

Московский
государственный
горный
университет



РЕДАКЦИОННЫЙ

С О В Е Т

Председатель

Л.А. ПУЧКОВ

Зам. председателя

Л.Х. ГИТИС

Члены редсовета

И.В. ДЕМЕНТЬЕВ

А.П. ДМИТРИЕВ

Б.А. КАРТОЗИЯ

М.В. КУРЛЕНЯ

В.И. ОСИПОВ

Э.М. СОКОЛОВ

К.Н. ТРУБЕЦКОЙ

В.В. ХРОНИН

В.А. ЧАНТУРИЯ

Е.И. ШЕМЯКИН

ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

*директор МГГУ,
чл.-корр. РАН*

*директор
Издательства МГГУ*

академик РАЕН

академик РАЕН

академик РАЕН

академик РАН

академик РАН

академик МАН ВШ

академик РАН

профессор

академик РАН

академик РАН

К.З. Ушаков
Н.О. Каледина
Б.Ф. Кирин
М.А. Сребный

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕ- ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Под редакцией профессора,
заслуженного деятеля науки и техники
Российской Федерации К.З. Ушакова*

Издание 2-е, стереотипное

*Рекомендовано Министерством
образования и науки Российской Федерации
в качестве учебника для студентов высших учебных
заведений, обучающихся по направлению
«Горное дело»*

**Высшее
горное
образование**



МОСКВА
ИЗДАТЕЛЬСТВО МОСКОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА
2005

УДК 622:522.7+622.86
ББК 65.9(2028+65.9(2)249
У 93

Книга соответствует

«Гигиеническим требованиям к изданиям книжным для взрослых СанПиН 1.2.1253-03», утвержденным Главным государственным санитарным врачом России 30 марта 2003 г.

Рецензенты:

- кафедра Охраны труда и окружающей среды Государственной академии нефти и газа им. М.И. Губкина;
- академик МАНЭБ, д-р. техн. наук, профессор Московского государственного университета путей сообщения В.В. Дьяков

Ушаков К.З., Каледина Н.О., Кирин Б.Ф., Сребный М.А.

У 93 **Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов /**
Под ред. К.З. Ушакова. — 2-е изд., стер. — М.: Издательство
Московского государственного горного университета, 2005.
— 429 с.: ил.

ISBN 5-7418-0401-2 (в пер.)

Изложены основные понятия и определения, связанные с окружающей человека средой обитания. Дана характеристика среды обитания в целом, бытовой и производственной сред в частности. Рассмотрены основные факторы среды обитания, опасные природные явления, их причины, закономерности проявления и меры защиты. Изложены медико-биологические основы защиты жизнедеятельности человека.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Горное дело».

УДК 622:522.7+622.86
ББК 65.9(2028+65.9(2)249

ISBN 5-7418-0401-2

- © К.З. Ушаков, И.О. Каледина, Б.Ф. Кирин, М.А. Сребный, 2000, 2005
- © Издательство МГГУ, 2000, 2005
- © Дизайн книги. Издательство МГГУ, 2000, 2005

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	9
ВВЕДЕНИЕ	10
Часть I	
СРЕДА ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА.....	21
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	23
2. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СРЕДА	30
2.1. Общие сведения	30
2.2. Классификации	36
2.3. Травматизм и заболеваемость как результат воздействия на человека производственной среды	39
2.4. Взаимосвязь производственной среды, производственной деятельности человека и природы	41
3. БЫТОВАЯ СРЕДА	44
3.1. Общие положения.....	44
3.2. Классификации	45
3.3. Особенности бытовой среды	46
3.4. Неблагоприятные факторы бытовой среды.....	49
3.5. Взаимосвязь бытовой среды, природы и производственной деятельности человека.....	50
4. ОПАСНЫЕ И ВРЕДНЫЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ	52
4.1. Общие положения.....	52
4.2. Климатические факторы среды обитания	60
4.2.1. Характеристика климатических факторов	60
4.2.2. Механизм и характер действия климатических факторов на человека	62
4.2.3. Нормирование воздействий климатических факторов на человека	65
4.2.4. Причины появления неблагоприятных климатических факторов в окружающей среде	68
4.2.5. Способы и средства нормализации производственного микроклимата.....	70
4.2.6. Средства индивидуальной защиты	76
4.3. Вредные и опасные вещества.....	76
4.3.1. Общие вопросы производственной токсикологии	76
4.3.2. Классификации вредных веществ	79
4.3.3. Механизм действия вредных веществ на организм человека	80
4.3.4. Характер действия вредных веществ на человека	88
4.3.5. Предельно допустимые концентрации	90
4.3.6. Вредные вещества в горном производстве.....	92
4.3.7. Способы и средства борьбы с вредными веществами.....	98
4.3.8. Производственная пыль	100
4.3.9. Горючие и взрывчатые вещества	106

4.4. Высокие и низкие температуры.....	109
4.4.1. Ожоги термические	110
4.4.2. Тепловой удар.....	111
4.4.3. Охлаждение организма	111
4.4.4. Источники высоких температур	113
4.4.5. Профессии, связанные с работами в экстремальных температурных условиях	117
4.4.6. Защита человека от воздействия экстремальных температур.....	119
4.5. Освещение	120
4.5.1. Общие сведения	120
4.5.2. Основные светотехнические характеристики	123
4.5.3. Освещение естественное и искусственное	126
4.5.4. Виды производственного освещения.....	127
4.5.5. Осветительные приборы.....	129
4.5.6. Нормирование освещенности	132
4.5.7. Принципы расчета освещенности.....	137
4.6. Водная среда	139
4.6.1. Значение водной среды для жизнедеятельности человека	139
4.6.2. Использование водной среды в процессе жизнедеятельности: опасности, вредности	141
4.6.3. Природные опасные проявления водной среды	147
4.7. Механические колебания	151
4.7.1. Действие шума на организм человека	160
4.7.2. Ультразвук	164
4.7.3. Инфразвук	166
4.7.4. Вибрация	167
4.8. Электрический ток.....	170
4.8.1. Действие электрического тока на организм человека	171
4.8.2. Факторы, определяющие поражающее действие электрического тока на человека.....	174
4.8.3. Условия поражения человека электрическим током.....	179
4.8.4. Способы и средства защиты от вредного воздействия электрического тока.....	188
4.9. Электромагнитные поля	201
4.9.1. Общие сведения	201
4.9.2. Действие электромагнитных полей на организм человека	206
4.9.3. Лазерные излучения	214
4.10. Ионизирующие излучения	219
4.10.1. Общие положения.....	219
4.10.2. Механизм воздействия и последствия облучения человека ионизирующими излучениями.....	226
4.10.3. Основы радиационного контроля.....	228
4.10.4. Защита от ионизирующего облучения	240
5. ОСНОВНЫЕ ОПАСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В СРЕДЕ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА.....	252
5.1. Общие замечания.....	252
5.2. Классификации	253
5.3. Землетрясения	255
5.3.1. Основные характеристики землетрясений	255

5.3.2. Механизм тектонического землетрясения.....	260
5.3.3. Землетрясения на территории стран СНГ.....	266
5.3.4. Прогнозирование и защита от землетрясений.....	267
5.4. Цунами	271
5.5. Циклоны.....	273
5.5.1. Основные характеристики циклонов.....	273
5.5.2. Разрушения, жертвы, ущерб.....	278
5.5.3. Теория возникновения циклонов.....	281
5.5.4. Прогноз и меры безопасности.....	290
5.6. Сели	292

Часть II

ОХРАНА ЧЕЛОВЕКА В ПРОЦЕССЕ ТРУДА.....	299
6. ПРАВОВЫЕ И НОРМАТИВНЫЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ТРУДА.....	301
6.1. Законодательство об охране труда. Подзаконные акты об охране труда	301
6.2. Нормы, правила и инструкции по охране труда	306
6.2.1. Общие положения	306
6.2.2. Средства индивидуальной защиты.....	307
6.2.3. Нейтрализующие средства и профилактические меры.....	308
6.2.4. Льготы и компенсации, установленные за неблагоприятные условия труда.....	310
6.2.5. Охрана труда женщин.....	311
6.2.6. Охрана труда молодежи	313
6.2.7. Охрана труда лиц с пониженной трудоспособностью.....	314
6.3. Надзор и контроль за соблюдением законодательства об охране труда (нормативные документы государственного надзора министерств и ведомств).....	314
7. МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ, ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ТРУДА.....	319
7.1. Структурно-функциональная организация человеческого организма.....	319
7.2. Виды трудовой деятельности человека	320
7.2.1. Режимы труда и отдыха.....	325
7.2.2. Реабилитационные воздействия.....	326
7.3. Характеристика умственного труда	327
7.4. Профессиональная пригодность человека	328
7.5. Психологические аспекты охраны труда	332
7.5.1. Инертность и некритичность мышления.....	334
7.5.2. Коллективная психология	335
7.5.3. Формирование трудового коллектива	336
7.5.4. Инженерная психология	337
7.6. Эргономика	340
7.6.1. Психофизиологические основы эргономики	342
7.6.2. Требования и нормы эргономики	343
7.6.3. Эргономика и охрана труда	344
8. ЗАЩИТА ЧЕЛОВЕКА В ПРОЦЕССЕ ТРУДА.....	348
8.1. Основные понятия, определения и классификации	348
8.2. Охрана труда как система.....	352
8.3. Система и принципы защиты человека в процессе труда.....	355

8.3.1. Общие положения	355
8.3.2. Нормирование условий труда	358
8.3.3. Исключение неблагоприятных факторов	361
8.3.4. Нейтрализация вредностей и опасностей в источниках их возникновения	362
8.3.5. Опасные зоны	364
8.3.6. Защита расстоянием	368
8.3.7. Защитные экраны	371
8.3.8. Защита временем	372
8.3.9. Дополнительные способы и средства технической защиты	373
8.3.10. Заключительные замечания	374
9. ОСНОВЫ ТЕОРИИ БЕЗОПАСНОСТИ	375
9.1. Общие сведения	375
9.2. Причина и причинитель несчастного случая	378
9.3. Методы анализа травматизма	379
9.3.1. Технические методы анализа	379
9.3.2. Статистические методы анализа	382
9.3.3. Вероятностный метод анализа	390
9.3.4. Области применения существующих методов анализа травматизма	397
9.4. Методы прогнозирования условий труда и конструирования производства по фактору безопасности	398
9.4.1. Прогнозирование условий труда на предприятии	398
9.4.2. Принципы конструирования производства по фактору безопасности	400
10. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ТРУДА	403
10.1. Социальные последствия неблагоприятных условий труда	403
10.2. Формирование производственных бригад	404
10.3. Трудовое воспитание, укрепление дисциплины	405
10.4. Рациональное использование внерабочего и свободного времени	406
10.5. Социальное планирование на предприятии	407
10.6. Труд женщин, несовершеннолетних и лиц с пониженной трудоспособностью	409
10.7. Реабилитация инвалидов труда	411
10.8. Социально-экономическая эффективность мероприятий по охране труда	412
10.9. Экономический механизм управления системой социальной защиты трудящихся	415
10.10. Экономические основы повышения уровня охраны труда	419
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	423
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	424

«Безопасность жизнедеятельности» – новая дисциплина в системе вузовской подготовки. Ее чтение в Московском государственном горном университете (МГГУ) ведется с 1993/94 учебного года. В основу чтения легла программа дисциплины "Безопасность жизнедеятельности", утвержденная в МГГУ. Учебник имеет межотраслевой характер и может быть использован для любой инженерной специальности.

Учебник подготовлен коллективом преподавателей кафедры аэрологии и охраны труда МГГУ. Введение, разд. 1, 4.1, 5, 8 и 9 написаны профессором К.З. Ушаковым, разд. 2 и 3 – профессорами К.З. Ушаковым и М.А. Сребным, разд. 4.2 – профессором С.В. Сластуновым, разд. 4.3 – доцентом О.В. Скопинцевой, разд. 4.4 – доцентами В.И. Дремовым и В.М. Карповым, разд. 4.5 – профессором А.А. Форсюком, разд. 4.6 – профессорами Н.В. Ножиным, В.И. Филипповым, разд. 4.7, 4.9 и 7 – профессором Б.Ф. Кириным, разд. 4.8 – доцентом В.Д. Косаревым, разд. 4.10 – профессором С.Ю. Ерохиным, разд. 6 – доцентом Т.Е. Бужигаевой, разд. 10 – профессором Н.О. Калединой.

Большую помощь при подготовке учебника к изданию оказали доценты В.М. Карпов и К.С. Коликов, а также старший преподаватель А.Л. Захаров, инженеры Е.М. Левшина и А.В. Банникова.

Авторы будут признательны за все замечания, направленные на улучшение учебника.

Редактор

*профессор, заслуженный деятель
науки и техники РФ*

К.З. Ушаков

Человек в течение всей своей жизни окружен объектами материального мира, составляющими *материальную среду обитания человека*, или *окружающую человека среду*. Она состоит из неодушевленных (земля, вода, растения, здания, орудия труда и др.) и одушевленных (люди, животные и др.) объектов.

Содержание среды обитания зависит от места, времени и условий. Среда обитания человека в южных районах страны отличается от таковой в северных районах вследствие различия климатических условий. В то же время сам климат меняется во времени, температура атмосферного воздуха – в течение года и суток. Особенно важны различия сред обитания человека в быту и на производстве. При этом если различие сред обитания в разных местах земного шара воздействует на данного человека лишь при смене им места пребывания, что происходит не так часто, если временные изменения природной среды обычно протекают медленно и поэтому их влияние на конкретного человека в общем невелико, то изменение среды обитания с бытовой на производственную и обратно происходит для большого числа людей ежедневно. Эти изменения могут быть весьма существенными. Например, условия бытовой среды шахтеров в большинстве случаев близки к комфортным, а условия их производственной среды, как правило, опасны и изобилуют многими вредными факторами. Поэтому при изучении условий существования человека и особенно условий безопасности его жизнедеятельности различают бытовую и производственную среды обитания. *Бытовая среда обитания* определяется условиями пребывания человека в своем жилище, на лоне природы (отдых, работа на подсобных участках и др.), в общественных местах, на улицах, в транспорте и пр., если это не связано с выполнением человеком его служебных обязанностей. *Производственная среда обитания* определяется условиями труда человека на производстве, в организации, учреждении. В большинстве случаев условия производственной среды менее благоприятны для человека, чем бытовой. Однако в ряде случаев воздействие на человека некоторых факторов этих двух сред может быть близким или тождественным. Например, воздействие солнеч-

ной радиации на горнорабочего карьера близко к таковому для человека, отдыхающего под солнцем в тех же широтах и при одинаковых погодных условиях.

В процессе жизнедеятельности человека среда обитания оказывает на него определенное воздействие. Например, атмосферный воздух может нагревать или охлаждать человеческий организм, падающий предмет может причинить травму. Длительные воздействия окружающей среды одного характера в конечном итоге вызывают определенные изменения в организме человека, и под их воздействием человек приспосабливается к окружающей среде, изменяясь физиологически и психологически. В свою очередь человек сам оказывает влияние на среду обитания, например создавая искусственные водоемы, превращая природные луга в возделываемые поля, насаждая или вырубая леса, часто загрязняя атмосферный воздух. В итоге все факторы окружающей среды делятся на *природные, или естественные*, и созданные человеком, *антропогенные, или искусственные*.

Взаимодействие человека с окружающей его средой может приводить к положительным или отрицательным последствиям для человека. Приспособление человека к условиям среды обитания, его физическое и интеллектуальное развитие являются, несомненно, положительным результатом такого взаимодействия. В то же время воздействие элементов окружающей среды может привести к нарушениям в человеческом организме или вызвать ощущение дискомфорта, что должно рассматриваться как отрицательный результат взаимодействия. Следует отметить, что разделение последствий упомянутых воздействий на положительные и отрицательные для человека является в определенной степени условной. Например, травмирование является отрицательным результатом для пострадавшего. Однако изученный и приобщенный к другим подобным случаям травматизма, рассматриваемый случай внесет пусть небольшой, но дополнительный вклад в общую сумму человеческих знаний о предупреждении несчастных случаев, что уберет других людей от подобных травм. Развитие человеческого интеллекта – безусловно, положительный результат взаимодействия человека с его средой обитания. Но оно же создало ядерное оружие, могущее поставить человечество на грань существования.

Факторы окружающей среды, оказывающие отрицательное воздействие на человека, называются *неблагоприятными факторами*. Все неблагоприятные факторы можно разделить на две

группы: факторы *опасные* и факторы *вредные*. К опасным относятся факторы, воздействие которых на человека приводит к травмам, т.е. к нарушению целостности тканей и органов тела человека. К вредным относятся факторы, воздействие которых на человека вызывает заболевания, т.е. расстройство здоровья, а также снижение работоспособности человека или ощущение им дискомфорта.

Проявление и воздействие на человека факторов окружающей среды могут быть *обыкновенными*, т.е. встречающимися постоянно, привычными для человека, и *необыкновенными*, встречающимися редко, непривычными для человека, или *чрезвычайными*. Например, окружающая среда обычно действует на человека в сравнительно узком диапазоне температур, среднее значение которых составляет около 0 °С. Однако при пожарах человек может оказаться под воздействием весьма высокой температуры, во много раз превышающей обычные ее значения. Пожары встречаются сравнительно редко, они не обычны для повседневной жизни человека и поэтому могут рассматриваться как чрезвычайные проявления температурного фактора окружающей среды. Чрезвычайные проявления факторов окружающей среды создают чрезвычайные ситуации. *Чрезвычайные ситуации* характерны, во-первых, необычными значениями соответствующих факторов. Так, в приведенном примере с пожаром это высокие значения температуры воздуха, при обрушении горных пород – высокие скорости их сдвижения, при взрыве метана – высокие давления и температуры. Во-вторых, чрезвычайные ситуации характерны в большинстве случаев быстрым развитием во времени (взрывы, землетрясения, ураганы и пр.). Они могут быть, подобно всем опасным и вредным факторам окружающей среды, природного и антропогенного происхождения. Чрезвычайные ситуации особо опасны для человека. Защита от них и ликвидация их последствий требуют особой организации поведения человека, особенностью которой являются предварительная подготовка и быстрое реагирование. В России для борьбы с такими явлениями создано Министерство по чрезвычайным ситуациям.

Среда обитания всегда хранит в себе опасности для человека, которые реализуются при определенных условиях. Иными словами, среда обитания *потенциально опасна* для человека. Взаимодействие человека со средой обитания может создать такие условия, при которых потенциальная опасность среды превратится в реальную опасность для человека. Например, на

земле все материальные тела находятся под действием силы тяжести. Последняя определяет тенденцию этих тел перемещаться в направлении к центру земли. Однако эта тенденция далеко не всегда реализуется, для этого необходимы определенные условия. Так, слагающие кору земли горные породы хотя и находятся под действием силы тяжести, но обычно пребывают в состоянии покоя. Действующая на них сила тяжести уравновешивается силой опорного давления, возникающей как реакция давления вышележащих слоев пород на нижележащие. В этом состоянии возможность перемещения пород по вертикали (сдвигения, обрушения), а следовательно, и опасности для человека, связанные с таким перемещением, находятся в потенции. Если же создаются условия, при которых сила опорного давления уменьшается или исчезает вовсе, начинается движение горных пород по вертикали вниз. Такие условия могут быть созданы, в частности, при проведении горных выработок. Если при этом сила опорного давления крепи окажется меньше силы тяжести пород кровли, произойдет разрушение крепи и обрушение вышележащих пород. В результате потенциальная опасность силы тяжести перейдет в реальную.

Превращения потенциальной опасности в реальную происходят постоянно. Если человек оказывается не защищенным от воздействия на него реальной опасности, он травмируется или заболевает. Травматизм и заболевания как результат взаимодействия со средой обитания свойственны всем живым существам. Они сопровождали и человека в течение всей его истории. Существование отдельного человека, групп людей и целых народов, в конечном итоге – всего человечества, зависит от того, насколько они защищены от опасных воздействий среды обитания. Таким образом, потенциальная опасность среды обитания обуславливает наличие *объективной необходимости* обеспечения безопасности человека в процессе его жизнедеятельности.

Из сказанного следует, что в процессе жизнедеятельности человек должен принимать меры для своей защиты от неблагоприятных факторов окружающей среды. Меры эти разнообразны. Они должны защищать человека как в быту, так и на работе. Они должны охранять человека как от травм, так и от заболеваний. Они должны соответствовать характеру деятельности человека. Иными словами, это должен быть *комплекс* специальных мероприятий, адекватный неблагоприятному воз-

действию окружающей среды. От того, насколько такой комплекс совершенен, т.е. насколько полно и эффективно он защищает человека, зависит степень безопасности жизнедеятельности человека в данных окружающих условиях.

Очевидно, что комплекс защитных мер зависит от условий окружающей среды. В быту эти меры существенно зависят от климатических условий, в процессе труда – от его характера и условий трудовой деятельности человека. Разработка и использование мер, которые защищают человека в процессе труда, составляют содержание человеческой деятельности, называемой *охраной труда*.

Охрана труда – важнейшая составная часть безопасности жизнедеятельности человека. Она включает в себя широкий спектр мероприятий по защите человека: правовые и нормативные документы, медико-биологические и санитарно-гигиенические меры защиты человека, технику безопасности, социально-экономические вопросы охраны труда.

Важная составная часть комплекса защитных мероприятий – охрана окружающей человека среды. Ею занимается наука, называемая *экологией*.

На рис. В.1 изображена структурная схема той области человеческой деятельности, которая носит название "безопасность жизнедеятельности". Как видно, она состоит из трех взаимосвязанных разделов: "охрана человека в быту", "охрана человека в процессе труда" и "охрана окружающей среды (экология)". Охрана труда в свою очередь состоит из правовых, медико-биологических и санитарно-гигиенических мероприятий, социально-экономических мер защиты человека, а также техники безопасности, являющейся основной частью охраны труда.

Безопасность жизнедеятельности развивалась параллельно с развитием человеческого общества. Можно предположить, что в первобытном обществе ее основным содержанием была защита от неблагоприятных природных факторов, прежде всего климатических. Трудовая деятельность человека в этот период состояла в основном из охоты на диких животных, а охрана труда заключалась в обеспечении безопасности человека путем создания и совершенствования орудий охоты (топоры, копья и др.) и ее методов (коллективная охота и др.). Постепенно трудовая деятельность человека становится более разнообразной и появляются новые опасности. Следует отметить

опасности, связанные с применением огня, роль которого в процессе трудовой деятельности человека резко возрастает, и опасности, связанные с добычей полезных ископаемых. Уже в каменном веке человек в поисках камня для орудий труда начал опускаться под землю, выкапывая все более глубокие ямы, которые со временем превратились в подземные выработки. Одновременно должна была развиваться и открытая добыча полезных ископаемых (стройматериалов и др.). Основные опасности здесь состояли в обрушении горных пород и в опасном изменении атмосферы подземных выработок. Соответственно этим опасностям развиваются меры по безопасному обращению с огнем (защита человека от непосредственного воздействия огня, защита от пожаров), появляется крепление горных выработок, появляются первые способы их вентиляции. Раскопки древних серебряных рудников в Испании показали, что уже в то время (около 2000 лет назад) рудники имели специальные выработки для их проветривания.



Рис. В.1. Структурная схема безопасности жизнедеятельности

Начиная с первых подземных разработок и по настоящее время горное дело является наиболее опасным видом трудовой деятельности человека, что связано с постоянным перемещени-

ем мест ведения работ, изменчивостью геологических условий, опасными изменениями атмосферы подземных выработок. Последний фактор всегда имел особое значение при подземных разработках, поскольку он является фактором *коллективного воздействия* на рабочих. При хорошем состоянии подземной атмосферы обеспечивалась коллективная безопасность рабочих по этому фактору, при плохом – наступали опасные изменения в здоровье рабочих, возникали опасности взрывов газов. Поэтому не случайно уже в наиболее древних трудах по истории техники (Плиний Старший, Римская империя, I в.) описывались способы вентиляции подземных разработок. В труде чешского историка Агриколы по горному делу и металлургии (XVI в.) отдельный том был посвящен вентиляции рудников.

Опасность воздействия огня наиболее сильно проявилась в пожарах. Периодически возникали буквально опустошительные пожары, уничтожавшие целые города и приводившие к многочисленным человеческим жертвам. Так, в средние века Москва, тогда сплошь деревянная, выгорала полностью или в значительной своей части примерно каждые 30 лет. Основным направлением борьбы с пожарами в это время становится строительство в городах кирпичных зданий вместо деревянных. На Руси такой переход начался в XV–XVI вв. со строительства каменных церквей, в которых пожары возникали особенно часто от горящих свечей. С XVI в. появляются первые каменные жилые постройки в Москве. В более поздний период в городах начинают создаваться специальные подразделения по борьбе с пожарами – пожарные команды, давшие начало аналогичным специальным государственным службам. В России пожарная охрана была учреждена в начале XIX в.

С развитием и умножением человеческого общества все более заметную роль в безопасности жизнедеятельности начинают играть чрезвычайные ситуации. Очевидно, наиболее ранним видом чрезвычайных ситуаций были пожары, упомянутые выше. Со временем люди научились бороться с пожарами и все более значимыми в их жизни стали явления природного характера, такие, как извержения вулканов (достаточно вспомнить гибель Помпеи), землетрясения (землетрясение 1923 г. в Японии унесло жизни 140 тыс. человек), наводнения, сели, ураганы и др. В то же время развитие человеческого общества приводит ко все более частому появлению антропогенных чрезвычайных ситуаций. К ним следует отнести аварии на атомных электро-

станциях и химических предприятиях, связанные с выбросом в атмосферу большого количества радиоактивных и ядовитых веществ, взрывы газа, пыли и пожары в шахтах, катастрофы на транспорте.

Особую опасность для человечества представляют войны. Опасность войн заключается не только в возможной гибели значительного числа людей, но и в их опасных экологических последствиях, связанных с развитием современных видов оружия массового поражения. Предупреждение войн является особой проблемой безопасности жизнедеятельности человека.

Следует отметить роль научно-технического прогресса в развитии безопасности жизнедеятельности и особенно в развитии охраны труда. С развитием науки и техники улучшаются условия жизни людей. Условия бытовой и производственной среды становятся все более здоровыми и безопасными прежде всего за счет средств автоматизации, производств с замкнутым циклом, безопасных технологий, разработки более эффективных в отношении безопасности машин и материалов. Все это – прямой результат развития науки и техники. Однако следует отметить, что научно-технический прогресс ставит и новые проблемы в области безопасности человека. Они связаны с внедрением атомной энергии, повышением силовых параметров производственных процессов, увеличением энергонасыщенности быта и производства. Эти проблемы следует своевременно предвидеть и решать, что еще раз подчеркивает важность деятельности, направленной на обеспечение безопасности человека.

Практически всегда человек в той или иной степени оказывал отрицательное воздействие на окружающую природную среду. Результаты этого воздействия со временем приобрели настолько большие масштабы, что стали угрожать дальнейшему развитию человечества. Это породило новую социальную проблему – охрану окружающей человека среды. Одновременно с этой проблемой появилась и занимающаяся ею новая наука – экология, изучающая взаимосвязь живых организмов между собой, между ними и окружающей средой.

Безопасность жизнедеятельности как область научной и инженерной деятельности человека является межатраслевой дисциплиной. Ее требования и рекомендации используются во всех отраслях промышленности, в сельском хозяйстве, на транспорте, в строительстве и в связи.

Целью безопасности жизнедеятельности как науки является разработка научных основ и практических рекомендаций оп-

тимального поведения человека в мире опасностей. В процессе достижения этой цели безопасность жизнедеятельности устанавливает общие закономерности и делает выводы, применимые для большого числа жизненных ситуаций, а также дает конкретные решения по их применению в отдельных частных случаях. Если в первой части необходимы знания прежде всего фундаментальных естественных и социальных наук (физики, химии, биологии, математики, психологии, экономики и др.), то во второй части центр тяжести исследований перемещается в область технических наук и специальных (технологических) дисциплин. Безопасность жизнедеятельности как наука в равной степени зависит от отмеченных двух групп наук: если фундаментальные науки дают методологическую основу для получения обобщенных закономерностей в области безопасности жизнедеятельности, то специальные технологические дисциплины дают конкретный материал для таких обобщений.

Из сказанного следует, что дисциплина "Безопасность жизнедеятельности" должна изучаться на заключительном этапе подготовки бакалавра, после изучения общенаучных, социальных и основных специальных дисциплин.

Следует отметить, что дисциплина "Безопасность жизнедеятельности" имеет профилактический характер. В ней рассматриваются преимущественно вопросы предупреждения опасного и вредного воздействия окружающей среды на человека. Вследствие особой специфики вопросов лечение человека от полученных от такого воздействия среды болезней изучается в специальных медицинских дисциплинах, а спасение людей, застигнутых авариями и катастрофами на производстве, рассматривается в дисциплинах по безопасности, хотя, по существу, все эти дисциплины рассматривают деятельность человека в области обеспечения здоровых и безопасных условий его существования, т.е. являются частью дисциплины "Безопасность жизнедеятельности".

Основы безопасности жизнедеятельности должен знать каждый человек независимо от возраста и рода деятельности. В полном объеме знание законов, требований и рекомендаций безопасности жизнедеятельности необходимо специалистам всех видов и уровней – рабочим и служащим, инженерно-техническим работникам, ученым, руководителям предприятий, объединений, министерств и ведомств, поскольку они ежедневно в быту и на работе сталкиваются с проблемой обеспечения

своей безопасности и сохранения своего здоровья, поскольку многие из них ответственны за обеспечение безопасности и здоровья руководимых ими коллективов, поскольку безопасность жизнедеятельности как научная дисциплина дает решение возникающих при этом вопросов.

В дисциплине "Безопасность жизнедеятельности", естественно, невозможно рассмотреть все вопросы обеспечения безопасности человека. В ней дается прежде всего обобщение полученных в этой области знаний. Рекомендации же по обеспечению безопасности деятельности человека в конкретных производственных ситуациях, при эксплуатации отдельных машин и установок, по безопасной организации конкретных технологических процессов рассматриваются (или должны рассматриваться) в специальных технологических дисциплинах.

Дисциплина "Безопасность жизнедеятельности" предназначена для подготовки бакалавров. Этим объясняется ее технический университетский характер. При подготовке инженеров на базе бакалавров предусмотрено изучение цикла специальных дисциплин по безопасности производства, что следует рассматривать как продолжение и конкретизацию дисциплины "Безопасность жизнедеятельности".

И обобщенные знания, излагаемые в дисциплине "Безопасность жизнедеятельности", и конкретные знания по безопасности производства, излагаемые в специальных технологических дисциплинах, и знания, излагаемые в специальных дисциплинах по безопасности, являются составными частями единой области человеческой деятельности, имеющей приоритетное значение в жизни человека, – безопасности жизнедеятельности.

СРЕДА ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

1. Общие положения
2. Производственная среда
3. Бытовая среда
4. Опасные и вредные факторы
среды обитания
5. Основные опасные явления
в среде обитания человека

Часть I

Средой обитания человека называется материальный мир, окружающий человека и воздействующий на него. В широком смысле, имея в виду взаимосвязь происходящих в мире процессов, средой обитания человека является вся Вселенная. Однако такое ее толкование, правильное в научном смысле, затрудняет изучение среды обитания и малопродуктивно в практическом отношении из-за очень большого числа подлежащих учету факторов. К тому же многие теоретически существующие факторы оказываются весьма мало значимыми для конкретных условий деятельности человека. Поэтому на практике *под средой обитания* будем понимать *совокупность факторов материального мира, оказывающих существенное влияние на человека в процессе его жизнедеятельности*.

Например, основными элементами среды обитания являются окружающие человека леса, поля, земная поверхность, водоемы, атмосферный воздух, солнечное излучение, коллектив людей, в котором человек живет и работает (условия на рабочем месте часто воздействуют на человека более активно, чем факторы бытовой среды, и могут быть повышенной опасности или вредности), а также повышенные уровни шума, эмоциональное напряжение и некоторые другие.

Среда обитания воздействует на человека прежде всего *материально*: теплом солнечных лучей, влагой дождя, газовым составом атмосферного воздуха и т.п. В то же время значительная часть жизнедеятельности человека протекает в *интеллектуальной* сфере: он общается с другими людьми, читает, посещает театры, смотрит телевизионные передачи. Воздействия, получаемые в процессе интеллектуальной деятельности, не менее важны для современного человека, чем материальные воздействия среды обитания. Они учитываются при анализе и формировании условий труда и отдыха человека. Интеллектуальная деятельность человека является особой формой его взаимодействия с окружающим материальным миром. В совре-

менном обществе среда обитания воздействует на человека также и *социально*. Социальное положение человека во многом определяет условия его трудовой деятельности и быта. Социальные условия жизнедеятельности человека зависят как от его социального положения в обществе, так и от места данного общества в системе мировой цивилизации. Например, условия труда рабочего в среднем более тяжелые и опасные, чем условия труда служащего. В то же время условия труда рабочего одной и той же профессии в высокоразвитой стране более благоприятны, чем в стране слаборазвитой.

И интеллектуальная, и социальная сферы среды обитания человека являются продуктами окружающего человека материального мира и вне последнего не существуют. Как известно, эта концепция – первичности материи – лежит в основе материалистической философии.

Процесс сосуществования человека и среды его обитания двусторонний: среда обитания воздействует на человека, человек в свою очередь воздействует на среду обитания. Взаимодействие это неравнозначно. Если воздействие среды обитания определяет не только условия труда и быта, но и развитие человека и человеческого общества в целом, то воздействие человека на среду обитания в историческом плане менее значимо. До недавнего времени оно было вообще мало заметно. Однако в последние десятилетия в связи с интенсификацией научно-технического прогресса последствия воздействия человека на среду обитания стали весьма ощутимы. В значительной степени они имеют негативный характер: загрязняются воздушный и водный бассейны, уменьшаются запасы полезных ископаемых, меняются ландшафт и даже климат, повышаются эмоциональные нагрузки на человека, что влечет за собой развитие соответствующих заболеваний. В то же время *воздействия человека на среду обитания объективно необходимы*. Они необходимы прежде всего для *поддержания самого существования человека*, что обеспечивается соответствующей добычей пищи, топлива, строительных и других материалов. Эти воздействия невелики в количественном отношении, хотя с увеличением населения планеты их масштабы растут. Воздействия человека на окружающую среду необходимы также и для *улучшения условий его жизни*. И по масштабам абсолютных изменений в среде обитания, и по темпам роста эти воздействия значительно превосходят воздействия, вызываемые необходимостью обеспечения простого существования человека. В основном они являются причи-

ной существенных отрицательных изменений в среде обитания, вызываемых человеческой деятельностью. Эти изменения в настоящее время стали настолько значительными, что оказались сравнимы с выгодами, полученными человеком за их счет в улучшении условий существования. Последнее привело к разработке специальных государственных и международных программ, направленных на охрану окружающей человека среды.

Следует отметить, что среди воздействий человека на окружающую среду важное место занимает его деятельность по созданию здоровых и безопасных условий жизни и особенно условий труда. Эта деятельность абсолютно необходима. По своей важности она занимает второе место после деятельности человека по обеспечению своего существования.

В итоге необходимо констатировать следующее. Во-первых, человек и окружающая его среда находятся во взаимосвязи. С развитием человеческого общества масштабы воздействия человека на окружающую среду прогрессивно возрастают. Во-вторых, воздействие человека на окружающую среду порождает в ней факторы, искусственно создаваемые человеком, или антропогенные факторы окружающей среды. Следовательно, окружающую человека среду можно представить как состоящую из природных и антропогенных факторов.

Для системного представления окружающей человека среды важна классификация входящих в нее факторов. В научном отношении имеет значение классификация факторов по их происхождению. Такая классификация позволяет вскрыть причины появления отдельных факторов, более глубоко проникнуть в их сущность, делать научные обобщения. В то же время для разработки практических мер обеспечения безопасности жизнедеятельности человека важна классификация факторов окружающей среды по условиям их проявления и воздействию на человека. Она исходит из того, что воздействие окружающей среды на человека зависит от конкретных условий, в которых находится человек. Меры защиты человека должны соответствовать этим условиям и характеру воздействия их на человека. Рассмотрим эти классификации.

Классификация факторов окружающей среды по их происхождению. По этой классификации все факторы окружающей среды делятся на природные и антропогенные.

Все природные факторы можно разделить на две большие группы: геогенные и космогенные, или земного и космического происхождения.

К геогенным факторам относится большинство факторов окружающей среды, имеющих реальное значение для человека. Это

факторы геологического, гидрологического, аэрологического и биологического происхождения. К *геологическим* относятся факторы, связанные с землей и с происходящими с ней и на ней процессами. К ним, например, относятся тепловое излучение земли, землетрясения, вулканическая деятельность, обвалы в горах. К геологическим факторам относится создаваемое землей магнитное поле. *Гидрологические* факторы связаны с воздействием на человека водной среды: океанов и морей, рек, озер и др. К *аэрологическим* факторам следует отнести газовый состав земной атмосферы, температуру атмосферного воздуха, атмосферное давление, скорость и направление ветра, облачность, атмосферные осадки, содержание в атмосфере естественной пыли и дыма. *Биологические* факторы связаны с деятельностью живой природы. Это факторы животного и растительного происхождения: зеленый покров земли, микробиологическая среда, насекомые, птицы, звери, обитатели водоемов.

К *космогеинным факторам* относятся факторы, воздействующие на человека из-за пределов земли и ее воздушной оболочки (атмосферы). К ним прежде всего следует отнести солнечное излучение. Сюда же относится воздействие на Землю космических тел, различного рода космические излучения. К космогенным факторам относится расположение звезд на небосводе, помогающее человеку ориентироваться в пространстве.

Антропогенные факторы окружающей среды, или факторы, рожденные деятельностью человека, по своему характеру делятся на материальные, интеллектуальные (психологические) и социальные.

К *материальным факторам* относятся изменения, вызываемые человеком в природной среде (изменения ландшафта, загрязнение природной среды, создание искусственных водоемов и др.), материальные условия быта и трудовой деятельности. К *интеллектуальным факторам* относятся все факторы, связанные с умственной деятельностью человека. Это его творческая деятельность (наука, искусство и др.), познавательная (получение информации в процессе обучения, при чтении и др.), эмоциональная деятельность (развлечения, воздействие искусств, общение с другими людьми и т.п.). *Социальные факторы* проявляются в процессе взаимодействия человека с обществом. К ним относятся уровень жизни, общественное положение человека и др.

Рассмотренная классификация факторов окружающей среды представлена на рис. 1.1.

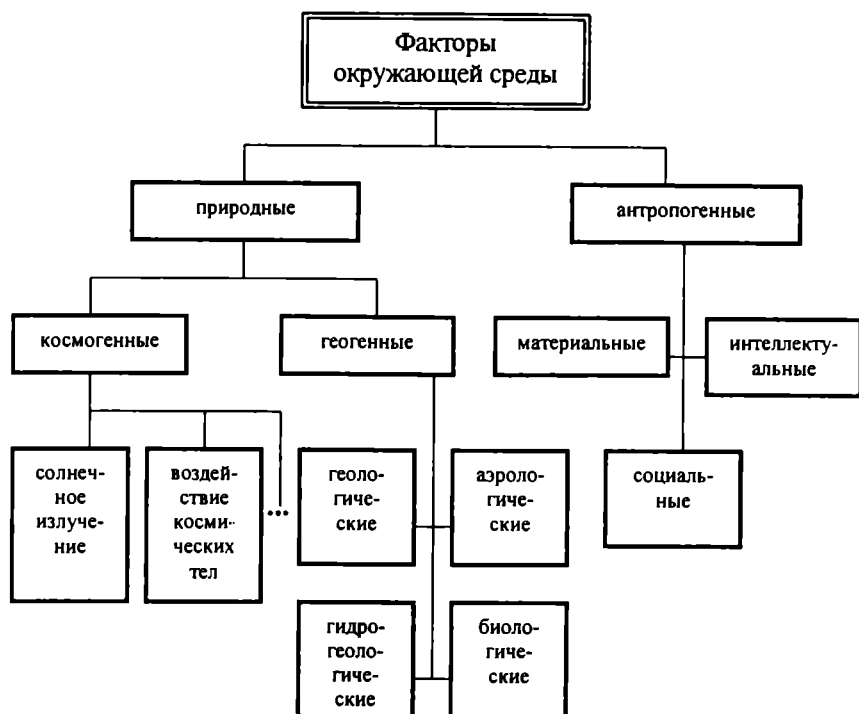


Рис. 1.1. Классификация факторов окружающей среды по их происхождению

Классификация факторов окружающей среды по условиям их проявления. При этой классификации все условия окружающей среды делятся на бытовые и производственные. Соответственно различают *бытовые* и *производственные* факторы окружающей среды. И те, и другие могут быть *физического, химического, биологического, интеллектуального* и *социального* характера (рис. 1.2). Принципиального различия в действии этих факторов на человека в быту или на производстве нет. Например, действие электрического тока на человека в быту аналогично таковому на производстве. Отличие заключается в основном в количественных характеристиках их проявления (вероятность, сила, масштабы воздействия). В среднем действие на человека факторов производственной среды более опасно и вредно, чем факторов бытовой среды. Вызывается это в основном более высокими параметрами факторов (более высокое напряжение в

электрических сетях, более высокие концентрации вредных газов и др.), а также спецификой условий производства (более высокий ритм деятельности человека, стесненность пространства и т.п.). В ряде случаев в условиях производства на человека действуют факторы, не характерные или вовсе не свойственные для бытовой среды (не свойственные бытовой среде опасные и вредные вещества, излучения, например лазерное, взрывообразно протекающие процессы и др.).

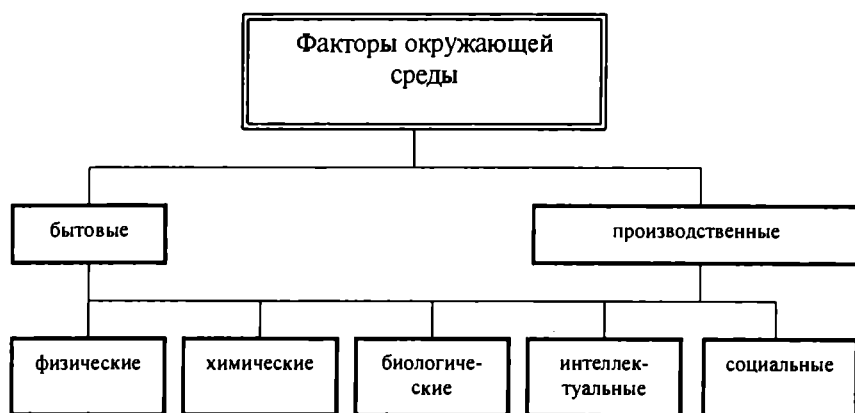


Рис. 1.2. Классификация факторов окружающей среды по условиям их проявления и характеру воздействия

Следует отметить, что человек более свободен в быту в выборе путей своего поведения, позволяющих избежать или ослабить неблагоприятное воздействие факторов окружающей среды, чем на производстве. Человек во время отдыха может при необходимости укрыться от палящих лучей солнца под навесом, однако работающий в поле, на открытых горных работах и т.п. часто лишен такой возможности; человек может построить свое жилище вдали от водоемов, чтобы водная стихия ему не угрожала, однако моряки и люди им подобных профессий всегда подвержены ее угрозе.

Более опасные и тяжелые условия производственной среды требуют отдельного и более детального рассмотрения.

Классификация факторов окружающей среды по характеру их воздействия на человека. При этой классификации факторы

окружающей среды делятся на *жизненно необходимые, нейтральные, вредные и опасные* (рис. 1.3). Следует отметить определенную условность такого деления, состоящую в том, что один и тот же фактор в зависимости от условий его проявления может переходить из одной группы данной классификации в другую. Так, водная среда жизненно необходима для человека, однако избыточные ее проявления вредны и даже опасны. Более подробно об этом см. в разд. 4.6.

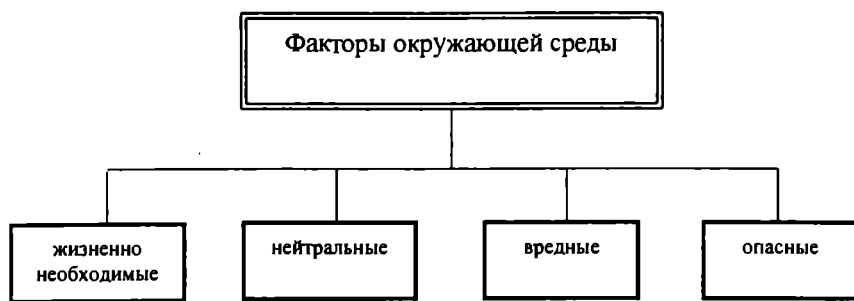


Рис. 1.3. Классификация факторов окружающей среды по характеру их воздействия на человека

В заключение обратим внимание на два обстоятельства. Прежде всего отметим *взаимосвязь факторов*. Все факторы окружающей среды взаимосвязаны; речь может идти лишь о степени этой связи. Например, геогенный фактор "зеленый покров земли" имеет сильную связь с космогенным фактором "солнечное излучение". В то же время солнечное излучение оказывает весьма слабое влияние на условия работы в шахте. Часто действие одного фактора вызывает действие других факторов. Например, усиление инсоляции (облучения солнцем) земной поверхности летом может вызвать засухи, приводящие к лесным пожарам, неурожаю и другим последствиям. Отметим также, что проявление факторов окружающей среды обычно имеет *комплексный характер*. На человека одновременно действуют земная атмосфера, тепловое излучение земли, ее магнитное поле, социальная обстановка и др.

2.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Производственная среда является частью среды обитания человека и поэтому все сказанное ранее о среде обитания вообще относится и к производственной среде в частности. Конкретизируя определение среды обитания на случай производственной среды, можно сказать, что *производственной средой является совокупность факторов материального мира, оказывающих существенное влияние на человека в процессе трудовой деятельности*¹.

Подобно среде обитания вообще, производственная среда состоит из совокупности естественных, или природных, факторов и антропогенных факторов.

Непременным условием существования производственной среды является производственная деятельность человека. Прекращение производственной деятельности человека рано или поздно приведет к исчезновению производственной среды. Прекращение работ в карьере через некоторое время превратит карьер в часть природного ландшафта; он частично будет засыпан наносами, покроется растительностью, может заполниться водой и стать озером. Прекращение эксплуатации любого здания в конечном итоге приведет к его разрушению и исчезновению как такового. Отмеченное обстоятельство является частным случаем общей закономерности: условием существования антропогенных факторов окружающей среды является деятельность человека, направленная на их поддержание. Иными словами, если *совокупность природных факторов окружающей среды вечна*, речь может идти лишь об исчезновении одних факторов и появлении других, то *совокупность антропо-*

¹ Под трудовой, или производственной, деятельностью человека здесь и далее будем понимать деятельность, направленную на удовлетворение жизненно важных потребностей человека. Трудовая деятельность человека может осуществляться как в рамках социальных структур (заводы, шахты, учреждения), так и в индивидуальном хозяйстве.

генных факторов – явление временное; длительность существования этой совокупности определяется длительностью существования человеческого общества. Конечно, прекращение трудовой деятельности человека в данной производственной среде не приводит к исчезновению ее природных элементов. Последние, естественно, сохраняются. Однако сохраняются они в новом качестве: не как элементы производственной среды, а как элементы природы. Например, солнечные лучи в кабинете ученого являются элементом его производственной среды. Если здание, в котором находится кабинет, по каким-то причинам будет разрушено, солнечные лучи будут продолжать заполнять тот элемент пространства, который когда-то был кабинетом, они не исчезнут. Однако качество их уже станет иным: они превратятся в элемент природы.

Так же, как в среде обитания вообще, и в производственной среде можно выделить материальную, интеллектуальную и социальную сферы; к ней в полной мере относятся классификации, представленные на рис. 1.1, 1.2 и 1.3; факторы производственной среды взаимосвязаны, а их проявления имеют комплексный характер. Однако производственная среда имеет и свои существенные особенности. Рассмотрим основные из них.

Выше отмечалось, что воздействие факторов производственной среды на человека в общем более *агрессивно*, чем факторов бытовой среды. Данное обстоятельство, а также тот факт, что в условиях производственной среды человек проводит значительную часть своего времени, требуют разработки специальных мер защиты человека, а следовательно, и специального изучения условий производственной среды.

В производственной среде *возрастает роль антропогенных факторов*. Современное производство основано на применении созданных человеком машин. Оно в большой степени осуществляется в созданных человеком закрытых помещениях, где влияние на человека климатических условий минимально; часто аналогичные условия человек создает себе и при работе вне помещений. В условиях производственной среды особенно развита созданная человеком защита от неблагоприятного воздействия окружающей среды. Наконец, именно производственная деятельность человека вызывает основные изменения в окружающей природе.

Современная производственная среда механизирована и автоматизирована. *Механизация и автоматизация* производства – одно из основных условий развития человеческого обще-

ства на современном этапе. Механизация и автоматизация производственной деятельности человека облегчают его труд, делают условия труда более здоровыми и безопасными путем вывода человека из вредных и опасных зон производства. Велико значение механизации и автоматизации в деле повышения производительности труда и его экономических показателей, в конечном итоге улучшающих условия жизни людей. Однако механизация и автоматизация могут оказывать на человека и отрицательное воздействие. Обычно они сопровождаются интенсификацией производственных процессов, а это связано с повышением напряженности труда и стоимости ошибки в управлении технологическими процессами. Увеличение скоростей производственных процессов, связанное с механизацией и автоматизацией, само по себе опасно для человека. Механизация и автоматизация обычно влекут за собой увеличение энергопотребления (энергонасыщенности производства), что также имеет свои опасные последствия.

Характерной особенностью современной производственной среды является ее высокая *энергетическая насыщенность*, степень которой быстро растет. Это проявляется прежде всего в высоких мощностях производственных установок (высокие единичные мощности установок). Растут мощности транспортных средств (автомобилей, локомотивов, самолетов), энергетических установок электростанций, забойного оборудования горных предприятий и т.п. Повышаются параметры энергоносителей (давление пара в котлах, электрическое напряжение в шахтах и пр.). Растет скорость технологических процессов, что также увеличивает потребление энергии. Все это приводит к увеличению расхода энергии на одного работающего на производстве.

Рост энерговооруженности предприятий имеет для человека двоякое значение. С одной стороны, он облегчает труд человека. Увеличение потребления энергии может быть частично использовано и используется для защиты человека от неблагоприятного воздействия производственной среды (автоматизация производственных процессов, кондиционирование атмосферы, лучшее освещение и т.п.). С другой стороны, рост энерговооруженности обычно увеличивает потенциальную опасность производства. Такого увеличения может и не произойти, если адекватно росту энерговооруженности применяются меры, нейтрализующие его опасность. Однако далеко не всегда это удастся осуществить по техническим и экономическим причи-

нам. Например, значительное увеличение напряжения в шахтных электросетях (с 380 до 660 В и 1140 В) требует существенного улучшения их изоляции, что практически означает полную замену кабельного хозяйства и многих электроустановок. Очевидно, что это приведет к остановке добычных участков и потере добычи шахты, что экономически нецелесообразно, а также к значительным расходам на переоснащение электрического хозяйства шахты. Кроме того, для такого переоснащения потребуется дополнительное количество цветных металлов, изоляционных материалов и др., что, вполне возможно, окажется не под силу существующим мощностям производящих их предприятий. Наконец, выход из-под контроля энергии с высокими параметрами более опасен для человека.

Современная производственная среда характерна высокой насыщенностью оборудованием, приводящей к стесненности условий труда. Процесс насыщения производственных площадей (и объемов) оборудованием протекает не всегда монотонно. В ряде случаев насыщенность оборудованием временно уменьшается из-за применения новых, менее габаритных установок. Однако, имея в виду общую стесненность пространств, в которых развивается человеческое общество, а также высокие темпы его развития, можно предположить, что в целом эта тенденция в предстоящий период сохранится. Увеличение насыщенности производства оборудованием в большинстве случаев связано с его механизацией и автоматизацией, роль которых рассмотрена выше. Однако в ряде случаев это насыщение происходит вследствие экстенсивного увеличения производства, т.е. простого увеличения выпуска продукции на старых площадях без существенного роста производительности труда; при этом увеличивается и число трудящихся на единицу производственной площади. Загроможденность производственных площадей оборудованием, даже если она связана с совершенствованием производства, опасна вынужденным приближением трудящегося к работающему оборудованию, особенно к тому, которое не находится под его производственным контролем. Значительная часть такого оборудования располагается вне поля видимости трудящегося. Все это увеличивает вероятность неожиданных контактов трудящегося с работающим оборудованием и, как следствие, его травмирования, а с учетом сказанного об энергонасыщенности производства также увеличивает тяжесть травм. Характерным примером стесненности производственных условий являются условия в современных механи-

зированных забоях угольных шахт. Применение механизированных комплексов, заменивших старую технологию угледобычи с индивидуальным креплением, привело к существенному уменьшению рабочего пространства лав и, что особенно важно, его ширины. Часто ширина рабочего пространства составляет менее 2 м, в ряде случаев снижаясь до 1,6–1,45 м. В этом весьма стесненном пространстве работают добычной комбайн, скребковый конвейер, из него же производится управление механизированной крепью. Очевидны возникающие от такой стесненности опасности для горнорабочих.

Современная производственная среда в целом характерна высоким выделением производственных *вредностей* и высоким уровнем *опасности*. Это связано прежде всего с интенсификацией производства (см., в частности, рассмотренные выше особенности современной производственной среды). Например, в горном деле интенсификация производства ведет к увеличению выделения вредных и опасных газов и образованию пыли. Она же приводит к более быстрому углублению горных работ, что влечет повышение температуры воздуха в шахтах, увеличение горного давления и связанной с этим опасности обрушения горных пород. Повышение вредности и опасности современной производственной среды связано также с развитием новых производств и технологических процессов (химическая промышленность, атомная энергетика и др.). Следует, однако, отметить, что рост вредности и опасности производственной среды не является обязательным законом ее развития. С развитием человеческого общества возможно увеличение *потенциальной* вредности и опасности производственной среды, производства. Однако их превращение в *реальные*, воздействующие на человека вредные и опасные факторы зависит от конкретных мер защиты, разрабатываемых человеком. Разумное развитие человеческого общества предполагает создание здоровых и безопасных условий труда. В противном случае эффективность развития общества будет снижена или вообще поставлена под сомнение. Создание здоровых и безопасных условий труда – одна из основных задач научно-технического прогресса человечества.

Производственная среда взаимодействует с человеком в процессе его трудовой деятельности. В этом взаимодействии все большую роль играет "*человеческий фактор*". Его значение определяется прежде всего воздействием человека на производственную среду. С развитием человека возможности его воздействия на производственную среду в благоприятном для себя

направлении возрастают. При этом увеличивается роль его психологических свойств и интеллекта. Важное значение приобретают те свойства человека, которые позволяют ему эффективно контролировать быстро протекающие производственные процессы (внимание, быстрота реакции и др.). Высокий научно-технический уровень производства требует соответствующего интеллектуального развития человека. В связи с этим возрастает роль обучения. Растет психологическая и эмоциональная напряженность труда. С развитием производства появляются профессии, для которых не всякий человек оказывается пригодным: появились понятия "профпригодность", "профессиональный отбор". Например, строгому профессиональному отбору подвергаются бойцы военизированных горноспасательных частей, летчики, водолазы и лица других профессий, работа которых требует от человека особых качеств. Усиливается значение психологического фактора при комплектации производственных коллективов, особенно при выполнении важных и длительных работ (экипажи космических кораблей и т.п.).

Во взаимодействии человека с производственной средой большое значение имеет *социальный фактор*. Сейчас основная масса людей занята в трудовом процессе на коллективных производствах, где их эффективная совместная деятельность немыслима без жесткой трудовой дисциплины. Последняя требует от человека рационализации его поведения не только на производстве, но и в быту (нормирование времени труда, отдыха, приема пищи и пр.). Характер работ и поведение человека определяются также плановостью производства, его сезонностью (сельское хозяйство и др.) и некоторыми другими особенностями.

Отмеченные выше особенности современной производственной среды имеют общий характер, свойственны всем видам производственной деятельности человека. В то же время конкретная производственная среда (шахты, машиностроительного завода, сельскохозяйственного предприятия) имеет и свои *конкретные особенности*, которые определяются содержанием производства. Эти конкретные особенности производственной среды не менее важны для человека, занятого в ней, чем общие особенности. Они являются предметом изучения в специальных дисциплинах, особенно в дисциплинах цикла "Безопасность производства". Набор дисциплин этого цикла зависит от содержания производства, т.е. от специальности студента. Так, для технологических горных специальностей в него входят дисциплины "Безопасность ведения горных работ и горноспа-

сательное дело", "Вентиляция шахт", "Безопасность взрывных работ".

В заключение отметим, что производственная и бытовая среды не являются полностью взаимоизолированными. Наоборот, они довольно тесно связаны друг с другом. Эта связь особенно сильно проявляется через "человеческий фактор" производственной среды: поведение человека на производстве существенно зависит от его бытовых условий. В ряде случаев деятельность человека в быту следует соизмерять с условиями производственной среды (например, режим отдыха человека, занятого в производстве с непостоянной во времени рабочей сменой). Производственная и бытовая среды часто оказываются связанными через природные условия (например, климат).

2.2. КЛАССИФИКАЦИИ

Производственная среда многообразна и может быть классифицирована по многим признакам. Здесь мы рассмотрим основные классификации производственной среды, важные при изучении ее с позиций безопасности жизнедеятельности человека.

Прежде всего все виды производственной среды *по расположению относительно окружающей природы* можно разделить на две большие группы: производственная среда на открытых пространствах ("открытая" производственная среда) и производственная среда в закрытых помещениях ("закрытая" производственная среда). К первой группе относится среда таких производств, как земледелие, открытые горные работы, наружная охрана объектов и им подобные, которые по характеру своей деятельности не могут быть укрыты в помещениях. Ко второй группе относится производственная среда заводов, шахт, многих видов транспорта и связи, космических станций, подводных кораблей и многих других производств и объектов.

По виду окружающей природной среды производственная среда делится на среду, расположенную на земной поверхности и под землей, на водной поверхности и под водой, в атмосфере, в космосе.

По виду производства производственная среда бывает промышленной, сельскохозяйственной, средой строительных предприятий, предприятий транспорта и связи, конторской.

При изучении безопасности производственной деятельности человека важна классификация производственной среды с позиций ее опасности. В этом аспекте *по степени опасности*

производственную среду можно разделить на среду малой опасности, опасную, высокой опасности и экстремальную. К производственной среде малой опасности относится среда, характерная невысоким уровнем воздействия на человека ее неблагоприятных факторов. Это может быть результатом слабой энергетики среды. Например, в среде используется слаботочная электрическая аппаратура, не применяются установки с высоким давлением рабочей среды; скорости производственных процессов невысоки. Малая опасность производственной среды может быть также результатом высокого уровня защиты человека от неблагоприятных факторов (применение эффективных систем кондиционирования воздуха, позволяющих постоянно поддерживать в среде комфортные условия труда, применение надежной электрической изоляции, с высокой вероятностью защищающей человека от опасного воздействия электрического тока, и т.п.). В итоге на производствах, характерных малой опасностью производственной среды, уровень травматизма невысок, травмы если и случаются, то обычно легкие, практически отсутствуют аварийные ситуации. Примером производственной среды малой опасности является среда различного рода организаций конторского характера (среда управленческих организаций, учебных заведений, некоторых научных организаций, библиотек и т.п.).

Опасная производственная среда характерна существенно более высоким уровнем воздействия на человека неблагоприятных факторов, что обычно является результатом более высокой энергетики производства. Например, применение электрических систем с повышенным напряжением и силой тока, применение аппаратов с давлением газа в несколько атмосфер. Скорости производственных процессов в такой среде могут составлять десятки метров в секунду. Системы защиты человека в такой среде вследствие ее повышенной энергетики не всегда оказываются эффективными. Иногда среда выходит из-под контроля человека, что приводит к аварийным ситуациям. В итоге на производствах с опасной производственной средой нередко травмы средней тяжести и даже тяжелые, однако травматизм с летальным исходом на таких производствах – явление редкое. Примером опасной производственной среды является среда предприятий холодной обработки металлов, сборочных цехов, многих транспортных предприятий, служб механизации в сельском хозяйстве, предприятий связи, ряда строительных организаций и др.

Производственная среда высокой опасности характерна высоким уровнем воздействия на человека неблагоприятных факторов. Обычно это результат высокой энергетики производства. Например, высокоопасной является среда при обслуживании высоковольтных линий электропередачи, при работе с аппаратами, внутреннее давление газа в которых составляет сотни атмосфер, при работе со взрывчатыми материалами, при работе в условиях интенсивного ионизирующего излучения, на высоте, под водой и т.п. В таких условиях решающее значение приобретает защита человека. Нарушение защиты в условиях высокой энергетики производства приводит часто к авариям с тяжелыми последствиями или к чрезвычайным ситуациям (авария на Чернобыльской АЭС и др.). На предприятиях с высокоопасной производственной средой обычно имеет место высокий уровень травматизма (особенно тяжелых и летальных травм) и аварийности. Характерным примером высокоопасной производственной среды является среда подземных горных предприятий. Здесь человек работает в условиях высокого горного давления, высокой запыленности, часто при присутствии в атмосфере взрывчатых газов, при высокой электрической опасности электроустановок, со взрывчатыми материалами, необходимыми для осуществления технологического процесса, часто на высоте. Особенно опасна производственная среда в угольных шахтах.

Экстремальная в смысле опасности производственная среда – это среда при авариях и катастрофах. Ее характерные особенности – чрезвычайная опасность для человека, большие материальные и экономические потери, малая вероятность возникновения (взрывы метана в шахтах, аварии на воздушном транспорте и др.).

Важна классификация производственной среды по свойствам ей *видам опасности*, ибо защита человека всегда создается применительно к конкретному виду опасности. По видам опасности производственная среда может быть разделена на среду с преобладающей опасностью механического воздействия на человека, воздействия химических факторов, электрического воздействия, воздействия электромагнитных полей, термического воздействия, воздействия ионизирующего излучения, биологического воздействия. К механическим воздействиям относятся воздействия на человека тел, находящихся в движении, включая воздействия воздушной среды (звуковое воздействие, ультра- и инфразвук, ударные волны, воздушные струи).

Термические воздействия на человека включают воздействия как высоких, так и низких температур.

Следует отметить, что вследствие глубокой внутренней взаимосвязи происходящих в мире явлений любая классификация несет в себе элемент условности. Это относится и к приведенным выше классификациям производственной среды. Например, условным является деление производственной среды на открытую и закрытую, ибо имеются такие ее виды, которые не могут быть отнесены полностью ни к той, ни к другой (например, производственная среда водителя автосамосвала в карьере и др.). Классификация обычно производится по наиболее характерным факторам и условиям окружающей среды, в том числе производственной, что всегда следует иметь в виду.

2.3. ТРАВМАТИЗМ И ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ КАК РЕЗУЛЬТАТ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЧЕЛОВЕКА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

Воздействие производственной среды на человека, подобно воздействию среды его обитания в целом, может быть положительным или отрицательным. Для обеспечения безопасности жизнедеятельности особое значение имеет изучение отрицательных, или неблагоприятных, воздействий производственной среды на человека.

Неблагоприятным называется такое воздействие на человека окружающей среды, которое вызывает у него ощущение дискомфорта в широком смысле. К таковым относятся воздействия, вызывающие у человека неприятные психические восприятия (раздражение, страх и др.), ощущение климатического дискомфорта, расстройство здоровья. Четкой грани между этими воздействиями провести невозможно; в зависимости от силы и продолжительности почти все воздействия могут привести к расстройству здоровья человека. Поэтому неблагоприятные воздействия производственной среды обычно рассматриваются с точки зрения условий, при которых они приводят к ухудшению здоровья человека.

Повреждение здоровья человека, вызываемое неблагоприятным воздействием производственной среды, делят на два вида: производственные травмы и профессиональные заболевания. *Производственные травмы* характерны нарушением целостности тканей и органов человека или расстройством их функций под действием внешних причин. Особенностью травм является быстрое наступление указанных изменений. Иногда

травмы совершаются в малые доли секунды. Быстрое наступление травмы обычно является следствием достаточно высокой мощности внешнего воздействия. Маломощные воздействия производственной среды не вызывают столь резких расстройств здоровья человека, результаты их проявляются постепенно и за короткий отрезок времени малозаметны. Однако при определенных условиях они могут накапливаться, действие их усиливается настолько, что начинает ощущаться расстройство здоровья человека: наступает *заболевание*, которое может быть *производственным* (возникло на производстве) и *профессиональным* (характерно только для лиц данной профессии). Обычно на практике к профессиональным заболеваниям относят все виды расстройства здоровья человека на производстве, не являющиеся производственными травмами. Таким образом, для профессионального заболевания характерно медленное развитие процесса расстройства здоровья. Момент наступления заболевания часто вообще невозможно установить и можно лишь говорить о промежутке времени, в пределах которого оно наступило. При заболевании не обязательно нарушение целостности тканей и органов человека, хотя такие явления в общем возможны (например, легочные кровотечения при туберкулезе, нарушения кожного покрова при ряде заболеваний и др.).

Факторы производственной среды, воздействие которых на человека может привести к травме, называются *опасными производственными факторами*, а факторы, могущие привести к заболеваниям, – *вредными производственными факторами*.

Воздействие на человека неблагоприятных факторов бытовой среды может привести к расстройствам здоровья, аналогичным рассмотренным выше. В этом случае они называются *бытовыми травмами* и *бытовыми заболеваниями*. Бытовые травмы и заболевания могут быть аналогичны тем, которые возникают в производственной среде. Например, и в быту, и на производстве могут быть травмы от воздействия электрического тока, от падения с высоты, от действия высокой температуры и др., и происходящие при этом изменения в организме человека, а также механизм протекания этих изменений будут качественно тождественны. Однако особенности производственной среды могут вызвать и такие травмы и заболевания, которые не несвойственны бытовой среде (например, отравление рядом ядовитых веществ, радиационное поражение).

Явление, характеризующееся совокупностью травм, называется *травматизмом*. Явление, характеризующееся совокуп-

ностью заболеваний, называется *заболеваемостью*. Травматизм может быть бытовым и производственным, заболеваемость – общей и профессиональной.

Более подробно производственный травматизм и профессиональная заболеваемость рассматриваются в разд. 8.

2.4. ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ, ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА И ПРИРОДЫ

Производственная среда всегда окружена материальным миром, в котором можно выделить систему естественных элементов, составляющих природу¹. Природа и производственная среда совместно с происходящими в ней производственными процессами, соседствуя друг с другом, всегда находятся во взаимосвязи. Эта взаимосвязь имеет несколько аспектов.

Прежде всего следует отметить, что *природа создает условия, необходимые для жизнедеятельности человека*, в том числе и для его производственной деятельности. Последняя осуществляется в природе и над природой. Природа создала человека, и без природы, вне природы никакая деятельность человека, в том числе производственная, невозможна. Даже в космосе, казалось бы, полностью оторвавшись от Земли, от земной природы, человек зависит от последней: он защищен от опасного воздействия космоса аппаратом, выполненным из земных материалов, дышит земным кислородом, ориентирует корабль по звездам земного неба и т.д. В шахте, на заводе, в поле – везде человек окружен природой и находится под влиянием последней.

Из сказанного следует, что производственная среда практически всегда создается *на базе природы*, т.е. на базе естественных элементов окружающей человека среды. Шахта сооружается в естественно образованной земной коре. Завод строится на естественно существующей поверхности земли, заполняется естественным атмосферным воздухом, облучается солнцем, использует природную воду. Наличие столь тесной, "базовой" связи с природой приводит к тому, что условия производственной среды во многом, иногда практически полностью, повторяют природные условия. Например, условия производствен-

¹ Строго говоря, природа не только находится вне производственной среды, но и отдельные ее элементы являются одновременно и элементами последней (например, атмосферный воздух).

ной среды крестьянина, возделывающего землю с помощью простых орудий труда (лопата, мотыга и т.п.), практически тождественны природным условиям; температура воздуха в выработках глубокой шахты в значительной степени определяется температурой нетронутого горного массива и т.д.

В то же время сам факт создания производственной среды на базе природы говорит и о проникновении элементов производственной среды в природу. Речь идет о *проникновении в природу антропогенных элементов производственной среды* (ствол шахты проникает в недра земли, ядовитые газы некоторых производств насыщают атмосферный воздух). При этом неизбежно происходит изменение – в ряде случаев существенное – элементов природы, следовательно, изменение природы в целом. Таким образом, взаимодействие природы и производственной среды кратко можно сформулировать следующим образом: *природа в значительной степени определяет производственные условия, трудовая деятельность человека в этих условиях изменяет природу.*

Влияние производственной деятельности человека на природу может быть положительным, безразличным или отрицательным. Оценка этих воздействий проводится с позиций крупномасштабных, можно сказать глобальных, потребностей человека. *Положительным* считается такое воздействие, которое делает природу более полезной для человека. Например, положительным является превращение пустыни в результате производственной деятельности человека в озелененный регион. *Безразличным* считается воздействие, существенно не изменяющее характер природы. Например, учебный процесс в вузе практически не воздействует на природу: его влияние безразлично. Наконец, *отрицательным* является такое воздействие производственной деятельности человека, при котором “потребительские” свойства природы существенно ухудшаются. К сожалению, примеров такого воздействия множество. Открытые горные работы лишают зеленого покрова сотни гектаров земной поверхности, выводят ее из разряда сельскохозяйственных угодий, могут ухудшить водный баланс региона. Подземные горные работы могут вызвать сдвигание земной поверхности, загрязнение водоемов сточными водами и другие нежелательные последствия. Добыча полезных ископаемых истощает земные недра. Автотранспорт загрязняет атмосферу городов. Отрицательное влияние человека на окружающую среду в настоящее время стало угрожающим. И основная роль в этом принадлежит производственной деятельности человека.