры, сварщики, маляры. Портные, стиральщики белья на машине и вручную, гладильщики белья на прессах и вручную; сушиль-

Наименование болезни	Условия работы и производственные вещества	Примеры профессий и производств, в которых данная болезнь встречается преимущественно или исключительно
		щипки в кожевенной и кожсырьевой промышленности. Обмотчики-изоляционщики электротехнической промышленности; смазчики форм на хлебозаводах и др.
Хронические артриты, периартриты, асептические остеонекрозы, бурситы, эпикондилиты, патологическая перестройка костей (переломы от перегрузки), стилоидиты, остеохондриты	Систематическое давление в области соответствующих суставов, перенапряжение и травматизация последних; сотрясение; резкие смены температуры, длительное охлаждение; значительное напряжение мышц конечностей	Горнорабочие, кровельщики, каменщики, мостовщики, паркетчики; формовщики, огнеупорщики; работники локомотивных бригад. Вальцовщики леса, обрубщики сучьев, раскряжевщики и треловщики леса, работающие в сильно заболоченных местах и др.
Острые и хронические заболевания кожи (дерматиты, экземы, токсикодермии), поражения фолликулярного аппарата, изъязвления токсические, меланодермии	а) систематическое соприкосновение с раздражающими веществами (скипидар, лаки, растворители, растительные и минеральные масла; хлорированные углеводороды, соединения мышьяка, хрома; кислоты, щелочи, эпоксидные смолы, пеки каменноугольные и нефтяные, соединения бериллия, полистироловые смолы и др.)	Маляры, лакировщики, полировщики, сборщики, отделочники мебельного производства; станочники, хромошники, травильщики. Работники химических, химикофармацевтических производств, соприкасающиеся с указанными раздражающими веществами. Рабочие, занятые на зачистке нефтеналивных судов. Рабочие цементных, асбестоцементных, асбестошиферных производств; асфальтировщики. Сельскохозяйственные работники, имеющие контакт с ядохимикатами

	б) соприкосновение с sensibilizing веществами (никель, урсол, фтор, бериллий, динитрохлорбензол, скипидар; антибиотики; синтетические и натуральные смолы; формалин, новокаин, аминазин, витамины; соединения хрома, ртути, органические красители, тифен, синтетические и натуральные каучуки, капролактамы, пыльстекловолокна и др.)	Никелировщики, рабочие, занятые на электролизе никеля. Пропитчики, аппаратчики, красильщики. Рабочие фармацевтической и микробиологической промышленности, аптечные работники. Заготовщики красильных и химических растворов; дубильщики кожевенной и кожсырьевой промышленности и др.
	в) воздействие различных видов ионизирующего излучения	Лица, подвергающиеся воздействию ионизирующих излучений (персонал радиологических отделений и лабораторий, обслуживающий установки с рентгеновскими экранами, проводящий дозиметрические исследования, занятый металлорентгенографированием, извлечением алмазов при помощи рентгеновских установок, гаммадефектоскопией и др.)
	г) систематическое соприкосновение с холодной или горячей водой	Рыбаки, стиральщики белья, красильщики; кокономотальщики, рабочие торфоразработок, лесосплава, мойщики различной посуды (производственной), плодов и овощей
Лучевая болезнь (различные ее формы): а) хроническая лучевая болезнь	Систематическое воздействие ионизи-	Работники, соприкасающиеся в своей

Наименование болезни	Условия работы и производственные вещества	Примеры профессий и производств, в которых данная болезнь встречается преимущественно или исключительно
	рующего излучения в дозах, превышающих предельно допустимые дозы для профессионального облучения	работе с различными источниками ионизирующего излучения
б) острая лучевая болезнь	Однократное или кратковременное массивное воздействие внешнего ионизирующего излучения или поступление внутрь организма значительных количеств радиоактивных веществ и их соединений	Тоже
в) острая местная радиационная травма тканей (радиационные ожоги)	Внешнее локальное воздействие проникающего излучения, аппликационное воздействие радиоактивных веществ	»
Заболевания, вызванные воздействием радиоволн	Воздействия электромагнитных полей СВЧ, УВЧ, ВЧ	Работники, систематически подвергающиеся воздействию электромагнитных волн различных диапазонов в радиовещании, радиометеорологии, телевидении, радиосвязи, медицине, при термической обработке металлов, диэлектриков и др.
Катаракта	а) систематические воздействия лучистой энергии значительной интенсивности (инфракрасное, УФ-излучение) (последнее при наличии глубо-	Сварщики. Автогонщики. Рабочие у металлургических, обжигательных печей; нагревательные в кузнечно-прессовом производстве; стеклодувы.

	кого повреждения роговицы); рентгеновское излучение, гамма-излучение, нейтроны, электромагнитные поля СВЧ, УВЧ, ВЧ, излучение оптических квантовых генераторов	Работники, подвергающиеся воздействию ионизирующего излучения, электромагнитных полей. Рабочие на обработке металлов, нагретых до белого цвета, и др.
	б) систематическое воздействие нитросоединений бензола, нафталина	Работники, систематически соприкасающиеся с нитросоединениями бензола, нафталином
Электроофтальмия	Воздействие УФ-излучения	Работы, связанные с газо- и электросваркой и в условиях интенсивного ультрафиолетового излучения
Прогрессирующая близорукость	Работа, требующая постоянного напряжения зрения при различении мелких предметов с близкого расстояния	Проборщики основы, граверы; микро-СКОПИСТЫ, стереофотограмметриСТЫ, спектроскописты. Картографы, стереопографы. Контролеры-приемщики плодоизделий. Просмотрщики медицинских препаратов и инъекционных растворов в ампулах и флаконах и др.
Конъюнктивиты, кератиты, кератоконъюнктивиты	Воздействие раздражающих веществ (сероводорода, диметилсульфата, пека, малеинового ангидрида, хинонов, антибиотиков и органических растворителей, пыли стекловолокна, волосяной пыли и др.)	Рабочие прядильных и красильных цехов, вязального, сульфат-целлюлозного производства, скорняки; работники, длительно соприкасающиеся с химическими веществами раздражающего действия
Хронические рецидивирующие ларингиты, <<истинные узелки певцов>>	Систематическое напряжение голосовых складок в течение длительного времени	Певцы, учителя, дикторы и др.

СЛОВАРЬ ОПРЕДЕЛЕНИЙ И ТЕРМИНОВ

Абиотический фактор — фактор, включающий компоненты и явления неживой неорганической природы (климат, свет, давление и т.д.), прямо или косвенно воздействующие на организмы.

Адаптация - способность организма приспосабливаться к меняющейся среде обитания (окружающей среде).

Аддитивное действие- совместное действие факторов (веществ) равно сумме эффектов действия каждого в отдельности.

Адекватный - равный, соответствующий.

Аклиматизация - приспособление человека к новым непривычным климатагеографическим условиям.

Аллерген - фактор, способный, повысив чувствительность организма к себе, вызвать аллергию.

Аллергия — состояние измененной реактивности организма в виде повышения его чувствительности к повторным воздействиям каких-либо веществ или компонентов собственных тканей; в ее основе лежит иммунный ответ, протекающий с повреждением.

Антагонизм - противостояние, противоположность.

Антропогенные факторы- факторы окружающей среды (среды обитания), возникновение которых обусловлено деятельностью человека, вызывающей изменение природных комплексов.

Астения- состояние организма, характеризующееся повышенной утомляемостью, частой сменой настроения, раздражительностью, общей слабостью, слезливостью, расстройством чувствительности и сна.

Атеросклероз — болезнь, характеризующаяся липидной инфильтрацией (наполнением) внутренней оболочки артерий с последующим развитием в их стенке соединительной ткани, клинически проявляющейся общими и местными расстройствами кровообращения.

Аудиометрия — измерение остроты слуха и порогов его восприятия с помощью аудиометра.

Аэрозоль - дисперсная система, представляющая собой газ или смесь газов, в которой взвешены твердые (пыль) или жидкие частицы.

Бактерия - одноклеточный микроорганизм, обладающая свойствами вызывать развитие заболевания.

Биоритм - самоподдерживающийся автономный процесс периодического чередования состояний организма и колебаний интенсивности физиологических процессов и реакций.

Биосфера - оболочка Земли, состав, структура и энергетика которой обусловлены прошлой или современной деятельностью живых организмов.

Биотипология - наука о социальном развитии человека и его предрасположенности к заболеваниям, зависящим исключительно от совокупности его физиолого-психических свойств.

Биотический фактор - совокупность влияний жизнедеятельности организмов на жизнедеятельность других и на неживую природу.

Болезнь - нарушение нормальной жизнедеятельности организма, которое характеризуется ограничением приспособляемости и пониженным трудоспособности.

Вакцинация- метод создания активного иммунитета против инфекционной болезни путем введения вакцины в организм.

Вегетативная нервная система — часть нервной системы организма, регулирующая обмен веществ, деятельность внутренних органов и систем.

Вирус - иклеточная форма жизни, обладающая свойствами вызывать развитие заболевания.

Внутренняя среда организма — совокупность жидкостей (кровь, лимфа, тканевая жидкость), принимающих непосредственное участие в процессах обмена веществ и поддержания постоянства жизнедеятельности организма.

Вредное вещество - вещество, способное при определенных условиях воздействовать на организм, вызывая заболевание общего характера, профессиональное заболевание, производственно обусловленное заболевание и другие отклонения в здоровье человека и его потомства.

Гигиена — наука, изучающая влияние факторов окружающей среды (среды обитания) на здоровье человека, его работоспособность и продолжительность жизни, разрабатывающая нормативы, требования и санитарные мероприятия по оздоровлению населенных мест, улучшению условий жизни и деятельности человека.

Гигиеническое нормирование - установление пределов интенсивности и продолжительности воздействия на организм человека факторов окружающей среды (среды обитания).

Гиперакузия — восприятие всех звуков резкими, вызывающими тягостные ощущения.

Гиперосмия — болезненное обострение обоняния.

Гипоксия -кислородное голодание организма.

Гомеостаз - динамическое саморегулируемое постоянство внутренней среды и функций организма в условиях внутренних раздражителей и влияния среды обитания (внешней среды).

Демография - наука, изучающая численность и структуру населения и процессы его движения и воспроизводства в целях социально-экономического развития общества, оценки состояния здоровья населения.

Диатоз - медицинское заключение о состоянии здоровья обследуемого, об имеющемся заболевании (травме), о причине смерти, выраженное в официальном названии болезни (травмы).

Дифракция — рассеяние потока микрочастиц атомами кр сталлов и др., приводящее к образованию пространственно чередующейся интенсивности рассеянного пучка.

Доминанта- основной признак, важнейшая составляющая часть чего-либо, а в медицине - господствующий очаг возбуждения в центральной нервной системе, тормозящий деятельность других нервных центров.

Донозологическая диагностика - установление заболевания до развития его начальных признаков.

ДУ (ПДК) - допустимый уровень (предельно допустимая концентрация) токсичных элементов, соединений и ядохимикатов в продуктах, мг/кг, не представляющий опасность для здоровья.

Заболеваемость - медико-статистический показатель распространенности (совокупности) многих или отдельных заболеваний.

Заболевание - болезнь отдельного человека.

Загрязненность окружающей среды - гигиеническая характеристика окружающей среды (среды обитания), определяемая уровнями содержания в ней различных веществ, попадающих в нее в результате деятельности человека и способных представить угрозу здоровью населению.

Здоровье - состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов (устав ВОЗ).

Иммунитет - невосприимчивость организма к инфекционным и неинфекционным агентам и веществам.

Инвалидность - стойкая нетрудоспособность - постоянная или длительная, полная или частичная потеря трудоспособности, причинами которой могут быть заболевания (общие и профессиональные), травмы.

Интерполяция - нахождение по ряду данных значений функции ее промежуточных значений.

Интерференция - взаимное усиление или ослабление электромагнитных, звуковых и других волн при их наложении друг на друга.

Инттоксикация - отравление, вызванное общим действием на организм ядовитых (токсических) веществ внешнего или внутреннего происхождения.

Канцерогенное (онкогенное) вещество - фактор, обладающий способностью вызвать возникновение онкологического заболевания (рака).

Кумуляция - накопление биологически активного вещества или выходяемых им эффектов при повторных воздействиях веществ, факторов на организм.

Лимитирующий признак вредности - признак вредности загрязняющих воздух, воду и почву веществ, определяющий преимущественный характер неблагоприятного воздействия и характеризующийся наименьшей безвредной концентрацией вещества в среде.

Лимитирующий фактор - экологический фактор, наиболее удаленный от своего оптимального значения и ограничивающий жизнедеятельность организма.

Листок нетрудоспособности (больничный лист) - финансовый и юридический документ, регистрирующий и удостоверяющий временную нетрудоспособность человека вследствие болезни, травмы, беременности, родов, карантина, санитарно-курортного лечения, ухода за больным и выходяемый лечебно-профилактическим учреждением.

Медицина труда - наука, изучающая в совокупности условия труда и состояние здоровья работников.

Метеолабильность - повышенная чувствительность организма к смене климата и погоды, особенно у лиц, страдающих хроническими заболеваниями, при переутомлении, выражающаяся в ухудшении самочувствия и течения заболеваний.

Мониторинг - постоянное наблюдение за каким-либо процессом, в частности за оценкой состояния окружающей среды и состояния здоровья населения.

Мутагенез - процесс возникновения естественно или искусственно вызываемой мутации, т. е. внезапного и стойкого изменения наследуемых признаков.

Некроз - необратимое прекращение жизнедеятельности тканей какой-то части организма.

Нозологическая форма болезни - определенная болезнь, выделенная на основе причины, механизма возникновения, с характерной клинической картиной.

Нормативный акт - это документ (федеральный закон, указ Президента, стандарт, санитарные нормы и пр.), обязательный для исполнения.

Нормирование гигиеническое - процесс установления безвредных (безопасных) для человека уровней воздействия вредных факторов среды обитания.

Обращаемость за медицинской помощью - количественная характеристика обращений населения за медицинской помощью в лечебно-профилактические учреждения, один из показателей заболеваемости.

ОБУВ (ВДК) - ориентировочный безопасный уровень воздействия (временно допустимая концентрация) в воздухе, установленный расчетным путем.

ОДУ (ВДК) - ориентировочно допустимый уровень (временно допустимая концентрация) в воде, установленный расчетным путем.

Окружающая среда - совокупность оппонентов природной среды, природных и природно-антропогенных и антропогенных (созданных человеком) объектов.

Осмотр (медицинский) - врачебное освидетельствование состояния здоровья человека.

Отравление - см. Интоксикация.

Патология - наука, изучающая закономерности возникновения и развития болезней, отдельных патологических процессов и состояний.

Преморбидное состояние (предболезнь) - состояние организма на грани здоровья и болезни, могущее перейти в выраженную форму какой-либо болезни или закончиться выздоровлением.

Природная среда (природа) - совокупность природных (земли, недр, почвы, вод, воздуха, растений, животных и других организмов) и природно-антропогенных (созданных человеком) объектов.

Производственная среда - совокупность физических, химических, биологических, психофизиологических вредных и опасных факторов, воздействующих на человека в процессе его трудовой деятельности.

Реабилитация - комплекс медицинских и социальных мероприятий, направленных на восстановление или компенсацию нарушенных функ-

щий организма, а также социальных функций и трудоспособности больных и инвалидов.

Реактивность — свойство организма отвечать определенным образом на воздействие каких-либо факторов окружающей и внутренней среды.

Ревеберация — процесс постепенного затухания звука в помещениях после прекращения действия его источника, обусловленный повторными отражениями звуковых волн от различных поверхностей.

Резистентность — сопротивляемость, устойчивость организма к воздействию различных повреждающих его факторов.

Репродукция (размножение, воспроизводство) — процесс, присущий всем организмам воспроизводить себе подобных особей.

Рефлекс — ответ организма на раздражение, осуществляемое при участии центральной нервной системы.

Риккетсии — род микроорганизмов, вызывающих возникновение некоторых инфекционных заболеваний (например, сыпного тифа).

Риск — вероятность возникновения какого-либо события, в частности, ущерба здоровью человека.

Санитария — совокупность практических мероприятий, направленных на осуществление требований санитарных норм и правил, гигиенических нормативов и других нормативных актов.

Селитебная зона — часть территории населенного пункта, занятая жилыми зданиями, спортивными сооружениями, зелеными насаждениями и местами кратковременного отдыха населения, а также предназначенная для их размещения в будущем.

Сенсибилизация — повышение чувствительности организма или отдельных его систем и органов к воздействию факторов окружающей или внутренней среды.

Сенсорная система — система, преобразующая поступающую информацию в сигнал, специфичный для ее каналов связи (например, звук в электрические импульсы).

Симптом — признак болезни или патологического состояния.

Синдром — совокупность признаков болезни, объединенных единым механизмом развития, а иногда и отдельное заболевание или его стадия развития.

Синергизм — совместное, сочетанное действие веществ, факторов, взаимно усиливающее эффект действия каждого из них.

Смертность — убыль населения в связи со смертью, которая оценивается по особым коэффициентам.

Соматический — признак (сома — это тело, представляющее совокупность всех клеток организма); в медицине — это признак какого-либо телесного заболевания.

Спазм — произвольное сокращение мышц, не сопровождающееся немедленным расслаблением.

Среда обитания человека — пространство, в котором осуществляется вся жизнедеятельность человека.

Стресс — состояние напряжения реактивности организма, возникающее при действии чрезвычайных внешних и внутренних причин и проявляющееся в виде адаптационного синдрома.

Тератогенное действие — свойство вредных факторов вызывать нарушения в организме, приводящие к возникновению аномалий (отклонений) развития плода.

Токсикология — наука, изучающая повреждающие организм свойства химических веществ и соединений и разрабатывающая методы диагностики отравлений (интоксикации).

Травма — телесное повреждение целостности и функции тканей (органа) в результате внешнего воздействия.

Урбанизация — социально-демографический процесс, характеризующийся ростом численности городского населения и увеличением количества и величины городов.

Фактор — причина какого-либо процесса, явления, существенного обстоятельства в каком-то процессе, явлении или увеличивающая вероятность их возникновения (например, ухудшения здоровья).

Фотооксиданты — соединения, продукты, обладающие свойствами фотохимических реакций, протекающих в загрязненном воздухе под влиянием ультрафиолетового солнечного излучения, и повреждающим организм действием.

Экологическое нормирование — нормирование любого антропогенного воздействия на экосистему в пределах ее экологической емкости, не приводящей к нарушению механизмов саморегуляции; основные критерии при определении экологической нагрузки: не нарушение биотического баланса, стабильности и разнообразия экосистемы.

Экология — наука о взаимоотношениях организмов друг с другом и окружающей средой, в том числе природы и человека, разрабатывающая мероприятия по оптимизации их взаимодействия.

Экспозиция (воздействие) — контакт организма человека с химическим, физическим или биологическим агентом. Под оценкой экспозиции понимают определение выраженности, частоты, продолжительности и путей воздействия изучаемых факторов окружающей среды.

Экстраполяция — метод изучения явления, заключающийся в распространении выводов, полученных из наблюдения над одной частью явления на другую его часть.

Эмпирический — основанный на опыте.

Эндемия — постоянное наличие в данной местности заболеваний людей определенной болезнью, обусловленное природными и другими условиями.

Эпидемия — показатель интенсивности заболеваемости определенной инфекционной болезнью, значительно превышающий обычный ее уровень на данной территории.

Эпизоотия — заболеваемость животных инфекционной болезнью, значительно превышающая ее обычный уровень на данной территории.

Эритема — гиперемия (краснота) ограниченного участка кожного покрова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев С. В., Усенко В. Р.* Гигиена труда.- М.: Медицина, 1988.- 576 с.
- Алиева З. А., Нестеров А. П., Скрипченко З. М.* Профессиональная патология органа зрения.- М.: Медицина, 1988.- 288 с.
- Артамонова В. Г., Шаталов Н. Н.* Профессиональные болезни. - М.: Медицина, 1996.- 432 с.
- Профессиональная заболеваемость в Ленинграде- Санкт-Петербурге за 15 лет (1982-1996 гг.) / И. В. Бойко, Ю. А. Петрук, Ф. А. Иванова и др.; Под ред. Н. С. Шляхецкого, В. М. Ретнева.- СПб.: Тест-Принт, 1998.- 52 с.
- Вольфовская Р. Н.* Предварительные и периодические медицинские осмотры рабочих. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Медицина, 1974. — 176 с.
- Вредные вещества в промышленности: Справочник для химиков, инженеров и врачей / Под ред. Н. В. Лазарева, Э. Н. Левиной. -Л.: Химия, 1976.- 592 с.
- Вредные вещества в промышленности. Органические вещества: новые данные с 1974 по 1984 г.: Справочник; Под общ. ред. Э. Н. Левиной, И. Д. Гадаскиной. -Л.: Химия, 1985. -464 с.
- Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов 1-IV групп: Справочное изд. / Под ред. В. А. Филова и др. -Л.: Химия, 1988. — 512 с.
- Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов V- VIII групп: Справочное изд. / Под ред. В. А. Филова и др. — Л.: Химия, 1989. — 592 с.
- Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества: Справочное изд. /Под ред. В. А. Филова и др. -Л.: Химия, 1990. -464 с.
- Вредные химические вещества. Углеводороды. Галогенпроизводные углеводородов: Справочное изд. / Под ред. В. А. Филова и др. -Л.: Химия, 1990. — 732 с.
- Гигиена: Учебник. — 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. акад. РЛМН Г. И. Румянцев.- М.: ГЭОТЛР-МЕД, 2001.-608 с.
- Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса: Руководство.- М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999.- 192 с.
- Грацианская Л. Н., Фролова М. А., Юркевич А. Я.* Социально-трудовая и медицинская реабилитация больных профессиональными заболеваниями.- М.: Медицина, 1978.- 128 с.
- Пособие по периодическим медицинским осмотрам рабочих промышленных предприятий / Э. А. Дрочигина, А. М. Рашевская, М. В. Евгенова и др.- М.: Медгиз, 1961.- 288 с.
- Измеров Н. Ф., Лебедева Н. В.* Профессиональная заболеваемость.- М.: Медицина, 1993. — 224 с.
- Профессиональные заболевания / Н. Ф. Измеров, А. М. Монаенкова, Л. А. Тарасова и др.; Под ред. Н. Ф. Измерова.- М.: Медицина, 1996.- 366 с.
- Руководство. Физические факторы. Эколого-гигиеническая оценка и контроль / Измеров Н. Ф., Суворов Г. А., Куралесин Н. А. и др. В 2 т. Т. 1.- М.: Медицина, 1999.- 326 с.
- Руководство. Физические факторы. Эколого-гигиеническая оценка и контроль / Н. Ф. Измеров, Г. А. Суворов, Н. А. Куралесин и др. В 2 т. Т. 2.- М.: Медицина, 1999.- 440 с.
- Косарев В. В.* Профессиональная заболеваемость медицинских работников.- Самара: ЗЛЮ «Парус», 1998.- 200 с.
- Котельников Г. П., Косарев В. В., Аршин В. В.* Профессиональные заболевания опорно-двигательной системы от функционального напряжения.- Самара: ЗЛЮ «Парус», 1997.- 164 с.
- Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы. ГН 2.2.5.687-98. - М.: Минздрав России, 1998.
- Остапович В. Е., Брофман А. В.* Профессиональные заболевания ЛОР-органов. — М.: Медицина, 1982. — 288 с.
- Первая помощь и лечение при острых промышленных интоксикациях / Сост. Н. Н. Савицкий. -Л.: Медицина, 1983. — 216 с.
- Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы. ГН 2.2.5.686-98.- М.: Минздрав России, 1998.- 208 с.
- Предельно допустимые уровни (ПДУ) загрязнения кожи рук работающих с вредными веществами. Гигиенические нормативы. ГН 2.2.5.563-96 // Токсикологический вестник. — 1996. -NQ 6. -С. 41-44.
- Раннее выявление профессиональных болезней. — Женева: ВОЗ, 1988.- 298 с.
- Профессиональные болезни / В. Я. Шустов, Е. А. Маврина, А. Г. Ольховская и др.; Под ред. Н. Ф. Измерова. -Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1980. — 296 с.
- Металлоаллергозы / Ж. Ж. Рапопорт, А. В. Рошин, В. Г. Веселов, В. М. Рубанович; Под ред. Ж. Ж. Рапопорта. -Красноярск: Изд-во Красноярского ун-та, 1987. — 176 с.
- Руководство к практическим занятиям по гигиене труда: Учебное пособие / Под ред. В. Ф. Кириллова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Медицина, 2001. — 400 с.
- Руководство о порядке проведения предварительных и периодических медицинских осмотров работников и медицинских регламентах допуска к профессии / Под ред. В. М. Ретнева, Н. С. Шляхецкого. — СПб.: СПб МЛПО, 2001. — 360 с.
- Руководство по гигиене труда: В 2 т.- М.: Медицина, 1987.- Т. 1 — 368 с, Т. 2 — 448 с.
- Селицкий Г. Д., Стоянов Б. Д.* Профилактика профессиональных дерматозов.- М.: Медицина, 1981.- 271 с.
- Смулевич В. Б.* Профессия и рак.- М.: Медицина, 2000.- 384 с.

Справочник по профессиональной патологии / Под ред. Л. Н. Грацианской, В. Е. Ковшило. - Л.: Медицина, 1981. - 376 с.

Федорович С. В., Филонов В. П., Соколов С. М. Профессиональные аллергии. - Барановичи, 1998. - 100 с.

Фридлянд И. Г. Медицинские осмотры работающих при вредных условиях труда. - М.: Медгиз, 1963. - 300 с.

Окружающая среда и здоровье: подход к оценке риска. А. П. Щербо, А. В. Киселев, К. В. Некриенко и др. - СПб.: СПб МАПО, 2002. - 376 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

От авторов	3
Введение.....	5
Глава 1. Взаимосвязь человека с окружающей средой (средой обитания).....	7
1.1. Здоровье как важнейший фактор жизнедеятельности человека.....	7
1.2. Состояние здоровья населения.....	17
1.3. Основы законодательства по безопасности жизнедеятельности человека.....	26
Глава 2. Адаптация человека к условиям окружающей среды (среды обитания).....	30
2.1. Характеристика процессов адаптации.....	30
2.2. Общие принципы и механизмы адаптации.....	32
2.3. Общие меры повышения устойчивости организма.....	35
Глава 3. Научные основы гигиенического нормирования факторов окружающей среды (среды обитания).....	38
3.1. Законы и закономерности гигиены.....	38
3.2. Влияние загрязнения среды обитания на здоровье населения.....	45
3.3. Принципы гигиенического нормирования.....	60
Глава 4. Физиологические основы трудовой деятельности.....	72
4.1. Физиология труда.....	72
4.2. Психология труда.....	82
Глава 5. Медико-биологическая характеристика особенности воздействия на организм человека факторов окружающей среды.....	89
5.1. Физические факторы.....	89
5.1.1. Метеорологические условия (микроклимат).....	93
5.1.2. Виброакустические факторы.....	106
5.1.3. Неионизирующие излучения.....	125
5.1.4. Излучения оптического диапазона.....	141
5.1.5. Ионизирующее излучение.....	163
5.2. Химические факторы.....	174
5.2.1. Пыль.....	188
5.3. Биологические факторы.....	196
5.4. Психофизиологические факторы.....	201
5.4.1. Физические нагрузки.....	201
5.4.2. Нервно-психические нагрузки.....	208
Глава 6. Профилактическая токсикология.....	217
6.1. Общие сведения о токсичности веществ.....	217

6.1.1. Определение, понятия, цели и задачи токсикологии ...	217
6.1.2. Классификация вредных химических веществ.....	220
6.1.3. Пути поступления, распределения и проявления действия вредных химических веществ.....	224
6.1.4. Факторы, влияющие на токсичность химических соединений.....	228
6.1.5. Кумуляция химических соединений и адаптация к их воздействию.....	232
6.1.6. Методы детоксикации.....	234
6.2. Токсикометрия.....	237
6.2.1. Параметры токсичности и опасности вредных химических веществ.....	237
6.2.2. Этапы гигиенической оценки химических соединений.....	243
6.3. Действие комплекса вредных факторов окружающей среды.....	247
Приложения	261
1. Риск возникновения различных заболеваний при воздействии факторов окружающей среды.....	261
2. Список основных профессиональных заболеваний, утвержденных Министерством здравоохранения и медицинской промышленности РФ в 1996 г.....	264
3. Вещества, продукты, производственные процессы и факторы с доказанной для человека канцерогенностью.....	277
Словарь определений и терминов.....	278
Список литературы.....	284



Занько Наталья Георгиевна — кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии, автор более 60 печатных работ, в том числе 10 учебных пособий.



Ретнев Владимир Михайлович — доктор медицинских наук, профессор кафедры медицины труда Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования, заслуженный деятель науки РФ, автор 580 печатных работ, из которых 24 монографии.

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ISBN 5-7695-1509-0



9 785769 515095

Издательский центр «Академия»