Учебная литература для студентов фармацевтических вузов и фармацевтических факультетов медицинских вузов

А.М.Большаков, И.М.Новикова

ОБЩАЯ ГИГИЕНА

Издание второе, переработанное и дополненное

Рекомендуется Учебно-методическим объединением по медицинскому и фармацевтическому образованию вузов России в качестве учебника для студентов, обучающихся по специальности 040500 — фармация

Москва
"Медицина"
2002

УДК 614(075.8)
ББК 51.20
Б79

Рецензенты:

член-корреспондент РАМН, д-р мед. наук, проф. *Ю. П. Пивоваров*, зав. кафедрой гигиены и основ экологии человека РГМУ;
академик РАЕН, проф. *А. М. Лакшин*, зав. кафедрой гигиены МГМСУ

Большаков А. М., Новикова И. М.
Б79 Общая гигиена. — М.: Медицина, 2002. — 384 с.: ил. (Учеб. лит. Для студентов мед. вузов)
ISBN 5-225-04373-9

В учебнике рассматриваются важнейшие гигиенические аспекты физических, химических, биологических и социальных факторов окружающей среды. Значительное место в учебнике занимают вопросы частной гигиены, непосредственно касающиеся профиля работы провизора. Подробно излагается материал по гигиене аптечных учреждений и предприятий фармацевтической промышленности и проведению гигиенического образования и воспитания.

Учебник соответствует программе, утвержденной Министерством здравоохранения РФ в 1996 г.

Для студентов фармацевтических институтов и фармацевтических факультетов медицинских вузов.

ББК 51.20

ISBN 5-225-04373-9

© А. М. Большаков,
И. М. Новикова, 2002

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 6

Глава 1. **Общая гигиена и ее задачи.** — *И.М. Новикова, А.М. Большаков* 8
1.1. Гигиена как наука 8
1.2. Значение гигиены в работе провизора 13

Глава 2. **Краткий очерк истории развития гигиены.** — *И.М. Новикова, А.М. Большаков* 15
2.1. Возникновение гигиенических знаний у древних народов и при феодальном строе 15
2.2. Развитие гигиены в эпоху капитализма 17
2.3. Развитие гигиены в России 19

Глава 3. **Гигиена воздушной среды.** — *А.М. Большаков* 26
3.1. Физические свойства воздуха и их гигиеническое значение 26
3.2. Погода, климат и их гигиеническое значение 44
3.3. Химический состав атмосферного воздуха и его гигиеническое значение 47
3.4. Гигиеническое значение загрязнения атмосферного воздуха 49
3.5. Бактериальное загрязнение воздушной среды 52

Глава 4. **Гигиена воды и водоснабжения населенных мест.** — *А.М. Большаков, И.М. Новикова* 55
4.1. Роль водного фактора в жизни человека 55
4.2. Физиологическое значение воды 57
4.3. Гигиеническое значение воды и нормы ее потребления . . . 58
4.4. Роль водного фактора в возникновении заболеваний 59
4.5. Гигиеническое нормирование качества воды и выбор водоисточников централизованного водоснабжения 68
4.6. Гигиеническая оценка качества воды при нецентрализованном водоснабжении 75
4.7. Источники водоснабжения, их санитарно-гигиеническая характеристика 77
4.8. Системы водоснабжения, их санитарно-гигиеническая характеристика 86
4.9. Санитарная охрана водоисточников 101

Глава 5. **Гигиена почвы.** — *А.М. Большаков* 108
5.1. Гигиеническое значение состава и свойств почвы. 108
5.2. Эпидемиологическое значение почвы. 111
5.3. Геохимическое и токсикологическое значение почвы 112
5.4. Мероприятия по санитарной охране почвы 115

Глава 6. **Гигиенические основы питания.** — *А.М. Большаков*. . . 120
6.1. Пища и ее влияние на организм. 120
6.2. Научные основы рационального питания 125
6.3. Нормы физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии 129
6.4. Значение пищевых веществ в обеспечении жизнедеятельности организма. 130
6.5. Биологически активные вещества пищи 149
6.6. Особенности питания при умственном и физическом труде 152
6.7. Диетическое питание 154
6.8. Лечебно-профилактическое питание. 156

Глава 7. **Гигиенические основы отопления, вентиляции и освещения помещений.** — *А.М. Большаков* 158
7.1. Отопление и гигиенические требования к нему 159
7.2. Вентиляция и ее гигиеническое значение. 161
7.3. Естественное и искусственное освещение и гигиенические требования к нему 167

Глава 8. **Основы гигиены труда и промышленной токсикологии.** — *А.М. Большаков* 177
8.1. Влияние трудового процесса на функциональное состояние организма. 178
8.2. Характеристика основных профессиональных вредностей 183
8.3. Профилактика вредного действия химических веществ . . . 221
8.4. Основные требования к благоустройству промышленных предприятий. 232

Глава 9. **Гигиена аптечных учреждений.** — *А.М. Большаков, И.М. Новикова* 234
9.1. Структура учреждений аптечной сети 236
9.2. Лицензирование аптечных учреждений. 238
9.3. Аптеки, обслуживающие население 241
9.4. Аптеки лечебно-профилактических учреждений 246
9.5. Гигиенические требования к планировке, оборудованию и благоустройству аптек 249
9.6. Гигиенические и противоэпидемические мероприятия по борьбе с микробным загрязнением 270
9.7. Гигиена труда и личная гигиена аптечных работников 280
9.8. Гигиенические требования к помещениям контрольно-аналитических лабораторий 296

9. 9. Гигиенические требования к помещениям аптечных складов 304
9.10. Гигиеническое образование и воспитание 307

Глава 10. **Гигиена труда в химико-фармацевтической промышленности.** — *А.М. Большаков* 316
10.1. Гигиеническая характеристика основных технологических процессов 317
10.2. Общая характеристика промышленных факторов, определяющих условия труда в производстве лекарств 322
10.3. Гигиена труда в производстве синтетических лекарственных веществ. 327

Глава 11. **Гигиена труда в производстве антибиотиков.** — *А.М. Большаков* 331
11.1. Гигиеническая характеристика условий труда и состояние здоровья работающих в производстве антибиотиков 336

Глава 12. **Гигиена труда в производстве галеновых препаратов и готовых лекарственных форм.** — *И.М. Новикова* 340
12.1. Гигиеническая характеристика условий труда при изготовлении фитопрепаратов 340
12.2. Гигиеническая характеристика условий труда в производстве лекарств в ампулах 344
12.3. Гигиеническая характеристика условий труда при изготовлении таблеток 347
12.4. Гигиеническая характеристика условий труда в производстве драже. 349

Тестовые задания 351

ПРЕДИСЛОВИЕ

Преподавание гигиены в фармацевтических институтах и на факультетах ставит своей целью формирование у будущего провизора знаний основ гигиены как науки, имеющей в его профессиональной деятельности самое непосредственное отношение к решению задач, связанных с обеспечением населения страны лекарственными препаратами.

Учебник раскрывает основы гигиены и ее задачи, содержание профилактического направления здравоохранения, необходимость и практическую целесообразность широко проводимых в нашей стране мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения. В нем изложены основные вопросы общей и частной гигиены.

В разделе общей гигиены нашли отражение актуальные вопросы среды обитания и экологии человека (гигиена воздушной среды, воды, почвы, питания, а также гигиена труда и токсикология и др.), частной — гигиенические нормативы и требования к содержанию и эксплуатации аптечных учреждений разных форм собственности и предприятий фармацевтической промышленности.

С современных позиций рассматриваются важнейшие гигиенические аспекты работы аптечных организаций и предприятий химико-фармацевтической промышленности. Отражены современные требования к планировке, отоплению, вентиляции, освещению, внутренней отделке, технологическим процессам получения различных лекарств и применяемому оборудованию. Особое место занимают вопросы охраны здоровья и техники безопасности.

При гигиенической характеристике факторов окружающей среды использованы официальные материалы, утвержденные в последние годы: ГОСТы, санитарные правила, методические указания и инструкции.

Изложенный материал создает у будущих провизоров прочный фундамент знаний по основам гигиены и закладывает необходимые предпосылки для успешного применения их в практической деятельности.

При подготовке второго издания учебника нами учтены многочисленные официальные документы и новые достижения в гигиенической науке, появившиеся в последние годы. Это потребовало внесения существенных дополнений и изменений в содержание всех глав учебника.

Учебник обобщает опыт по преподаванию общей гигиены в ведущих медицинских и фармацевтических вузах Министерства здравоохранения Российской Федерации. Он составлен в соответствии с Государственным образовательным стандартом по специальности 040500 — "Фармация" и на основе учебной программы по общей гигиене для студентов высших и фармацевтических учебных заведений, утвержденной управлением учебных заведений МЗ РФ (1996).

Учебник предназначен прежде всего для студентов фармацевтических институтов и факультетов медицинских вузов России. Он также может быть использован работниками аптечной службы. В известной степени учебник может быть полезен и для лиц, имеющих отношение к производству лекарственных препаратов.

Авторы с искренней признательностью и благодарностью примут все критические замечания и предложения, направленные на улучшение учебника.

Глава 1 ОБЩАЯ ГИГИЕНА И ЕЕ ЗАДАЧИ

1.1. Гигиена как наука

Гигиена — наука, изучающая влияние различных факторов окружающей среды и производственной деятельности на здоровье человека, его работоспособность, продолжительность жизни. Одной из важнейших задач гигиены является разработка профилактических мероприятий, направленных на оздоровление условий жизни и труда человека.

Древние греки представляли себе богиню здоровья в виде молодой женщины, держащей в руке чашу, наполненную водой. Они считали ее дочерью бога здоровья Эскулапа и дали ей благозвучное имя "Гигиея". Отсюда и произошло слово "гигиена", т. е. забота о здоровье. Гигиену следует отличать от понятия "санитария", которая представляет собой совокупность практических мероприятий, направленных на проведение в жизнь требований гигиены.

Гигиена служит научной основой профилактической медицины.

На необходимость развития профилактического направления в медицине указывали в свое время крупнейшие отечественные физиологи И. М. Сеченов и И. П. Павлов, доказавшие, что между организмом человека и окружающей средой существует тесная взаимосвязь и постоянное воздействие факторов среды на организм является причиной многих болезней. И. П. Павлов говорил: "Только познав все причины болезни, настоящая медицина превращается в медицину будущего, т. е. гигиену в широком смысле слова", тем самым предопределяя глубокий смысл, важность и благородное назначение гигиены как науки.

Особенностью гигиенической науки является ее государственная направленность, так как она призвана разрабатывать мероприятия, предусматривающие сохранение здоровья не только отдельного человека, но и всего населения.

Гигиена на современном этапе представляет собой широко дифференцированную науку. Впервые возникнув как общая гигиена, в дальнейшем, по мере расширения изучаемых проблем и объектов внешней среды, стали самостоятельно развиваться такие дисциплины, как гигиена труда, гигиена питания, коммунальная гигиена, гигиена детей и подростков и др.

Гигиена имеет тесную связь со всеми медицинскими дисциплинами, а также с химией, биологией, физикой, математикой, общественными науками и др. Гигиена непосредственно связана с эпидемиологией, которая широко использует гигиени-

ческие рекомендации и санитарные мероприятия для борьбы с инфекционными заболеваниями.

Широко используемые разнообразные методы гигиенических исследований можно объединить в две основные группы: 1) методы, с помощью которых изучается гигиеническое состояние факторов внешней среды; 2) методы, позволяющие оценить реакцию организма на воздействие того или иного внешнего фактора.

Любое гигиеническое исследование начинается с санитарного описания. В период становления гигиенической науки этот метод был единственным и не утратил своего значения в настоящее время. Он позволяет охарактеризовать состояние объекта наблюдения, наметить объем и характер необходимых лабораторных исследований, с помощью которых объективно оценивается санитарная ситуация. Однако для углубленной количественной и качественной оценки факторов внешней среды санитарного описания недостаточно. Поэтому используются физические, химические, бактериологические, токсикологические, клинические, статистические и другие методы.

Физические методы позволяют оценить микроклиматические условия помещений, измерить параметры шума и вибрации, уровни теплового излучения и пр.

Химические методы исследований используются для анализа воздушной среды с целью определения содержания вредных веществ, оценки качества воды (определение ее солевого состава, показателей загрязнения и т. д.), биологической ценности продуктов питания и др.

В настоящее время в практику гигиенических исследований внедряются многие физико-химические и радиологические методы. Они являются высокочувствительными, специфичными и точными. В ряде случаев применяются экспресс-методы (ускоренные). Наиболее перспективны методы хроматомасспектрометрии, газовой хроматографии, атомной абсорбции, полярографии, спектрофотометрии. С их помощью осуществляются идентификация и количественная оценка химических веществ в воздухе, воде, почве, биологических материалах и других средах.

Бактериологические методы применяются при оценке бактериальной обсемененности воздуха, воды, почвы, пищевых продуктов и других объектов, через которые могут передаваться возбудители инфекционных заболеваний.

С помощью токсикологических и биологических методов, особенно в экспериментах на животных, оценивается характер действия химических соединений на организм и устанавливаются предельно допустимые концентрации (ПДК) их в воде, воздухе и почве, допустимые остаточные количества (ДОК) или максимально допустимые уровни (МДУ) химических веществ.

Клинические методы дают возможность выявить в организме изменения, возникающие при воздействии факторов окружающей

среды. Это осуществляется в процессе клинического наблюдения в больницах и клиниках или при диспансерном обследовании на производстве.

Использование эпидемиологических методов позволяет выявить последствия загрязнения окружающей среды на население, определить количественную величину изучаемых влияний, установить причинно-следственные связи между загрязнителями биосферы и состоянием здоровья человека.

Эпидемиологический метод включает:

— оценку состояния здоровья населения по показателям заболеваемости, пораженности, смертности, временной утрате трудоспособности и инвалидности;
— оценку распространенности заболеваемости на территории, среди различных групп населения и во временном периоде;
— формулирование, оценку и обоснование гипотез о причинно-следственных связях между заболеваемостью и определяющими ее факторами (факторами риска);
— доказательство гипотез о факторах риска и оценку эффективности мер по профилактике заболеваний и лечению больных.

Социологические исследования и санитарно-статистические методы дают возможность проанализировать и количественно оценить ряд явлений и, в частности, динамику естественного движения населения (рождаемость, смертность, прирост населения), заболеваемость, физическое развитие и т. д.

Широкое использование разнообразных методов в гигиенических исследованиях по изучению факторов окружающей среды и здоровья населения позволяет научно обосновать разработку законодательных, нормативных документов, гигиенических регламентов и иных мероприятий, направленных на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия и сохранение здоровья.

Перспективное развитие гигиенической науки и санитарно-эпидемиологической службы в нашей стране определяется принятой Конституцией Российской Федерации (12 декабря 1993 г.) "Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан". Одним из важных положений данного документа является признание, что *здоровье общества* в современных условиях во многом *определяется его санитарно-эпидемиологическим благополучием, реальным обеспечением прав граждан на безопасную среду обитания и профилактику заболеваний.* Сегодня признается, что одним из важнейших факторов национальной безопасности страны является охрана здоровья населения.

В своем послании к Федеральному собранию президент страны В. В. Путин особо отметил, что в современных условиях ох-

рана здоровья — это проблема государственного масштаба. *Здоровье — необходимое условие трудового потенциала, главный критерий эффективности государственного управления.*

В полном соответствии с этими определениями и с целью их реализации в 1999 г. был принят Федеральный Закон (№ 52-ФЗ) "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения", в котором впервые в истории нашей страны на законодательном уровне введено регулирование общественных отношений в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения как одного из основных условий реализации конституционных прав граждан на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду.

Огромной заботой об охране здоровья населения и улучшении условий жизни проникнуты федеральные законы: "Об охране атмосферного воздуха" (1999),"О качестве и безопасности пищевых продуктов" (1999), "Об охране окружающей природной среды" (1991). Так, в статье 1 закона "Об охране окружающей природной среды" подчеркивается, что *задачами природоохранительного законодательства Российской Федерации являются регулирование отношений в сфере взаимодействия общества и природы с целью сохранения природных богатств и естественной среды обитания человека, предотвращения экологически вредного воздействия хозяйственной и иной деятельности, оздоровления и улучшения качества окружающей природной среды, укрепления законности и правопорядка в интересах настоящего и будущих поколений людей.*

Важной государственной проблемой в гигиеническом отношении является разработка рационального питания с учетом возраста, пола, характера трудовой деятельности, климатических условий и других факторов. Многие исследования посвящены проблеме сбалансированности питания, а также получению новых продуктов высокого качества и биологически полноценных.

Разработана комплексная система государственной регистрации, оценки качества и безопасности, а также мониторинга генетически модифицированных источников пищи. Эта проблема возникла совсем недавно и по своей значимости требует фундаментальных исследований.

Разнообразные задачи поставлены перед гигиеной в области охраны здоровья детей и подростков, так как здоровье детей сегодня — это здоровье всего народа в будущем. Помимо продолжающегося динамического изучения физического развития детей, решаются также задачи, выдвигаемые непосредственно современными требованиями:

— *разработка предложений и нормативов по проектированию перспективных типов школ и дошкольных учреждений в городах и сельских населенных пунктах различных климатических районов страны;*

— *изучение состояния здоровья детей, обучающихся по новым формам образования (лицеи, гимназии и т. д.);*
— *оценка внедрения в школах новых учебных программ и современных технических средств обучения (компьютеры и др.) и влияние их на здоровье школьников;*
— *разработка проблемы адаптации детей к меняющимся социальными условиям жизни, воспитания и обучения и др.;*
— *оценка качества новых строительных материалов и элементов санитарного благоустройства, внедряемых в строительстве школьных и дошкольных учреждений и т. д.*

Проводимое в последние годы реформирование экономических отношений в России, появление разных форм собственности, включая частное предпринимательство, изменение условий ценообразования и другие перемены в системе хозяйственно-экономических отношений выдвинули перед наукой и здравоохранением целый ряд сложных задач по сохранению здоровья работающего населения.

Эта многогранная проблема, в основе которой лежит ряд факторов: социальные, экономические, правовые, медицинские, экологические — активно решается медициной труда при тесном взаимодействии с государственной санитарно-эпидемиологической службой России. Продолжается работа по гигиенической регламентации химических, физических, биологических и других факторов производственной среды, разрабатываются мероприятия по снижению и профилактике профессиональной и производственно обусловленной заболеваемости.

Актуальной в настоящее время является проблема охраны среды обитания человека (воздуха, воды, почвы, населенных мест). Ее изучение проводится на основе разработки системы общегосударственных мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Немаловажной задачей является гигиеническое воспитание населения, создание безопасных условий применения товаров широкого потребления, особенно бытовой химии и полимерных материалов и изделий на их основе.

Напряженность экологической ситуации в стране ставит необходимым дальнейшее развитие гигиенического нормирования, идея осуществления которого впервые зародилась в нашей стране.

В санитарное законодательство в настоящее время включено более 1340 ПДК и 402 ОДУ химических загрязнителей для воды водоемов, около 600 ПДК и 1538 ОБУВ — для атмосферного воздуха, около 110 ПДК для почвы, более 1800 ПДК для воздуха производственных помещений. Возникла новая проблема нормирования комплексов вредных для здоровья веществ, оценки сочетанного влияния химических и физических факторов и

обоснования единого гигиенического нормирования их максимально допустимой нагрузки (МДН) с разработкой соответствующих показателей качества среды обитания. Это позволит прогнозировать возможное влияние различных сочетаний химических, физических, биологических и других факторов внешней среды на человека.

Неотложными задачами современной гигиены являются исследования в области интегральной оценки уровня санитарно-эпидемиологического благополучия населения России, поиска механизма управления процессом оптимизации состояния среды обитания и здоровья населения. Это требует дальнейшего совершенствования методологии государственной системы социально-гигиенического мониторинга, методологии и внедрения в практику центров госсанэпиднадзора комплексной оценки и управления рисками влияния среды обитания на здоровье населения.

1.2. Значение гигиены в работе провизора

Современный провизор — медицинский работник, специалист в области изготовления и реализации лекарственных препаратов, активно участвующий в деле укрепления здоровья населения и проведении профилактических мероприятий.

С этой точки зрения нельзя переоценить роль знаний в области гигиены для практической работы провизора.

Аптека является одним из учреждений системы здравоохранения, основная функция которого — своевременное снабжение населения и лечебно-профилактических учреждений лекарственными препаратами, предметами ухода за больными, предметами санитарии и другими медицинскими товарами. При их изготовлении и хранении необходимо строгое соблюдение гигиенического режима, поэтому провизор должен хорошо разбираться в вопросах гигиенического нормирования параметров окружающей среды и, в частности, в аптечных учреждениях и на предприятиях фармацевтической промышленности. Он должен иметь четкое представление о характере действия производственных факторов и заболеваниях, которые могут возникнуть при нарушении гигиенических нормативов и санитарных правил в аптеке. Совместно с представителями санитарно-эпидемиологической службы провизор должен уметь намечать гигиенические мероприятия по охране труда и соблюдению гигиенического режима в помещениях аптеки, проводить гигиеническую оценку проектов аптек.

Большое значение имеет знание правил личной гигиены аптечных работников. При нарушении этих правил аптечные работники могут загрязнить лекарственные препараты, дистиллированную воду, предметы оборудования аптеки. Возможно также

заражение аптечного персонала через воздух, рецепты, различные предметы, при контакте с больными людьми.

В деятельности провизора значительное место занимает санитарно-просветительная работа, направленная на повышение санитарной культуры населения, борьбу со знахарством, самолечением и профилактику различных инфекционных заболеваний среди населения.

Провизор вследствие особенностей своей профессии постоянно контактирует с лечащими врачами и врачами медико-профилактического профиля. Это обязывает его быть осведомленным в основных вопросах профилактической медицины, охраны окружающей среды и др.

Глава 2 КРАТКИЙ ОЧЕРК ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ГИГИЕНЫ

2.1. Возникновение гигиенических знаний у древних народов и при феодальном строе

Профилактическая медицина, как и многие другие области медицинских знаний, уходит своими корнями в далекое прошлое. Ее развитие тесно связано с эволюцией общественно-экономических формаций, прогрессом науки и культуры. Навыки гигиенического характера, основанные на наблюдениях и опыте, соблюдались издавна. Следует подчеркнуть, что в развитии гигиены эмпирические наблюдения значительно опережали научные исследования.

Люди всегда инстинктивно стремились сохранить свою жизнь и здоровье. Поэтому они постоянно накапливали опыт и навыки по охране личного, а затем и коллективного здоровья. Археологические раскопки, производимые в различных частях земного шара, свидетельствуют о том, что уже в глубокой древности люди владели элементарными правилами по сохранению здоровья. Много внимания в то время уделялось вопросам питания, личной гигиены, благоустройства жилища и др. Выдающийся отечественный гигиенист Ф. Ф. Эрисман писал: "*Уже у древних культурных народов существовали довольно ясные и сознательные представления о многих условиях, вредных или благоприятных для здоровья и физического развития людей и, нужно отдать справедливость этим народам, санитарные стремления их имели преимущественно общественный характер*".

В древних городах сохранились остатки сооружений, свидетельствующие об их хорошем санитарном благоустройстве. Особенно большое внимание вопросам гигиены уделяли индусы, китайцы, вавилонцы, египтяне, а также народы, проживавшие на территории среднеазиатских государств.

Наибольшее развитие гигиенические навыки получили в античной Греции и в период господства Древнеримской империи. В Греции основоположником медицинских знаний Гиппократом впервые был создан трактат "О воздухе, водах и местностях", в котором описывались основные природные факторы, их влияние на здоровье людей. В то время уже была высказана идея, что здоровье человека в значительной мере зависит от влияния на него факторов внешней среды и что причины многих болезней находятся именно в среде, окружающей человека.

В Афинах были построены водопровод и канализация, имелись общественные бани и купальни, проводилась простейшая дезинфекция посредством окуривания помещений. Уделялось внимание правильной планировке городов. В Спарте особое

значение придавали личной гигиене, физическому развитию и воспитанию с целью формирования мужественных, физически развитых и сильных воинов.

Накопленные греками опыт и знания были впоследствии восприняты и усовершенствованы в Римской империи. В Риме начали зарождаться элементы профилактической медицины, что проявилось в сооружении общественных бань, соляриев. Была создана широкая сеть водопроводов, канализационная система выводила сточные воды за город на поля и огороды, осуществлялся санитарный контроль за продажей пищевых продуктов. Преследовалась продажа населению недоброкачественных и фальсифицированных продуктов. Осуществлялся надзор за строительством жилищ. Определенное внимание уделялось соблюдению санитарных правил в войсках. В Древнем Риме впервые появились элементы медицинского образования.

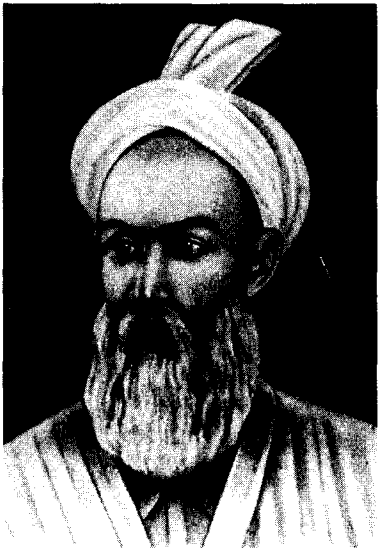
Все достижения санитарии, которыми так гордились в Древнем Риме и Древней Греции, носили четко выраженный социальный характер. Они были достоянием господствующего класса, так как создавался комфорт и удобства для рабовладельцев, военачальников, жрецов, торговцев, но не для рабов. В этот период постоянно вспыхивали эпидемии инфекционных заболеваний (чумы, оспы, тифа и др.), которые сопровождались высокой смертностью, особенно среди рабов и бедных слоев населения.

В эпоху феодализма (VI—XIV века) наблюдался общий упадок науки и культуры, что отразилось и на санитарном состоянии городов, особенно в странах Западной Европы. В средневековье ростки санитарной культуры античного периода были уничтожены натиском религиозных догм христианства. Распространение идей христианства в этот период с его проповедью аскетизма, презрением к физическому здоровью привело к тому, что люди начали игнорировать элементарные санитарные правила. Санитарно-технические сооружения в городах отсутствовали, нечистоты выливались непосредственно на улицу из окон. Кривые улицы, покрытые грязью, никогда не убирались, люди не мылись, пренебрегая личной гигиеной, не меняли одежду и белье в течение длительного срока, жилища были грязными и захламленными. Неудивительно, что многие инфекционные заболевания (чума, оспа, холера, тифы) в результате эпидемий уносили миллионы человеческих жизней. Так, пандемия чумы унесла в XIV веке почти 25 млн человек. Такие болезни, как проказа, сифилис, трахома, туберкулез, чесотка и другие заболевания, были распространены повсеместно.

Эпоха Возрождения (XV—XVI века) ознаменовалась развитием многих отраслей знаний, в том числе естествознания. Впервые проявился интерес к болезням, связанным с профессией. Так, в частности, известный врач Парацельс изучил болезни рудокопов.

Следует отметить, что в период упадка общей культуры, гигиенических навыков и знаний в Европе в Хорезме, Бухаре, Самар-

канде процветали точные науки, литература, поэзия, уделялось внимание медицине и санитарии. В месте расположения древнего хорезмского государства при раскопках были обнаружены остатки городов с элементами благоустройства, водоснабжения и канализации. Этот период в Азии известен трудами знаменитого ученого, врача Абу Али Ибн Сины (Авиценны). Он автор уникального для того времени произведения "Канон врачебной науки". В разделах этого произведения, касающихся гигиены, содержатся указания по гигиене жилища, одежды, питания детей и стариков, правилам охраны здоровья и другие гигиенические рекомендации.



Абу Али Ибн Сина (Авиценна) (980—1037)

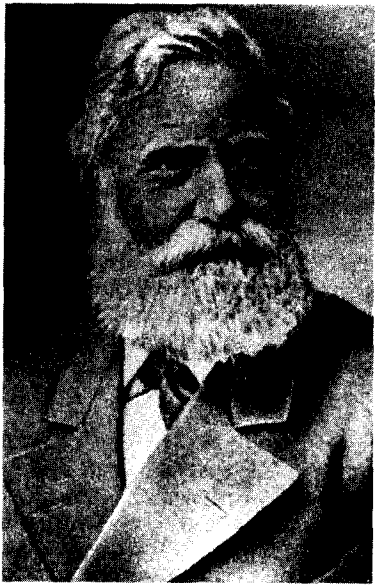
2.2. Развитие гигиены в эпоху капитализма

Этот период характеризуется быстрым развитием ремесел и промыслов, крупных мануфактур, формированием капиталистических производственных отношений. Появляется интерес к условиям труда. Так, в 1700 г. итальянский врач Б. Рамаццини в труде "Рассуждение о болезнях ремесленников" описал все известные в тот период профессии, дал подробный анализ профессиональных заболеваний, указал детально на производственные вредности, действующие на рабочих, и пути их устранения. Он впервые выдвинул идею профессионального отбора. В 1741 г. немецкий пастор Зюссмильх обратил внимание на то, что смертность и рождаемость в значительной мере зависят от природных, бытовых и культурных условий жизни населения.

Более конкретно гигиена как наука начала формироваться в конце XVIII века. Это подтверждается появлением в печати ряда медицинских книг. Так, в 1788 г. вышел в свет фундаментальный труд П. Франка "Полная система медицинской полиции", в котором изложены сведения по санитарии того времени и впервые высказана мысль о значении здоровья в социальном отношении, о необходимости проведения государственных мероприятий в области здравоохранения.

В 1797 г. немецкий ученый Гуфеланд опубликовал книгу "Макробиотика, или искусство продления жизни", в которой

широко осветил вопросы личной гигиены. В книге даются рекомендации о том, как укрепить здоровье и достигнуть долголетия, соблюдая режим питания, избегая излишеств, придерживаясь здорового образа жизни.



Макс Петтенкофер (1818—1901)

Фактически гигиена этого периода продолжала оставаться еще эмпирической наукой, базировалась на наблюдениях, а санитарная практика сводилась только к надзору за исполнением отдельных существующих в то время правил. На рубеже XIX века гигиена уже обладала большим запасом систематизированных наблюдений и фактов и представляла собой науку, базирующуюся на наблюдениях и описаниях. В более поздний период, когда в результате социально-экономических преобразований наступила эпоха промышленного капитализма, на частнокапиталистических предприятиях создаются невыносимо тяжелые условия труда, что ведет к возникновению массовых профессиональных заболеваний. Одновременно происходит концентрация населения в городах, ухудшаются жилищные и бытовые условия трудящихся. Это стимулировало развитие общественной санитарии.

В середине XIX века в гигиене постепенно начинают использоваться экспериментальный и статистический методы изучения внешней среды. Этому способствует не только острая необходимость преодоления суровой действительности, но и бурное развитие биологии, физики, физиологии и других естественных наук. Большую роль сыграли открытия Л. Пастера, Р. Коха, Н. Ф. Гамалеи, И. И. Мечникова и других микробиологов, которые позволили изучить пути проникновения возбудителей инфекционных заболеваний в организм, что в свою очередь дало возможность более успешно бороться с инфекционными заболеваниями.

Большой вклад в развитие экспериментальной гигиены внес М. Петтенкофер, который в результате многолетних лабораторных и статистических исследований превратил гигиену в точную науку. В этот период во многих странах появляются первые гигиенические учреждения, лаборатории, в которых занима-

лись изучением факторов внешней среды. Большое значение приобрели работы К. Фойта по вопросам физиологии и гигиены питания. Им были разработаны первые гигиенические нормы питания, регламентировавшие содержание основных пищевых веществ в суточном рационе человека.

2.3. Развитие гигиены в России

В глубокой древности на русской земле славянские племена имели хотя и очень элементарные, но в определенной мере действенные представления о заразности многих болезней и необходимости борьбы с ними. Для предупреждения инфекционных заболеваний использовали окуривание полынью и другими травами, сжигали одежду и малоценные постройки после смерти больных, организовывали заставы для ограничения перемещения населения во время эпидемий. Археологические раскопки и древние письмена, дошедшие до наших дней, свидетельствуют о внимании, которое уделялось благоустройству городов и деревень. Рекомендовалось строить их на возвышенных, незаболоченных местах, сухих, защищенных от ветра, с достаточным количеством воды для питья и хозяйственных нужд.

В более поздний период, в X—XI веках, уделялось много внимания благоустройству городов, пищевой санитарии и соблюдению санитарных правил в войсках. В России с давних времен умели беречь и сохранять воду, строили для этого шахтные колодцы, тайники (Воронеж, Елец). Первый водопровод и система канализации были сооружены в Новгороде в XI веке. Улицы Новгорода были тщательно замощены и подвергались систематической очистке.

Строительство водопровода в Москве относится к 1633 г. В этот период начала сооружаться и первая канализационная система в виде каналов, отводящих жидкие нечистоты за пределы города.

В период царствования Ивана Грозного создается "Домострой" — документ, в котором даются указания о соблюдении чистоты в жилищах, мытье посуды и правилах питания. Даже в более ранний период были известны противоцинготные свойства овощей.

В XVI веке в Московском государстве появляются первые учебники для детей (азбуковники), в которых даются советы по личной гигиене. Большим событием является выход в свет книги Епифания Славенского (XVII век) "Гражданство обычаев детских", в которой содержатся ценные советы по сохранению здоровья детей, и "Изборниа Святослава" с элементами санитарных правил и полезных советов по предупреждению болезней.

С 1581 г. медицинская помощь на Руси осуществлялась Аптекарской палатой, которая затем была заменена Аптекарским приказом. Это был период появления законов, направленных

на борьбу с заразными болезнями. После большой эпидемии чумы в 1654 г. начался официальный учет всех умерших во время эпидемий.

Неоценима роль Петра I в развитии санитарной культуры в России. Будучи человеком разносторонне образованным и активным реформатором, он упразднил Аптекарский приказ и создал Медицинскую канцелярию, издал указы по охране здоровья населения, учредил запись родившихся и умерших, лично следил за санитарным благополучием и питанием в войсках. В дальнейшем также уделялось много внимания санитарному благополучию войск. Так, в 1793 г. врачом Е. Т. Белопольским был организован надзор за санитарным режимом в казармах, за питанием и водоснабжением войсковых подразделений. Этим вопросам уделял большое внимание А. В. Суворов.

Новым рубежом в развитии медицинских знаний был период, связанный с деятельностью М. В. Ломоносова в основанном им Московском университете в 1755 г. Отличительной чертой М. В. Ломоносова было его широкое мышление, проникающее в глубины многих отраслей знаний. Он сумел собрать и сплотить в университете наиболее передовых, прогрессивных ученых, которые внесли большой вклад в развитие науки, в том числе и медицины. Огромен личный вклад М. В. Ломоносова в развитие отечественной медицины и, в частности, ее профилактического направления. Первым шагом к этому было открытие по инициативе М. В. Ломоносова в 1775 г. медицинского факультета университета. Его взгляды уже тогда носили передовой общегосударственный характер. М. В. Ломоносов писал: "*Нам требуется достаточное количество докторов и аптек с лекарствами. Многие, которые могли бы еще жить, умирают*". Забота о сохранении населения страны здоровым и сильным отражена в его произведении "Рассуждения о размножении и сохранении российского народа". В работе "Первые основания металлургии или рудных дел" М. В. Ломоносов дает ценные советы по организации труда и отдыха рудокопов ("норных людей"), вносит предложение об устройстве естественной вентиляции шахт.

Под влиянием идей М. В. Ломоносова проходило формирование мировоззрения многих отечественных врачей и гигиенистов, таких как первый русский профессор медицинского факультета С. Г. Зыбелин, который в свою очередь уделял большое внимание вопросам гигиены и профилактики.

Развитию гигиены в России во многом способствовал и другой выдающийся отечественный врач М. Я. Мудров, придававший большое значение вопросам медицинского и санитарного обслуживания войск. Им впервые был прочитан цикл лекций на тему: "О гигиене и болезнях, обыкновенных в действующих войсках, а также терапия болезней в лагерях и госпиталях, наиболее бывающих". Актовая речь М. Я. Мудрова (1809) "О пользе и предметах военной гигиены или науки сохранять здоровье во-

еннослужащих" была посвящена актуальным проблемам гигиены вообще и военной гигиены в частности и, что самое главное, определены ее задачи на будущее. Он также написал "Наставление простому народу, как уберечь себя от холеры". У М. Я. Мудрова было много последователей.

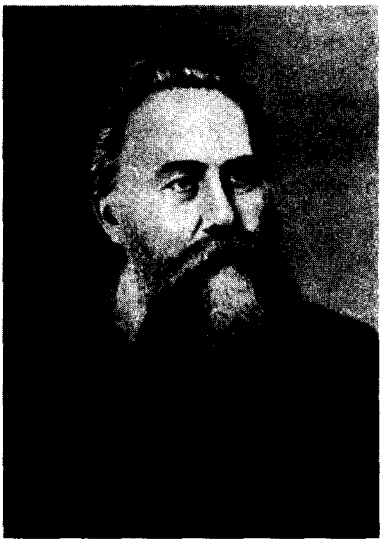
Большое внимание вопросам профилактики уделяли такие выдающиеся медики, как И. Е. Дядьковский, Н. И. Пирогов, Г. А. Захарьин, С. П. Боткин, А. А. Остроумов.

Великий русский хирург Н. И. Пирогов предопределил будущее медицины. Он писал: "*Я верю в гигиену. Вот где заключается истинный прогресс нашей науки. Будущее принадлежит медицине предупредительной. Эта наука принесет несомненную пользу человечеству*". Г. А. Захарьин считал, что лечение лекарственными препаратами должно сочетаться с гигиеническими и оздоровительными мероприятиями.

Вторая половина XIX века ознаменовалась интенсивным развитием гигиены как науки, особенно экспериментальной, что связано с прогрессом в области естествознания, химии и др. Большой вклад в развитие отечественной гигиенической науки внесли в этот период крупнейшие ученые А. П. Доброславин и Ф. Ф. Эрисман, которые по праву считаются основоположниками экспериментального направления гигиены в России. А. П. Доброславин в 1871 г. создал и возглавил первую самостоятельную кафедру гигиены при Петербургской военно-медицинской академии. До этого краткие сведения по гигиене преподавались санитарной полиции в курсе судебной медицины. Педагогическую деятельность А. П. Доброславин сочетал с большой научной работой, особенно в области гигиены питания. В своих научных исследованиях он широко использовал эксперимент. Много полезного сделано ученым для развития санитарной практики. А. П. Доброславин был основателем журнала "Здоровье", руководителем Общества охраны народного здоровья, организатором земской санитарии.

Другим основоположником отечественной гигиены по праву считается Ф. Ф. Эрисман, по происхождению швейцарец, получивший медицинское образование на родине, но посвятивший всю свою жизнь становлению и развитию гигиены в России, где он сформировался как ученый и общественный деятель. Ф. Ф. Эрисман считал гигиену наукой об общественном здоровье. Ему принадлежат исследования близорукости школьников, в которых он впервые делает вывод о зависимости между санитарным благоустройством школьных классов и состоянием зрения учащихся. Большое социально-гигиеническое значение имели проведенные совместно с другими гигиенистами работы Ф. Ф. Эрисмана по изучению условий труда рабочих фабрик и заводов Московской губернии. Они вскрыли прямую зависимость состояния здоровья рабочих от санитарных условий труда и степени эксплуатации, показали классовую сущность пагуб-

А. П. Доброславин (1842—1889)



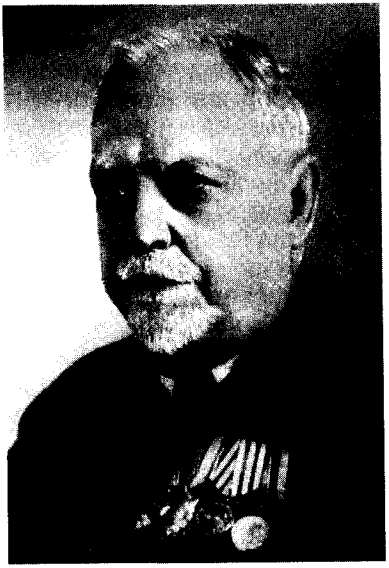
Ф. Ф. Эрисман (1842—1915)

ного влияния "неблагоприятных условий, в которые современная цивилизация поставила этот труд, вполне предоставляя его безграничной эксплуатации со стороны алчных и корыстных предпринимателей". Ф. Ф. Эрисманом были разработаны гигиенические нормы для оценки качества воды, создана первая санитарная станция, которая впоследствии была реорганизована в Московский научно-исследовательский институт гигиены имени Ф. Ф. Эрисмана. Им было написано фундаментальное руководство и несколько монографий по гигиене. Он первым возглавил кафедру гигиены и стал профессором гигиены при медицинском факультете Московского университета. Нет такой области гигиены, в которую не внес бы свой вклад Ф. Ф. Эрисман. Много полезного он сделал для развития земской медицины и санитарной практики. Ф. Ф. Эрисман был не только выдающимся ученым, но и активным общественным деятелем.

Дореволюционная Россия оставила в наследство Советскому государству разруху, голод, повальные эпидемии, крайне неблагополучное санитарное состояние страны, чрезвычайно слабую систему здравоохранения, полностью отражавшую антинародную политику царского правительства.

На самых первых этапах своего существования Советское государство уделило большое внимание развитию здравоохранения, ликвидации эпидемий, борьбе с голодом и нищетой. Создавалась принципиально новая государственная социалистиче-

З. П. Соловьев
(1876—1928)



Н. А. Семашко
(1874—1949)

ская система советского здравоохранения на основе коренной перестройки частной медицины и проведения законодательных мер по охране здоровья советских людей. Проводились широкие гигиенические мероприятия, в которых участвовали не только врачи, но и все население страны.

Основные задачи этой большой работы по решению социально-гигиенических проблем были намечены Программой партии, принятой в 1919 г. на VIII съезде. В Программе подчеркивалась необходимость организации и проведения широких профилактических мероприятий по оздоровлению населенных мест, организации общественного питания на научных началах, предупреждения распространения заразных заболеваний и создания санитарного законодательства. Таким образом, в Программе впервые была подчеркнута необходимость развития профилактического направления советского здравоохранения.

Решающую роль в последующем развитии советского здравоохранения сыграло учреждение на Всероссийском съезде Советов в 1918 г. Наркомздрава РСФСР во главе с крупнейшим социал-гигиенистом и общественным деятелем Н. А. Семашко. Заместителем Н. А. Семашко был назначен З. П. Соловьев — выдающийся гигиенист и организатор здравоохранения.

Большой вклад в развитие гигиенической науки и организацию здравоохранения в первый период становления Советского

государства внесли такие выдающиеся ученые-гигиенисты, как Н. А. Семашко, З. П. Соловьев, А. Н. Сысин, Г. В. Хлопин.

Н. А. Семашко — основоположник социальной гигиены как самостоятельной дисциплины. Им была основана первая в стране кафедра социальной гигиены, которой он руководил в течение 30 лет. Н. А. Семашко писал: "*Все болезни социальные, ибо все они зависят от тех условий, в которых живет человек*". Как Нарком здравоохранения Н. А. Семашко много сделал для принятия законодательств по охране водоисточников, водоснабжению и канализации городов, гигиене питания, труда и др. Им написано много научных трудов по различным разделам гигиены и, в частности, "Очерки по теории организации советского здравоохранения", в которых были заложены основные принципы советского здравоохранения. Большую теоретическую и практическую ценность представляют и другие работы Н. А. Семашко.

Выдающимся гигиенистом был З. П. Соловьев — руководитель и организатор Военно-санитарной службы Советской Армии. Он решал многие вопросы организации гигиенического обеспечения армии (питание, профессиональная гигиена, строительство казарм и др.).

Совместно с Н. А. Семашко З. П. Соловьев внес большой вклад в разработку проблем социальной гигиены и организации здравоохранения.

До 30-х годов гигиена как наука и предмет преподавания была недифференцированной. Ведущие гигиенисты этого периода выступали как специалисты широкого профиля. К ним прежде всего следует отнести Г. В. Хлопина, которым были проведены фундаментальные работы в области гигиены воды и водоснабжения, гигиены труда и профессиональных заболеваний, гигиены умственного труда, предложено много методов гигиенического исследования различных объектов внешней среды и т. д. Под руководством Г. В. Хлопина выросла большая школа советских гигиенистов, написаны и многократно переизданы учебники и практические руководства по гигиене.

Развитию гигиены в СССР способствовала в значительной мере деятельность А. Н. Сысина, который совместно с Н. А. Семашко заложил основы советской санитарии и санитарного законодательства, проводил большую научную и педагогическую работу.

В более поздний советский период в области гигиены успешно работали такие ученые, как А. Н. Марзеев, С. И. Каплун, А. В. Мольков, В. А. Рязанов, С. Н. Черкинский, А. А. Летавет, Ф. Г. Кротков и др.

Одновременно с развитием гигиенической науки и совершенствованием ее преподавания развивалась и укреплялась на научной основе практическая санитарная служба страны. В 1922 г. был издан декрет "О санитарных органах республики". В 1933 г.

вышло Постановление ЦИК и СНК СССР об учреждении Государственной санитарной инспекции. Оно явилось основополагающим документом, который значительно повысил роль санитарной службы в стране и расширил ее полномочия. В этот период создается основное подразделение санитарной службы СССР — санитарно-эпидемиологическая станция (СЭС), в состав которой входит ряд лабораторий и отделов, позволяющих проводить широкую противоэпидемическую и профилактическую работу.

В последние годы (1990—2001) деятельность государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации осуществлялась в совершенно новых правовых, экономических и организационных условиях. За эти годы госсанэпидслужбой была сформирована с учетом новых условий современная законодательная база в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и осуществления государственного санитарно-эпидемиологического надзора. Принято 8 Федеральных законов, среди которых особое значение имеет Федеральный закон "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения", заложивший основы единой федеральной централизованной системы госсанэпиднадзора, обеспечившей единство санитарного законодательства на всей территории страны. В развитии федеральных законов правительством Российской Федерации только в 2000—2001 гг. принято 7 постановлений, утверждены 3 Федеральные целевые программы, направленные на снижение и профилактику инфекционной заболеваемости. В принятых документах получили развитие принципиально новые подходы к регулированию отношений в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения, определены права и их гарантии, обязанности и ответственность субъектов этих отношений.

Огромной заботой об охране здоровья населения и улучшении условий жизни проникнуты положения "Национального плана действий по гигиене окружающей среды Российской Федерации на 2001—2003 годы", одобренного Правительственной комиссией по охране здоровья граждан.

Одним из приоритетов в деятельности госсанэпидслужбы в соответствии с "Национальным планом..." на современном этапе является внедрение государственной системы социально-гигиенического мониторинга за средой обитания и здоровьем населения.

Профилактическая работа проводится широкой сетью ЦГСЭС — республиканских, краевых, областных, окружных, районных и ведомственных. Все они совместно с различными государственными, хозяйственными и общественными организациями осуществляют строгий контроль за охраной окружающей среды и здоровьем населения с учетом современных достижений гигиены, а также данных других областей науки и техники.

Глава 3 | ГИГИЕНА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Нормальная жизнедеятельность организма и его работоспособность тесно связаны с воздухом, его физическими свойствами и химическим составом.

Воздушная среда является необходимым условием жизни на Земле. Она играет важную роль в дыхании человека, животных и растений. Без воздуха немыслимо сохранение жизнеспособности организма. Роль воздуха состоит в снабжении кислородом, удалении продуктов обмена веществ, обеспечении процесса теплообмена.

Многие геологические, гидролитические и энергетические процессы, протекающие на поверхности Земли, тесно связаны с воздушной средой. Воздух является источником некоторых видов сырья, запасы которого практически неисчерпаемы; из него добывают азот, кислород, аргон и гелий.

Велика роль воздушной среды в производственной деятельности человека. Она является резервуаром токсичных и микробных загрязнений (вредные газы, взвешенные частицы, различные микроорганизмы), которые могут отрицательно воздействовать на организм.

В ходе эволюции человек подготавливался природой к восприятию действия различных факторов окружающей среды. Резкие изменения физических свойств и химического состава неблагоприятно отражаются на важнейших функциях организма и приводят к различным заболеваниям. Еще в глубокой древности люди догадывались о влиянии воздушной среды на организм. В частности, Гиппократ (460—377 гг. до н.э.) высказал мысль о связи телесных и душевных свойств человека, особенно больного, с погодой и климатом.

3.1. Физические свойства воздуха и их гигиеническое значение

К основным факторам воздушной среды, влияющим на жизнедеятельность человека, его самочувствие и работоспособность, относятся: физические — солнечная радиация, температура, влажность, скорость движения воздуха, барометрическое давление, электрическое состояние, радиоактивность; химические — содержание кислорода, азота, углекислоты и других составных частей и примесей; механические загрязнители — пыль, дым, а также микроорганизмы.

Перечисленные факторы как в совокупности, так и каждый в отдельности могут оказывать неблагоприятное влияние на организм. Поэтому перед гигиеной стоит задача изучить их поло-

жительное и отрицательное влияние и разработать мероприятия как по использованию положительных свойств (солнечные ванны, закаливающие процедуры, климатическое лечение и др.), так и по предупреждению вредного влияния (солнечные ожоги, охлаждение, перегрев и т. д.).

3.1.1. Солнечная радиация

Солнечная радиация — единственный источник энергии, тепла и света на Земле. Солнце оказывает огромное многообразное влияние на процессы, происходящие в органическом и неорганическом мире. Благодаря солнечной радиации происходят нагревание поверхности земного шара, испарение воды, перемещение воздушных масс, изменение погоды. Она является основным фактором, обусловливающим климат местности.

Под солнечной радиацией понимают испускаемый солнцем интегральный поток радиации, который представляет собой электромагнитное излучение. Основную часть солнечного спектра составляют лучи с чрезвычайно малыми длинами волн, которые измеряются в нанометрах (нм). *В гигиеническом отношении особый интерес представляет оптическая часть солнечного спектра, которая разделяется на три диапазона: инфракрасные лучи с длиной волн от 2800 до 760 нм, видимая часть спектра — от 760 до 400 нм и ультрафиолетовая часть — от 400 до 280 нм.*

При прохождении через воздушную оболочку Земли в результате поглощения, отражения и рассеивания лучистая энергия теряет до 57 % первоначальной мощности. Интенсивность солнечной радиации во многом зависит от высоты стояния Солнца над горизонтом, угла падения лучей, прозрачности атмосферы. При этом в широком диапазоне изменяется и спектральный состав лучистой энергии. Так, если на границе атмосферы ультрафиолетовая часть солнечного спектра составляет 5 %, видимая — 52 % и инфракрасная — 43 %, то, достигая поверхности Земли, эти показатели соответственно равняются 1, 40 и 59 %. Величина солнечной радиации и ее спектральный состав подвержены значительным колебаниям в течение суток, месяцев и сезонов года. Наибольшая интенсивность солнечной радиации

Таблица 3.1. **Соотношение прямой и рассеянной солнечной радиации при различной высоте стояния Солнца над горизонтом (по Н. Н. Калитину)**

Высота стояния Солнца над горизонтом, °С	Отношение прямой солнечной радиации к рассеянной, %
10	1,7
40	47,6
60	85,1

в мае—августе. Солнечная радиация возрастает с увеличением высоты местности над уровнем моря. Так, на высоте 1000 м она составляет около $292,7 \cdot 10^4$ Вт/м^2, а на высоте 3000 м достигает $346,6 \cdot 10^4$ Вт/м^2. С изменением высоты стояния Солнца над горизонтом меняется соотношение прямой и рассеянной солнечной радиации (табл. 3.1).

Установлено, что солнечная радиация оказывает мощное биологическое действие: стимулирует физиологические процессы в организме, изменяет обмен веществ, общий тонус, улучшает самочувствие человека, повышает его работоспособность.

Инфракрасная радиация. Составляет бóльшую часть излучения Солнца и по биологической активности делится на длинноволновую (1500—2500 нм) и коротковолновую (760—1500 нм). Биологическое действие инфракрасной радиации на организм в значительной степени зависит от длины волны и поглощающей способности кожи. Так, лучи с длиной волн от 1500 до 2500 нм поглощаются поверхностным слоем эпидермиса. Наибольшей проникающей способностью обладают коротковолновые лучи (длина волны менее 1000 нм), которые достигают глубоких слоев кожи. Они способны проходить через мозговую оболочку и воздействовать на рецепторы мозга. Вследствие нагрева мозговых оболочек коры больших полушарий возможно развитие солнечного удара. У пострадавших отмечаются сильное возбуждение, потеря сознания, судороги и ряд других изменений. Под воздействием инфракрасной радиации возможны поражение органов зрения в виде катаракты (помутнение хрусталика), изменения иммунологической реактивности организма и др.

Ультрафиолетовая радиация. Оказывает наиболее сильное биологическое действие, особенно лучи с длиной волн от 315 до 290 нм. Влияние этой части спектра связано с непосредственным воздействием на структуру молекулы белка. В результате сложных изменений (денатурация и коагуляция белка) отмечается снижение стойкости белка к ферментам. При этом значительно усиливаются протеолитические процессы в коже, что обусловливает появление в крови гистамина и гистаминоподобных веществ. Воздействуя на нервную систему, эти продукты рефлекторным путем оказывают влияние на весь организм.

УФ-лучи, являясь неспецифическим стимулятором физиологических функций, оказывают положительное влияние на общее самочувствие и работоспособность. Под их действием происходит усиление деятельности надпочечников, щитовидной и других эндокринных желез. УФ-лучи стимулируют белковый, жировой, углеводный и минеральный обмен. Отмечено их действие на функции кроветворения и на иммунологические процессы, что обусловливает повышение защитных сил организма. Дозированное УФ-облучение оказывает положительное влияние на течение таких заболева-

ний, как скарлатина, гастрит, бронхиальная астма, крупозная пневмония, ревматизм и др. Большое значение имеет бактерицидный эффект УФ-радиации, в результате чего происходит обеззараживание воздуха, воды, почвы.

Спектр УФ-излучения солнца делят на две области: А-излучение с длиной волн от 400 до 315 нм и В-излучение с длиной волн от 320 до 280 нм. Однако выделяют еще область С с длиной волн менее 280 нм.

Биологическое действие УФ-радиации зависит не только от количества, но и от качества поглощенной кожным покровом лучистой энергии. Прозрачность кожи для всех длин волн УФ-спектра неодинакова. Установлено, что роговой слой кожи не пропускает лучи короче 200 нм, а эпидермис с сосочковым слоем — лучи с длиной волн менее 313 нм. Следовательно, глубина проникновения УФ-излучения в кожу составляет около 0,5 мм.

Наиболее характерной реакцией организма на воздействие УФ-излучения с длиной волн 400—315 нм является развитие пигментации, которая наступает без предварительного покраснения кожи. Специфической реакцией организма на действие УФ-радиации является развитие эритемы (покраснение). Ее в большей степени способны вызывать лучи с длиной волн 253,7 и 296,7 нм. Механизм возникновения эритемы изучен недостаточно. Считают, что в ее основе лежит сосудорасширяющий эффект гистамина и гистаминоподобных веществ, образующихся в результате УФ-облучения. Кроме того, установлено, что эритема, полученная от воздействия средневолновых УФ-излучений и инфракрасных излучений, значительно отличается от эритемы, развивающейся от коротковолновых излучений (с длиной волн менее 280 нм). Следует иметь в виду, что передозировка УФ-облучения может привести к серьезным последствиям. Даже незначительный перегрев на солнце может сопровождаться эритематозным раздражением кожи, недомоганием, головными болями, повышением температуры тела. В тяжелых случаях могут развиваться ожоги, дерматиты с явлениями экссудации и отечностью. Воздействие УФ-радиации на органы зрения может привести к развитию фотоофтальмии (гиперемия и отек конъюнктивы, блефароспазм, слезотечение, светобоязнь).

Следующей характерной особенностью УФ-излучения с длиной волн 320—280 нм является его способность предупреждать так называемую D-витаминную недостаточность. В этом заключается его специфическое антирахитическое действие. Недостаточное воздействие УФ-излучения на организм человека обусловливает разнообразные проявления D-авитаминоза. В первую очередь нарушается трофика ЦНС, что ведет к ослаблению окислительно-восстановительных процессов. При недостаточности витамина D нарушается фосфор-кальциевый обмен, который тесно связан с процессами окостенения скелета, кислотно-основным состоянием, свертываемостью крови и др.

Отмечаются падение работоспособности и снижение резистентности организма к простудным заболеваниям. Наиболее чувствительны к недостаточности УФ-радиации маленькие дети, у которых в результате D-авитаминоза может развиться рахит. У взрослых вследствие D-авитаминоза отмечается ослабление связочного аппарата суставов, снижение плотности (остеопороз) костей, замедленное срастание их при переломах.

Имеются данные, подтверждающие способность УФ-радиации при длительном чрезмерном облучении вызывать злокачественные опухоли, в частности рак кожи. Наибольшей активностью обладают лучи с длиной волн 253,7 нм, причем отмечено, что рак кожи наблюдается чаще у светлокожих, чем у темнокожих людей и в тех районах земного шара, где интенсивнее солнечная радиация. В России рак кожи в южных районах составляет 20—22 % всех форм рака, в то время как в северных районах он не превышает 7 %.

УФ-голодание возможно в Заполярье, среди жителей промышленных городов, где наблюдаются большое число пасмурных и туманных дней, а также высокая загрязненность атмосферного воздуха промышленными выбросами. Недостаток УФ-облучения могут испытывать рабочие угольной, горнорудной промышленности, больные, длительно находящиеся на постельном режиме.

Недостаточность УФ-радиации отражается на процессах фотосинтеза растений. В частности, у злаковых это приводит к снижению содержания белка и увеличению количества углеводов в зернах.

Для профилактики явлений, связанных с недостаточностью солнечного облучения, широкое применение нашли искусственные источники Уф-излучения: ртутно-кварцевые лампы, эритемные люминесцентные лампы и др.

Бактерицидное действие УФ-радиации (лучи с длиной волн от 275 до 180 нм) используется в медицине при санации воздушной среды в операционных, в асептических блоках аптек, в микробиологических блоках и т. д. Бактерицидные лампы с данным спектром используются для обеззараживания молока, дрожжей, безалкогольных напитков. Они успешно применяются для обеззараживания питьевой воды, лекарств и др.

Видимая радиация. Солнце испускает излучение не только ультрафиолетового и инфракрасного спектра, но и мощный поток видимых лучей. Интенсивность видимого спектра солнечной радиации у поверхности Земли зависит от погоды, высоты стояния Солнца над горизонтом и других факторов. Дневная освещенность в средней полосе нашей страны в июле составляет около 65 000 лк, а в декабре — 4000 лк и менее. На уровень дневной освещенности существенное влияние оказывает запыленность воздуха. Установлено, что в районах с круп-

ной промышленностью интенсивность видимого спектра на 30—40 % меньше по сравнению с районами, где чистый атмосферный воздух.

Свет оказывает значительное психофизиологическое действие на организм. В зависимости от спектрального состава он может вызывать возбуждение и усиливать чувство тепла (оранжево-красная часть спектра). Холодные тона в сине-фиолетовой части спектра усиливают тормозные процессы в ЦНС. Желто-зеленые цвета оказывают успокаивающее влияние на организм. Это используется, например, при эстетическом оформлении аптечных учреждений, предприятий химико-фармацевтической промышленности и др.

Свет усиливает обменные процессы, повышает деятельность отдельных систем организма. Особенно значительное влияние свет оказывает на функцию зрения. Являясь раздражителем зрительного анализатора, свет тем самым оказывает огромное влияние на ЦНС. При этом он играет ведущую роль в процессах восприятия окружающего мира, образовании суточного ритма, представляющего собой закономерное чередование периодов покоя и мышечной активности, процессов возбуждения и торможения. Велика роль света и в процессах фотосинтеза растений.

3.1.2. Температура

Атмосферный воздух нагревается главным образом от почвы и воды за счет поглощенной ими солнечной энергии. Этим объясняется более низкая температура перед восходом Солнца и максимальная — между 13—15 ч, когда поверхностный слой земли максимально прогревается.

Температура воздуха весьма существенно влияет на микроклимат помещений (климат внутренней среды помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей).

Температура воздуха зависит от географической широты. Так, самая высокая средняя годовая температура на земном шаре наблюдается в южных широтах — странах Африки, Южной Америки, Средней Азии. Здесь температура воздуха в теплое время года может достигать 63 °С, в холодный период понижаться до —15 °С. Самая низкая температура на нашей планете отмечается в Антарктиде, где она может понижаться до —94 °С. Температура воздуха значительно снижается с увеличением высоты над уровнем моря. Нагретые приземные слои воздуха поднимаются и постепенно охлаждаются в среднем на 0,6 °С на каждые 100 м подъема. От экватора к полюсам дневные колебания температуры уменьшаются, годовые — увеличиваются. Вода морей и океанов, аккумулируя тепло, смягчает климат, де-

лает его более теплым, уменьшает суточные и сезонные колебания температуры.

Под воздействием температуры происходят различные физиологические сдвиги во многих системах организма. В зависимости от величины температуры могут наблюдаться явления перегревания или охлаждения. При повышенных температурах (25—35 °С) окислительные процессы в организме несколько снижаются, но в дальнейшем они могут возрастать. Дыхание учащается и становится поверхностным. Легочная вентиляция вначале возрастает, а затем остается без изменений.

Длительное воздействие высокой температуры приводит к значительному нарушению водно-солевого и витаминного обмена. Особенно характерны эти изменения при выполнении физической работы. Усиленное потоотделение ведет к потере жидкости, солей и водорастворимых витаминов.

Например, при тяжелой работе в условиях высокой температуры воздуха может выделяться до 10 л и более пота, а с ним до 30—40 г хлорида натрия. Установлено, что потеря 28—30 г хлорида натрия ведет к понижению желудочной секреции, а бóльших количеств — к мышечным спазмам и судорогам. При сильном потоотделении потери водорастворимых витаминов (С, B_1, B_2) могут достигать 15—25 % суточной потребности.

Значительные изменения при воздействии температуры отмечаются в сердечно-сосудистой системе. Усиливается кровоснабжение кожи и подкожной клетчатки за счет расширения системы капилляров, учащается пульс. При одной и той же физической нагрузке частота пульса тем больше, чем выше температура воздуха. Частота сердечных сокращений возрастает вследствие раздражения терморецепторов, повышения температуры крови и образования продуктов метаболизма. Артериальное давление, как систолическое, так и в большей степени диастолическое, при действии высоких температур снижается. Повышается вязкость крови, увеличивается содержание гемоглобина и эритроцитов.

Высокая температура оказывает неблагоприятное влияние на ЦНС, проявляющееся в ослаблении внимания, замедлении двигательных реакций, ухудшении координации движений.

Длительное воздействие высокой температуры на организм может привести к ряду заболеваний. Наиболее частым осложнением является перегревание (тепловая гипертермия), возникающее при избыточном накоплении тепла в организме. Различают легкую и тяжелую формы перегревания. При легкой форме основным признаком гипертермии является повышение температуры тела до 38 °С и более. У пострáдавших наблюдаются гиперемия лица, обильное потоотделение, слабость, головная боль, головокружение, искажение цветового восприятия предметов (окраска в красный, зеленый цвета), тошнота, рвота.

В тяжелых случаях перегревание протекает в форме теплового удара. Наблюдаются быстрый подъем температуры до 41 °С и выше, падение артериального давления, потеря сознания, нарушение состава крови, судороги. Дыхание становится частым (до 50—60 в минуту) и поверхностным. При оказании первой помощи необходимо принять меры к охлаждению организма (прохладный душ, ванна и др.).

В результате нарушения водно-солевого баланса при высокой температуре может развиться судорожная болезнь, а при интенсивном прямом облучении головы — солнечный удар.

Под воздействием низких температур снижается температура кожи, особенно открытых участков тела. *При этом отмечаются одновременно ухудшение тактильной чувствительности и понижение сократительной способности мышечных волокон. При значительном охлаждении изменяется функциональное состояние ЦНС, что обусловливает ослабление болевой чувствительности, адинамию, сонливость, снижение работоспособности. Понижение температуры отельных участков тела приводит к болевым ощущениям, сигнализирующим об опасности переохлаждения.*

Местное и общее охлаждение организма является причиной простудных заболеваний: ангин, ОРВИ, пневмоний, невритов, радикулитов, миозитов и др.

Действие температуры на организм определяется не только ее абсолютной величиной, но и амплитудой колебаний. Организм труднее приспосабливается к частым и резким колебаниям температуры. Многое зависит и от того, с какой влажностью и скоростью движения воздуха сочетается этот фактор. Повышенная влажность при низких температурах, увеличивая теплопроводность воздуха, усиливает его охлаждающие свойства. Особенно возрастает отдача тепла с увеличением подвижности воздуха.

3.1.3. Влажность

Влажность воздуха обусловливается испарением воды с поверхности морей и океанов. Вертикальный и горизонтальный воздухообмен способствует распространению влаги в тропосфере Земли. Относительная влажность подвержена суточным колебаниям, что связано прежде всего с изменением температуры. Чем выше температура воздуха, тем большее количество водяных паров требуется для его полного насыщения. При низких температурах необходимо меньшее количество водяных паров для максимального насыщения.

В гигиеническом отношении наиболее важное значение имеют относительная влажность и дефицит насыщения. Эти показатели дают представление о степени насыщения воздуха водяными парами и свидетельствуют о возможности отдачи тепла путем испарения. С возрастанием дефицита влажности увеличивается способность воздуха к приему водяных паров. В этих

Таблица 3.2. **Влияние влажности воздуха при различных его температурах на выделение влаги человеческим организмом (по Л. К. Хоцянову)**

Температура окружающего воздуха, °С	Потеря воды через кожу и легкие, г/ч	
	при очень сухом воздухе	при очень влажном воздухе
15	36,3	9,0
20	54,1	15,3
25	75,4	23,9

условиях более интенсивно будет протекать отдача тепла в результате потоотделения (табл. 3.2).

В зависимости от степени влажности воздуха по-разному ощущается действие температуры. Высокая температура воздуха в сочетании с низкой его влажностью переносится человеком значительно легче, чем при высокой влажности. С увеличением влажности воздуха снижается отдача тепла с поверхности тела испарением.

Насыщение воздуха водяными парами в условиях низкой температуры будет способствовать переохлаждению тела. Важно знать, что потоотделение и испарение при температуре тела выше 35 °С являются основными путями отдачи тепла в окружающую среду. Установлено, что при обычных метеорологических условиях наиболее оптимальной относительной влажностью является 40—60 %.

3.1.4. Скорость движения

Как известно, воздух практически постоянно находится в движении, что связано с неравномерностью нагрева земной поверхности солнцем. Разница в температуре и давлении обусловливает перемещение воздушных масс. Движение воздуха принято характеризовать направлением и скоростью. Отмечено, что для каждой местности характерна закономерная повторяемость ветров преимущественно одного направления. Для выявления закономерности направлений используют специальную графическую величину — розу ветров, представляющую собой линию румбов, на которых отложены отрезки, соответствующие по длине числу и силе ветров определенного направления, выраженного в процентах по отношению к общему их числу. Знание этой закономерности позволяет правильно осуществлять взаиморасположение и ориентацию жилых зданий, больниц, аптек, санаториев, промышленных предприятий и др.

Скорость движения воздуха определяется числом метров, пройденных им в секунду. Скорость перемещения воздушных масс играет существенную роль в процессах теплообмена организма.

Сильный ветер резко увеличивает теплоотдачу путем конвекции и испарения пота. В жаркие дни ветер оказывает благоприятное влияние на организм, так как предохраняет его от перегревания. При низких температурах и высокой влажности движение воздуха способствует переохлаждению.

Сильный и продолжительный ветер оказывает неблагоприятное влияние на нервно-психическое состояние, на общее самочувствие, затрудняет выполнение физической работы, увеличивает нагрузку при движении. Наконец, гигиеническое значение движения воздуха заключается в том, что оно способствует вентиляции жилых, общественных зданий и промышленных помещений, а также играет важную роль в удалении и самоочищении поступающих в атмосферу загрязнений (пыль, пары, газы и др.).

3.1.5. Атмосферное давление

Жизнь человека протекает в основном на поверхности Земли на высоте, близкой к уровню моря. При этом организм находится под постоянным давлением столба воздуха окружающей атмосферы. На уровне моря эта величина равна 101,3 кПа (760 мм рт. ст., или 1 атм). Вследствие того что наружное давление полностью уравновешивается внутренним, наш организм практически не ощущает тяжести атмосферы.

Атмосферное давление подвержено суточным и сезонным колебаниям. Чаще всего эти изменения не превышают 200—300 Па (20—30 мм рт. ст.). Здоровые люди обычно не замечают этих колебаний и они практически не оказывают влияния на их самочувствие. Однако у определенной категории, например лиц пожилого возраста, страдающих ревматизмом, невралгиями, гипертонической болезнью и другими заболеваниями, эти колебания вызывают изменение самочувствия, приводят к нарушению отдельных функций организма.

В промышленности, авиации, на водном транспорте выполняются работы, связанные с воздействием повышенного или пониженного атмосферного давления.

Пониженное атмосферное давление. С действием пониженного атмосферного давления человек сталкивается при полетах на летательных аппаратах, восхождении на горы, геологических изысканиях в горах, работе на открытых горных рудниках и т. д.

Подъем и пребывание на высоте связаны с воздействием на организм пониженного барометрического давления и низкого парциального давления газов, в первую очередь кислорода. *Эти факторы обусловливают симптомокомплекс так называемой горной болезни, в развитии которой ведущую роль играет кислородное голодание. В результате нарушения деятельности ЦНС появляются усталость, сонливость, тяжесть в голове, головная боль, нарушение координации движений, повышенная возбудимость, сменяю-*

щаяся апатией и депрессией. При более глубокой гипоксии отмечаются нарушения работы сердца: тахикардия, пульсация артерий (сонной, височной и др.), изменения ЭКГ. Нарушается моторная и секреторная функции желудочно-кишечного тракта, меняется периферический состав крови.

Более значительное и резкое падение атмосферного давления может вызвать явления декомпрессии. Это опасное осложнение возникает в результате выделения газов, обычно растворенных при нормальном барометрическом давлении, из крови и тканевых жидкостей и сопровождается болями в мышцах, суставах, костях. Наиболее грозным осложнением декомпрессионной болезни является воздушная эмболия.

Для повышения устойчивости организма к условиям пониженного атмосферного давления необходима акклиматизация. Специфические методы тренировки с учетом действия отмеченных факторов позволяют повысить репродуктивную способность костного мозга, увеличить содержание эритроцитов и гемоглобина в крови. При этом возрастает кислородная емкость крови, что облегчает диффузию кислорода из крови в ткани. В процессе акклиматизации улучшается распределение крови, в частности увеличивается кровоснабжение мозга и сердца за счет расширения их кровеносных сосудов и сужения сосудов кожи, мышц и некоторых внутренних органов.

К мероприятиям по акклиматизации к кислородной недостаточности следует отнести тренировки в барокамерах, пребывание в условиях высокогорья, закаливание и др. Положительное влияние оказывает прием повышенных количеств витаминов С, B_1, B_2, B_6, PP, фолиевой кислоты и витамина Р.

Повышенное атмосферное давление. Действию повышенного барометрического давления подвергается определенная категория лиц: водолазы, рабочие подводных и подземных строительных работ. Кратковременному (мгновенному) воздействию высокого давления подвергаются лица при разрыве бомб, мин, снарядов, а также при выстрелах и запусках ракет.

Чаще всего работа в условиях повышенного атмосферного давления осуществляется в специальных камерах-кессонах или скафандрах. При работе в кессонах различают три периода: компрессия, пребывание в условиях повышенного давления и декомпрессия. Компрессия характеризуется незначительными функциональными нарушениями: шум в ушах, заложенность, болевые ощущения вследствие механического давления воздуха на барабанную перепонку.

Тренированные люди эту стадию переносят легко, без неприятных ощущений.

Пребывание в условиях повышенного давления обычно сопровождается легкими функциональными нарушениями: урежением пульса и частоты дыхания, снижением максимального и повышением минимального артериального давления, пони-

кением кожной чувствительности и слуха. Наблюдается усиление перистальтики кишечника, повышение свертываемости крови, уменьшение содержания гемоглобина и эритроцитов. Важной особенностью этой фазы является насыщение крови и тканей растворенными газами (сатурация), особенно азотом. Этот процесс продолжается до тех пор, пока давление газов в организме и окружающей среде не достигнет равновесия. В период декомпрессии в организме наблюдается обратный процесс — выведение из тканей газов (десатурация). При правильно организованной декомпрессии растворенный азот в виде газа выделяется через легкие (за 1 мин — 150 мл азота). Однако при быстрой декомпрессии азот не успевает выделяться и остается в крови и тканях в виде пузырьков, причем наибольшее количество их скапливается в нервной ткани и подкожной клетчатке. Отсюда и из других органов азот поступает в кровеносное русло и вызывает газовую эмболию (кессонная болезнь). Характерным признаком этого заболевания являются тянущие боли в области суставов и мышц. При эмболии кровеносных сосудов ЦНС наблюдаются головокружение, головная боль, расстройство походки, речи, судороги. В тяжелых случаях возникают парезы конечностей, расстройство мочевыделения, поражаются легкие, сердце, глаза и т. д. Для предупреждения возможного развития кессонной болезни важны правильная организация декомпрессии и соблюдение рабочего режима.

3.1.6. Комплексное воздействие микроклиматических факторов на организм

В процессе жизнедеятельности организм человека испытывает комплексное воздействие физических факторов воздушной среды: температуры, влажности, барометрического давления и др. В зависимости от сочетания и величины этих факторов может отмечаться как благоприятное, так и отрицательное воздействие на организм. Знание закономерностей комплексного действия на организм физических факторов позволяет определить параметры таких сочетаний, которые соответствовали бы оптимальным условиям жизнедеятельности организма.

Как известно, нормальная жизнедеятельность организма и высокая работоспособность возможны лишь в том случае, если сохраняется температурное постоянство организма в определенных границах (36,1—37,2 °С), имеется тепловое равновесие его с окружающей средой, т. е. соответствие между процессами теплопродукции и теплоотдачи. В случае преобладания одного процесса над другим возможно перегревание или переохлаждение организма. Так, интенсивная потеря тепла вызывает переохлаждение, обусловливающее снижение резистентности организма к воздействию внешних факторов, вследствие чего увеличивается число простудных заболеваний, обостряются хронические процессы.

Несмотря на значительные колебания микроклиматических факторов окружающей среды, в организме человека поддерживается постоянная температура тела. Это обусловлено деятельностью механизмов химической и физической терморегуляции, находящихся под контролем ЦНС. Под химической терморегуляцией понимают способность организма изменять интенсивность обменных процессов, что и определяет увеличение или уменьшение образующегося тепла. Физическая терморегуляция осуществляется за счет рефлекторного расширения или сужения поверхностных сосудов кожи.

Тепло вырабатывается всем организмом, но наибольшее количество его образуется в мышцах и печени. В зависимости от состояния температуры воздуха основной обмен изменяется в широких границах. Так, с понижением температуры окружающей среды (ниже 15 °С) теплопродукция организма возрастает, при температуре от 15 до 25 °С наблюдается ее постоянство, а с повышением температуры от 25 до 35 °С теплопродукция сначала уменьшается, а затем увеличивается (при температуре 35 °С и выше). Эта закономерность хорошо прослеживается на цифрах кислорода как показателя основного обмена (рис. 3.1).

Теплопродукция зависит также от интенсивности и тяжести физической нагрузки. Кроме того, тепло поступает извне за счет солнечной радиации, от нагретых предметов, в результате приема горячей пищи и др.

Одновременно с процессами накопления тепла в организме непрерывно происходит выделение его во внешнюю среду. *Теплоотдача осуществляется лучеиспусканием (радиационный путь), проведением (конвекция и кондукция), потоотделением и испарением влаги с поверхности кожи. Передача тепла конвекцией происходит за счет нагревания прилегающего к телу воздуха. При кондукции тепло отдается поверхностям окружающих предметов, с которыми соприкасается человек. Потеря тепла за счет излучения происходит при наличии предметов и ограждений,*

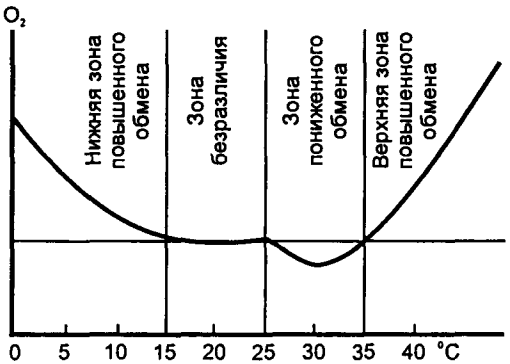


Рис. 3.1. Изменение обмена веществ (по потреблению кислорода) в зависимости от температуры воздуха (по М. Е. Маршаку).

Таблица 3.3. **Динамика температуры кожи при различных метеорологических условиях (по Л. К. Хоцянову)**

Температура воздуха, °С	Температура кожи, °С		
	при неподвижном воздухе	при движении воздуха	разница в температуре кожи
18,1	29,5	22,1	7,4
20,7	30,2	24,7	5,5
23,5	31,5	25,0	6,5
27,5	33,5	31,0	2,5
34,0	34,6	34,0	0,6

имеющих более низкую температуру, чем температура кожи человека. Отдача тепла происходит в результате испарения пота с поверхности кожи. Наконец, незначительное количество тепла отдается во внешнюю среду с выдыхаемым воздухом и физиологическими отправлениями.

Количество отдаваемого организмом тепла в значительной степени зависит от физических свойств воздушной среды. Так, передача тепла конвекцией возрастает с увеличением скорости перемещения воздуха, разницы температуры тела человека и воздуха, площади поверхности тела. При уменьшении разницы температур отдача тепла конвекцией снижается, а при температуре 35—36 °С и выше совсем прекращается. Существенное влияние на отдачу тепла конвекцией оказывает скорость перемещения воздушных масс (табл. 3.3).

Поверхность тела человека является источником теплоизлучения. Отдача тепла излучением осуществляется по тому же механизму, который свойствен каждому телу, имеющему температуру выше абсолютного нуля (273 °К). При этом количество излучаемого тепла зависит от температуры окружающих стен — помещения, предметов, ограждений и т. д. Отдача тепла излучением возрастает с увеличением разницы между температурой тела человека и температурой окружающих предметов. Если температура окружающих человека поверхностей превышает 35 °С, то отдача тепла излучением прекращается и, наоборот, наблюдается поглощение тепла. Резкое нарушение радиационного баланса может привести к перегреванию или охлаждению организма. При разности температур человека и среды, близкой к нулю, или в том случае, когда температура окружающего воздуха выше температуры кожи, основным процессом теплоотдачи является испарение.

Интенсивность испарения зависит от влажности воздуха и его скорости, так как эти факторы определяют коэффициент массоотдачи влаги. Так, при температуре воздуха выше 35 °С и умеренной влажности потеря влаги испарением может дости-

Таблица 3.4. **Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (извлечение из СанПиН 2.2.4.548—96)**

Период года	Категория работ по уровню энерготрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Iа (до 139)	22—24	21—25	60—40	0,1
	Iб (140—174)	21—23	20—24	60—40	0,1
	IIа (175—232)	19—21	18—22	60—40	0,1
	IIб (233—290)	17—19	16—20	60—40	0,2
	III (более 290)	16—18	15—19	60—40	0,3
Теплый	Iа (до 139)	23—25	22—26	60—40	0,1
	Iб (140—174)	22—24	21—25	60—40	0,1
	IIа (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

гать 5 л, а при более высоких температурах — 10 л/сут. При испарении 1 г воды теряется около 2,51 кДж (0,6 ккал) тепла.

Изучение сочетанного действия ряда физических факторов на организм позволило определить наиболее оптимальные их величины для жилых помещений: температура 18—20 °С, влажность 40—60 %, скорость движения воздуха 0,1—0,2 м/с.

В производственных условиях данные факторы нормируются по оптимальным и допустимым величинам. ***Оптимальные*** *величины характеризуются таким сочетанием параметров температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха, которые при длительном и систематическом воздействии на организм человека обеспечивают ощущение теплового комфорта, способствуют высокой работоспособности* (табл. 3.4).

Допустимые *микроклиматические условия — сочетание параметров микроклимата, которые могут обусловить преходящие и быстро нормализующиеся изменения в организме человека, не выходящие за пределы физиологических приспособительных колебаний* (табл. 3.5).

Нормирование микроклиматических условий в производственных помещениях осуществляется с учетом категории работ и соответствующих энергозатрат организма.

В указанных нормах при легкой работе принята несколько более высокая температура воздуха и меньшая скорость его движения, чем при более тяжелом труде. Таким образом, с учетом комплексного воздействия микроклиматических факторов устанавливаются наиболее благоприятные сочетания их для жизнедеятельности человека и его работоспособности. При

Таблица 3.5. **Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (извлечение из СанПиН 2.2.4.548—96)**

Период года	Категория работ по уровню энерготрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальной	для диапазона температур воздуха выше оптимальной
Холодный	Iа (до 139)	20,0—21,9	24,1—25,0	19,0—26,0	15—75*	0,1	0,1
	Iб (140—174)	19,0—20,9	23,1—24,0	18,0—25,0	15—75	0,1	0,2
	IIа (175—232)	17,0—18,9	21,1—23,0	16,0—24,0	15—75	0,1	0,3
	IIб (233—290)	15,0—16,9	19,1—22,0	14,0—23,0	15—75	0,2	0,4
	III (более 290)	13,0—15,9	18,1—21,0	12,0—22,0	15—75	0,2	0,4
Теплый	Iа (до 139)	21,0—22,9	25,1—28,0	20,0—29,0	15—75*	0,1	0,2
	Iб (140—174)	20,0—21,9	24,1—28,0	19,0—29,0	15—75*	0,1	0,3
	IIа (175—232)	18,0—19,9	22,1—27,0	17,0—28,0	15—75*	0,1	0,4
	IIб (233—290)	16,0—18,9	21,1—27,0	15,0—28,0	15—75*	0,2	0,5
	III (более 290)	15,0—17,9	20,1—26,0	14,0—27,0	15—75*	0,2	0,5

* При температуре воздуха 25 °С и выше максимальные величины относительной влажности воздуха не должны выходить за пределы 70 % (при t 25 °С); 65 % (при t 26 °С); 60 % (при t 27 °С); 55 % (при t 28 °С).

этом следует отметить, что состояние теплового комфорта зависит также от вида одежды, индивидуальных особенностей человека, тренированности и др.

3.1.7. Электрическое состояние воздушной среды

К физическим факторам воздушной среды относится атмосферное электричество, в понятие которого входят ионизация воздуха, электрическое и магнитное поля земной атмосферы.

Ионизация воздуха — процесс образования в нем электрозаряженных частиц различной физической и химической природы. В воздухе постоянно содержатся положительно и отрицательно заряженные твердые и жидкие аэрозольные частицы, смеси атомарных и молекулярных комплексных газовых ионов.

Ионизация воздуха происходит под влиянием излучений радиоактивных веществ (α- и β-частицы, γ-лучи), содержащихся в почве, воде и в самом воздухе (радон и продукты его распада, торон и др.), УФ-радиации, рентгеновских и космических лучей. Кроме того, ионы образуются при электрических разрядах в атмосфере, при процессах нагревания, распыления, дробления и т. д.

Ионизационное состояние воздуха как в атмосфере, так и в производственных помещениях характеризуется прежде всего концентрацией ионов каждого вида в 1 мл воздуха. При этом ионы, существующие самостоятельно или присоединившиеся к нейтральным молекулам кислорода, озона, азота и его окислов, принято называть легкими ионами (n^+, n^-).

Если ионы присоединяются к частицам дыма, пыли, тумана и др., то образуются ионы более крупных размеров, которые называются тяжелыми, или ионами Ланжевена (N^+, N^-). Наряду с процессами образования ионов постоянно идет процесс их нейтрализации. Благодаря этому количество ионов в воздухе находится в подвижном равновесии. Для характеристики ионизации воздуха используется коэффициент униполярности (q), показывающий отношение числа положительных ионов к числу отрицательных:

$$q_{\text{лег.}} = \frac{n^+}{n^-} \quad \text{или} \quad q_{\text{тяж.}} = \frac{N^+}{N^-}.$$

Непосредственно у земной поверхности концентрация легких положительных аэроионов (n^+) закономерно выше, чем отрицательных (q = 1,1—1,3).

Количество ионов в воздухе, соотношение их зарядов могут колебаться в широких пределах. Это зависит от характера почвы и растительности, влажности и движения воздуха, степени его загрязненности, времени года, радиоактивности внешней среды. Например, в воздухе многих курортов и в сельской местности содержание ионов n^+, n^- может достигать 4000 в 1 мл,

в то время как в промышленных городах чаще всего оно составляет от 200 до 400 в 1 мл. Резкое снижение ионов в атмосфере городов обусловлено прежде всего загрязненностью воздуха. На берегу моря во время прибоя, у горных рек, водопадов и фонтанов вследствие ионизации частичек распыленной воды число легких ионов, особенно отрицательно заряженных, увеличивается до 40 000 в 1 мл.

Более интенсивная ионизация воздуха отмечается в производственных помещениях. Так, при работе рентгеновских аппаратов концентрация n^+ может достигать 386 000, n^- — 6530 ионов в 1 мл, а при электросварке — 10 000 ионов с коэффициентом униполярности 0,03—0,25.

Степень ионизации воздуха имеет санитарное значение. Поскольку тяжелые ионы чаще всего представлены заряженными аэродисперсиями (дым, пылевые частицы, туманы и др.), по их количеству можно косвенно судить о степени загрязнения воздуха. Чем сильнее загрязнен воздух, тем больше в нем содержится тяжелых ионов и тем выше коэффициент униполярности.

Установлено, что аэроионы оказывают различное действие на организм. В частности, отрицательные, в большей мере легкие, ионы обладают тонизирующим влиянием, активизируют обменные процессы, повышают деятельность парасимпатических отделов нервной системы и др. В свою очередь положительные ионы оказывают угнетающее действие на организм, вызывают снижение работоспособности и повышение артериального давления.

Положительное влияние ионизированного воздуха используют в лечебной практике, в производственных и жилых помещениях, на транспорте и т. д. Вместе с тем следует отметить, что биологическое действие ионов изучено еще недостаточно.

Установлено, что между воздухом и земной поверхностью существует электрическое поле, характеризующееся напряженностью, измеряемой величиной потенциала (вольт) на единицу длины (метр). Эта величина называется градиентом электрического потенциала. Среднее его значение у поверхности Земли составляет 120 В/м; с высотой величина градиента уменьшается.

Человек в электрическом поле Земли подвергается воздействию разности потенциалов между уровнем головы к подошвами примерно в 200—250 В.

Напряженность электрического поля атмосферы колеблется в широких пределах в зависимости от сезона года, состояния погоды, атмосферного давления, скорости перемещения воздуха, географических и других факторов. Биологическое действие электрического поля атмосферы исследовано еще недостаточно.

3.1.8. Радиоактивность воздушной среды

Кроме перечисленных выше физических факторов воздушной среды, человек и другие живые существа постоянно подвер-

гаются воздействию небольших доз ионизирующего излучения. Источниками естественного радиоактивного фона являются космические лучи и радиоактивные вещества, содержащиеся в воздухе, почве, горных породах и воде.

Естественная радиоактивность воздуха определяется прежде всего содержанием в нем таких газов, как радон, актион и торон — продуктов распада радия, актиния и тория, находящихся в земных породах. Кроме того, в воздухе содержатся углерод-14, аргон-41, фтор-18 и ряд других изотопов, образующихся в результате бомбардировки атомов кислорода, водорода и азота космическими лучами.

Наряду с радиоактивными аэрозолями в атмосферу могут попадать незначительные количества естественных радиоактивных веществ (Ra, K^{40}, U и т. д.), что отмечается при разрушении земных пород, разложении органических веществ.

Естественная радиоактивность воздушной среды колеблется в пределах $2 \cdot 10^{-14} \div 4{,}4 \cdot 10^{-13}$ Ku/л ($7{,}4 \cdot 10^{-13} \div 1{,}6 \cdot 10^{-11}$ ГБк). Отмечено, что на суше она несколько выше, чем над водой. При этом человек подвергается как внутреннему облучению за счет вдыхания α-, β- и γ-излучающих веществ, так и внешнему воздействию (почва, космические лучи). Общая суммарная доза облучения человека может достигать 175 мбэр/год[1].

В зависимости от географической широты, природных условий и концентрации естественных радиоизотопов в породах и почвах эта величина может подвергаться существенным колебаниям.

В геохимических провинциях с высоким содержанием тория в монацитовых песках дозы внешнего облучения возрастают в 2—38 раз (штаты Керала и Мадрас в Индии). Наряду с естественными радиоактивными элементами в воздушной среде присутствуют радиоактивные элементы, которые появились в результате взрывов ядерного оружия и широкого использования радиоактивных веществ в народном хозяйстве.

3.2. Погода, климат и их гигиеническое значение

Погода определяется физическим состоянием атмосферы над той или иной территорией в данное время и характеризуется определенной совокупностью метеорологических факторов: солнечной радиации, барометрического давления, температуры, влажности, скорости и направления ветра и др.

Погода может постепенно или резко изменяться в течение определенного периода (суток, недели). При этом различают периодические и апериодические изменения. В отличие от пе-

[1] 1 бэр равен 0,01 Зв (зиверта) или 1 мбэр равен 0,00001 мЗв.

риодических апериодические изменения характеризуются резким изменением погодных факторов (передвижение воздушных масс, барометрическое давление, температура и др.).

Здоровый человек обычно незаметно для самочувствия переносит изменения, происходящие в организме под влиянием периодических колебаний метеорологических факторов. С возрастом, особенно после перенесенных заболеваний, адаптационные способности организма ослабевают. Резкие колебания метеорологических факторов (апериодические) создают повышенную нагрузку на регуляторный аппарат организма, вызывая перенапряжение физиологических механизмов адаптации, что приводит к различным нарушениям функций организма. Вот почему резкие колебания погоды (резкое падение или повышение атмосферного давления) вызывают у многих лиц ухудшение самочувствия: головные боли, головокружение, шум в ушах, одышку, боли в области сердца, ногах, руках и др. Следует отметить, что эти явления наиболее часто наблюдаются за 1—2 дня до резкой смены погоды. В этот период отмечается обострение гипертонической болезни и стенокардии у 70—80 % больных, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями.

В основе механизма возникновения метеотропных реакций лежит действие электромагнитных импульсов, под влиянием которых наблюдаются функциональные нарушения ЦНС, тонуса сосудов и обмена веществ, а также повышение уровня холестерина, протромбина в крови, понижение активности каталазы и др. В период магнитных бурь увеличивается число вызовов скорой медицинской помощи по поводу обострений гипертонической болезни, инсультов и инфарктов миокарда (рис. 3.2).

Климат — закономерный для данного района режим погоды. К основным климатообразующим факторам относятся географическая широта и долгота, лучистая энергия Солнца, характер поверхности (суша, вода, рельеф, высота над уровнем моря, растительность), циркуляция воздушных масс. К числу климатообразующих факторов следует отнести также целенаправленную деятельность человека — создание искусственных морей, лесозащитных полос, изменение направления течения рек.

Наша страна отличается большим многообразием климатических условий. По данным средних температур января и июля территория России разделяется на четыре климатических района: холодный — с температурой января от −28 до −14 °С и июля от 4 до 22 °С; умеренный — с температурой января от —14 до −4 °С и июля от 10 до 22 °С; теплый — с температурой января от −4 до 0 °С и июля от 22 до 28 °С; жаркий — с температурой января от −4 °С до 10 °С и июля от 28 до 34 °С.

В зависимости от ландшафтных условий и с учетом физико-географических особенностей местности территорию России предложено разделить на 12 типов климата: вечного мороза,

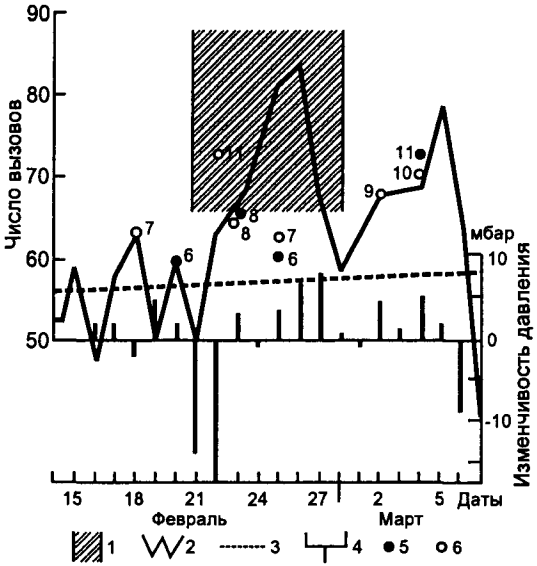


Рис. 3.2. Рост числа вызовов скорой медицинской помощи по поводу гипертонической болезни, инсультов и инфарктов миокарда во время большой магнитной бури 21—28 февраля 1973 г. в Риге.

1 — магнитная буря; 2 — суточное число вызовов по поводу гипертонической болезни; 3 — среднемесячное число вызовов по поводу гипертонической болезни; 4 — межсуточная изменчивость давления воздуха; 5 — пики вызовов по поводу инсульта; 6 — пики вызовов по поводу инфаркта миокарда. Цифры у кружков — число вызовов в сутки.

тундры, тайги, широколиственных лесов, умеренного пояса, муссонов, степей, тропических пустынь и т. д. Данная классификация одновременно учитывает сумму метеорологических, географических и ландшафтных условий, оказывающих влияние на здоровье населения.

Кроме того, существуют местные разновидности климата: морской, континентальный, степной, горный и др. *Все климатические зоны можно разделить на зоны щадящего и раздражающего климата. Щадящий климат характеризуется незначительной амплитудой колебаний барометрического давления, влажности, температуры и движения воздуха. Холодный континентальный климат относится к раздражающему, так как вызывает перенапряжение терморегуляторных механизмов, что важно учитывать лицам с ослабленным здоровьем и больным.* Изучением закономерностей влияния климатических факторов на организм человека занимается биоклиматология.

Благоприятное воздействие климата на здоровье и самочувствие человека (климатолечение) успешно используется в ку-

рортологии. Отрицательное влияние климатических условий на здоровье населения прежде всего отражается на сезонном характере ряда заболеваний. Установлено, что в холодный период года наиболее часто регистрируются такие заболевания, как ОРВИ, ангины, пневмонии, миозиты, невриты и т. д. В ряде стран обнаружена четко выраженная сезонность в количестве смертей, так в США, минимум для Нью-Йорка, Лос-Анджелеса и Чикаго приходится на летние месяцы, а максимум — на зимние.

Отмечено, что здоровый организм легче приспосабливается к меняющимся климатическим условиям. В процессе адаптации к условиям жаркого климата отмечается уменьшение частоты пульса, дыхания, снижение артериального давления, температуры тела и обмена веществ.

При акклиматизации к низким температурам наблюдается повышение обмена веществ, увеличение теплопродукции, объема циркулирующей крови, снижение в крови уровня витаминов C, B_1 и нарушение синтеза витамина D. Адаптация к жаркому климату обычно проходит сложнее, чем к холодному.

3.3. Химический состав атмосферного воздуха и его гигиеническое значение

Атмосферный воздух по химическому составу представляет собой смесь газов с различным удельным содержанием (табл. 3.6).

Химический состав мало меняется с высотой. Однако ввиду того что с высотой воздух разрежается, содержание каждого газа в единице объема уменьшается.

Азот составляет основную массу атмосферы. Он принадлежит к индифферентным газам и играет роль разбавителя кислорода. При избыточном давлении (4 атм) азот может оказывать наркотическое действие.

В природе идет непрерывный круговорот азота, в результате чего азот атмосферы под влиянием электрических разрядов превращается в окислы азота, которые с осадками поступают в

Таблица 3.6. **Химический состав атмосферного воздуха (по В. А. Рязанову)**

Газ	Химический состав, об. %	Газ	Химический состав, об.%
Азот	78,09	Метан	0,00022
Кислород	20,95	Криптон	0,0001
Аргон	0,93	Закись азота	0,0001
Двуокись углерода	0,03	Водород	0,00005
Неон	0,0018	Ксенон	0,000008
Гелий	0,00052	Озон	0,000001

почву, где превращаются в органические соединения. При разложении органических веществ азот восстанавливается и снова поступает в атмосферу, из которой вновь связывается биологическими объектами.

Азот воздуха усваивается сине-зелеными водорослями и некоторыми видами бактерий почвы (клубеньковыми и азотфиксирующими).

Кислород по биологической роли — самая важная составная часть воздуха. В природе постоянно происходит потребление кислорода при дыхании человека и животных. Много расходуется кислорода на процессы окисления и горения топлива и других органических материалов. Несмотря на значительный расход кислорода, его содержание в воздухе практически не изменяется. Это обусловлено тем, что параллельно данному процессу в растительном мире идет процесс ассимиляции диоксида углерода и выделения кислорода, восполняющий его естественную убыль. Так, в результате процессов фотосинтеза в атмосферу поступает около $5 \cdot 10^{14}$ т кислорода в год, что примерно соответствует его потреблению. В последние годы установлено, что под действием солнечных лучей молекулы воды распадаются с образованием молекул кислорода. Это второй источник образования кислорода в природе.

Потребление организмом кислорода зависит от возраста. В преклонном возрасте потребление кислорода составляет 70 %, у детей 110—120 %.

Организм очень чувствителен к недостатку кислорода. Снижение его содержания в воздухе до 17 % приводит к учащению пульса, дыхания. При концентрации кислорода 11—13 % отмечается выраженная кислородная недостаточность, ведущая к резкому снижению работоспособности. Содержание в воздухе 7—8 % кислорода несовместимо с жизнью.

Увеличение содержания кислорода во вдыхаемом воздухе вплоть до 100 % при нормальном давлении человеком переносится легко. С повышением давления до 405,3 кПа (4 атм) могут наблюдаться местные поражения тканей легких и функциональные нарушения ЦНС. Вместе с тем при содержании кислорода до 40—60 % и давлении до 303,94 кПа (3 атм) в барокамере наблюдается улучшение усвоения кислорода тканями, отмечается нормализация нарушенных функций органов и систем.

В последние годы повышенные концентрации кислорода в сочетании с повышенным давлением (гипербарическая оксигенация) широко используются в хирургической практике, акушерстве.

Углекислый газ (или диоксид углерода) — бесцветный, без запаха, в $1\frac{1}{2}$ раза тяжелее воздуха. От содержания диоксида углерода зависит тепловой баланс планеты. Увеличение его содержания до 3 % приводит к нарушениям функции дыхания (одышка), появлению головной боли и снижению работоспособности. При

содержании диоксида углерода 4—5 % отмечаются покраснение лица, головная боль, шум в ушах, повышение кровяного давления, сердцебиение, возбужденное состояние. При содержании 8—10 % диоксида углерода в воздухе наблюдается быстрая потеря сознания и наступает смерть.

Концентрация диоксида углерода в воздухе жилых и общественных зданий даже при отсутствии в них вентиляции редко превышает 1 %.

Считают, что ощущение дискомфорта обычно связано не только с увеличением содержания диоксида углерода свыше 0,1 %, но и с изменением физических свойств воздуха при скоплении людей в помещениях: повышаются влажность и температура, изменяется ионный состав воздуха, главным образом за счет увеличения положительных ионов и др. Из всех показателей, связанных с ухудшением свойств воздуха, диоксид углерода наиболее доступен простому определению. *Поэтому указанная концентрация (0,1 %) издавна принята в гигиенической практике как предельно допустимая величина, интегрально отражающая химический состав и физические свойства воздуха в жилых и общественных помещениях. Таким образом, диоксид углерода является косвенным гигиеническим показателем, по которому оценивают степень чистоты воздуха.* Существуют нормы ПДК диоксида углерода в космических кораблях, подводных лодках (не более 0,5—1 %), в бомбо- и газоубежищах (не более 2 %). По содержанию диоксида углерода производится расчет вентиляции в жилых и общественных зданиях.

Содержание диоксида углерода в воздухе лечебных учреждений должно составлять не более 0,07 %, в воздухе жилых и общественных зданий — 0,1 %.

В истории Земли были периоды, когда содержание диоксида углерода в атмосфере было существенно больше, чем в настоящее время. Так, по некоторым данным, около 250 млн лет назад концентрация его составляла 7,5 %, а 570 млн лет назад — не более 0,3 %. Есть предположение, что около 1 млн лет назад содержание диоксида углерода было в 2 раза выше. В наше время большинство исследователей сходятся в мнении, что содержание диоксида углерода в атмосфере имеет тенденцию к увеличению.

Другие составляющие воздуха — так называемые инертные газы (аргон, неон, гелий, ксенон, криптон и др.) в обычных условиях физиологически индифферентны.

3.4. Гигиеническое значение загрязнения атмосферного воздуха

Состав атмосферного воздуха в пределах тропосферы может существенно изменяться за счет всевозможных примесей, обусловленных промышленной и хозяйственно-бытовой деятель-

ностью людей. Проблема загрязнения атмосферного воздуха приобрела особую остроту во второй половине XX века в связи с чрезвычайно высокими темпами роста промышленного производства, потреблением электроэнергии и использованием моторных транспортных средств. Масштабы загрязнения воздуха с каждым годом увеличиваются.

В настоящее время в атмосферу Земли в год выбрасываются сотни миллионов тонн отходов промышленного производства. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха больших городов являются промышленные предприятия, котельные, ТЭЦ, транспорт. Наиболее значительным источником загрязнения воздушной среды населенных мест является сжигание топлива — каменного угля, нефти, газа. Установлено, что только при сжигании каменного угля, добытого за год, в воздух выбрасывается около 94 млн т пыли, более 300 млн т окиси углерода, 37 млн т сернистого газа и около 6 млрд т углекислого газа. Легковая машина выбрасывает в час до 4 кг окиси углерода, а грузовая — до 7 кг. Годовое количество оксида углерода, поступающего в воздух за счет автомобильного парка нашей планеты, составляет около 200 млн т, углеводородов — 50 млн т. Все более мощным источником загрязнения становится воздушный транспорт. Один современный четырехмоторный пассажирский самолет загрязняет воздух так же, как и 10 000 легковых автомобилей.

Неблагоприятное влияние атмосферных загрязнений на здоровье населения является общепризнанным фактом. Оно вызывает острые и хронические отравления, рост общей заболеваемости, развитие специфических и отдаленных последствий. В литературе описано большое число случаев острых отравлений, обусловленных так называемыми токсичными туманами. Печальные последствия токсичных туманов, повлекших массовые отравления и резкое увеличение случаев смерти, наблюдались в Бельгии (долина р. Маас, 1930), США (Донора, 1948), Лондоне (1952), Мексике и других странах. Так, в 1952 г. в Лондоне с 5 по 9 декабря в результате действия токсичного тумана число смертельных случаев возросло до 2468 человек, особенно среди пожилых лиц и детей. Всего вследствие воздействия тумана умерли около 4000 человек.

Ослабление организма в результате хронического воздействия атмосферных загрязнений обусловливает рост в $1^1/_2$—2 раза числа случаев заболевания хроническим бронхитом, эмфиземой легких, острыми респираторными заболеваниями, хроническими ринитами, отитами и др. В США и Англии хронический бронхит и эмфизема легких занимают второе место среди причин инвалидности после сердечно-сосудистых заболеваний.

Исследования показывают, что атмосферные загрязнения могут оказывать канцерогенное и сенсибилизирующее действие. Кроме того, отмечено, что атмосферные загрязнения ухудшают

общесанитарные условия жизни населения. Так, интенсивное запыление воздуха снижает прозрачность атмосферы, что отражается на естественном освещении, уровне УФ-облучения. Запыленность воздуха способствует туманообразованию. В крупных промышленных городах с каждым годом возрастает частота туманов. Так, в Лондоне в 1870—1875 гг. число туманных дней в зимнее время составляло 93, а через 20 лет — 156. В Париже число туманов за последние 25 лет возросло в 3 раза. В свою очередь туманы способствуют росту уличного травматизма, угнетающе действуют на психику и самочувствие людей.

Атмосферные загрязнения наносят большой экономический ущерб. С промышленными выбросами теряется много ценного сырья (свинец, цинк, медь, сернистый газ и др.). Кроме того, промышленные выбросы губительно действуют на растительность, разрушают бетонные и металлические конструкции. Многие исследователи связывают низкую урожайность сельскохозяйственных культур, повышенную заболеваемость скота и снижение его продуктивности с увеличением атмосферных загрязнений. Загрязнение воздуха оказывает неблагоприятное влияние на бытовые условия жизни людей. Отмечается быстрое загрязнение окон, квартир, мебели.

К наиболее распространенным газообразным атмосферным загрязнениям относятся соединения серы, сероводород, окислы азота, углеводороды, альдегиды, сажа и др.

Борьба с загрязнением атмосферного воздуха ведется по многим направлениям, однако первостепенное значение имеют технологические мероприятия, планировочные, санитарно-технические, а также связанные со строительством высоких труб. Технологические мероприятия рассматриваются как основные, так как позволяют резко ограничить выброс вредных веществ в атмосферу. Это достигается за счет разработки и создания замкнутых технологических процессов, замены вредных веществ безвредными или менее вредными, очистки сырья от примесей, замены пламенного нагрева электрическим и др. Существенную роль играет вторичное использование отходов в технологическом процессе.

В группу планировочных мероприятий входит комплекс приемов, включающих зонирование территории города (на промышленную, жилую, транспортную, административно-хозяйственную), борьбу с естественной запыленностью, организацию санитарно-защитных зон (расстояние от промышленного предприятия до жилой зоны), планировку жилых районов, озеленение населенных мест. При решении вопросов зонирования территории обязательно учитываются роза ветров и рельеф местности.

В России для всех предприятий, являющихся источниками загрязнения атмосферы, в зависимости от их мощности, условий осуществления технологического процесса, количественного и качественного состава выделяемых вредных веществ установле-

ны следующие размеры санитарно-защитных зон в соответствии с классом вредности предприятия: для предприятий I класса — 1000 м, II — 500 м, III — 300 м, IV — 100 м и V класса — 50 м.

Группа санитарно-технологических мероприятий предусматривает защиту воздушного бассейна при помощи очистных сооружений (сухие механические пылеулавливатели, аппараты фильтрации, электрические фильтры и аппараты мокрой очистки).

Особо важное значение имеют законодательные мероприятия, определяющие ответственность различных организаций за охрану атмосферного воздуха.

В настоящее время при решении вопросов охраны атмосферного воздуха руководствуются Конституцией Российской Федерации (12 декабря 1993 г.), "Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан", Федеральными законами "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" и "Об охране атмосферного воздуха".

К числу законодательных мер относится установление ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе. В настоящее время в России установлено свыше 600 ПДК и 1538 ОБУВ.

3.5. Бактериальное загрязнение воздушной среды

Биологические объекты, находящиеся в воздухе во взвешенном состоянии, объединяются общим понятием "аэропланктон". В его состав входят бактерии, вирусы, споры плесневых грибов, дрожжевые грибы, цисты простейших, споры мхов и др. При этом необходимо отметить, что воздух не является благоприятной средой для размножения микроорганизмов. Поэтому обычно не выделяют специфическую для воздушной среды микрофлору. Основным источником загрязнения воздуха является почва. Установлено, что 1 г почвы содержит до миллиарда микроорганизмов. Находясь во взвешенном состоянии, они подчиняются тем же физическим законам, что и любая частица аэрозоля такого же размера.

Содержание микроорганизмов в воздухе подвержено значительным колебаниям как в течение суток, так и в различные сезоны года. В холодный период года воздух менее загрязнен микроорганизмами, а летом наблюдается более высокое их содержание, что связано с высыханием верхних слоев почвы и усиленным поступлением ее частичек в воздух. В населенных пунктах, как правило, атмосферный воздух содержит больше микроорганизмов, чем в пригородной зоне. Так, бактериальная обсемененность в городах может достигать 30—40 тыс. в 1 $м^3$, в то время как в зеленой пригородной зоне — около 1000 в 1 $м^3$.

Изменение содержания микроорганизмов в воздухе тесно связано с метеорологическими факторами (рис. 3.3). Количество микроорганизмов в воздухе резко уменьшается с увеличением высоты. Так, на высоте 500 м среднее содержание микробов со-

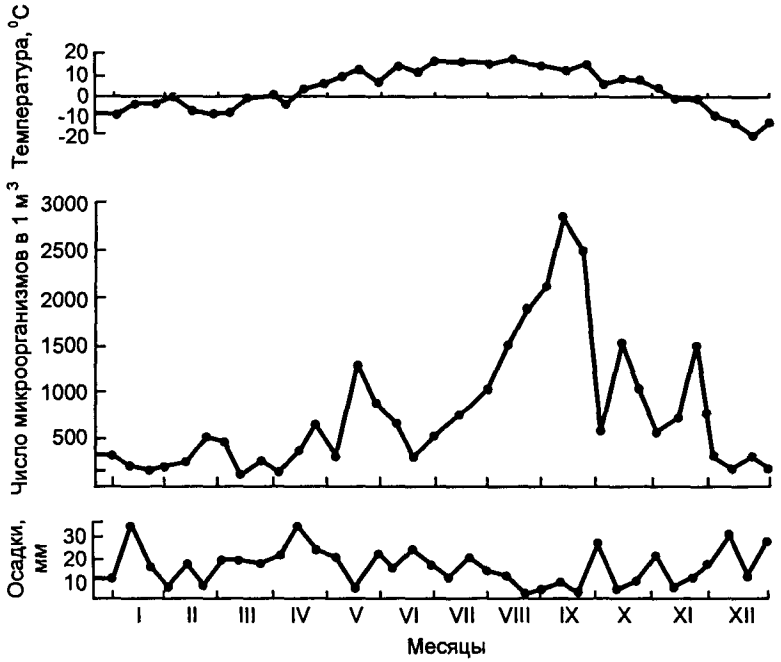


Рис. 3.3. Влияние метеорологических факторов на содержание микроорганизмов в атмосферном воздухе Москвы.

ставляет около 1300, на высоте 2000 м — 240, 4000 м — 79, 6000 м — 24 в 1 м^3.

Для провизора особое значение имеет знание характера распространения бактериальных аэрозолей с возбудителями инфекционных заболеваний. В воздухе могут находиться бактерии, способные сохранять жизнеспособность при высушивании. К ним относятся бациллы сибирской язвы, микобактерии туберкулеза, стрептококки, стафилококки и др. Для многих инфекционных болезней воздух является основным путем передачи возбудителей. Через воздух распространяются возбудители коклюша, дифтерии, кори, скарлатины, гриппа. Воздушным путем передаются такие заболевания, как натуральная оспа, туляремия, сибирская язва, туберкулез и др. Установлено, что во время чиханья образуется до 40 000 мелких капелек, содержащих микроорганизмы. Инфицированные капельки, находясь во взвешенном состоянии, могут распространяться на значительные расстояния и представлять эпидемическую опасность. Этому способствуют вертикальные и горизонтальные конвекционные токи воздуха.

Отдельные микроорганизмы, поступающие с воздухом в дыхательные пути, обладают способностью сенсибилизировать ор-

ганизм человека. При этом надо учитывать, что даже погибшие микроорганизмы могут представлять опасность для человека как аллерген. Так, описаны случаи развития аллергических реакций при поступлении бактерий сапрофитов, в частности Bact. prodegiosum, грибов Cladosporium, Mucor, Penicillium и др. Такие микроорганизмы, как сарцина, псевдодифтерийная палочка и некоторые водоросли, также являются аллергенами.

Уровень бактериального загрязнения воздуха в помещениях зависит от воздухообмена, санитарного состояния и др. Принято считать, что атмосферный воздух является чистым в бактериологическом отношении, если число бактерий летом не превышает 750, а зимой — 150 в 1 $м^3$. Воздух характеризуется как загрязненный при содержании летом более 2500, а зимой более 400 микробных тел в 1 $м^3$.

Глава 4 ГИГИЕНА ВОДЫ И ВОДОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ

4.1. Роль водного фактора в жизни человека

Жизнедеятельность человека неразрывно связана с различными факторами окружающей среды, одним из которых является вода. От химического и бактериального состава воды в значительной мере зависят здоровье человека и санитарные условия его жизни. Среди природных факторов гидросфера является одной из оболочек Земли. Она объединяет свободные воды, которые могут передвигаться под влиянием сил гидратации, солнечных лучей и переходить из одного агрегатного состояния в другое (пар, жидкость, твердое состояние).

Вода входит в состав почвы, многих минеральных и горных пород, содержится в воздухе в виде водяных паров. Вода находится в непрерывном движении. Круговорот воды связывает все части гидросферы воедино, образуя в целом замкнутую систему: океан—атмосфера—суша.

Климат и погода всех регионов земного шара во многом определяются наличием водных пространств и водяного пара в атмосфере. Участие воды в формировании климата осуществляется за счет ее высокой теплоемкости. Вода может поглощать много тепла, сама при этом сильно не нагреваясь. Поэтому на больших пространствах Земли, занятых водой, аккумулируется тепловая энергия, которая постепенно отдается в окружающую среду. Это способствует смягчению климата в приморских районах и по сезонам.

Вместе с другими факторами вода формирует поверхность Земли, разрушает горные породы, создает почву, меняет ландшафт.

С древних времен по настоящее время вода широко используется человеком для хозяйственных нужд.

Вода служит источником электроэнергии, используется как средство водного транспорта, необходима для промышленности и сельского хозяйства. В современной промышленной технологии имеется много водоемких производств (варка, очистка, растворение, кристаллизация, охлаждение, нагревание и т. д.). В некоторых производствах для изготовления только 1 т готовой продукции затрачиваются сотни тонн воды. Так, для производства 1 т чугуна расходуется 20—50 т воды, для 1 т стали — 150 т воды. Особенно много воды необходимо для целлюлозной и нефтехимической промышленности. Самым крупным потребителем воды является сельское хозяйство. Для выращивания 1 т пшеницы требуется 1500 т воды. На орошение земель уходит 80 % общего безвозвратного водопотребления.

Таблица 4.1. **Распределение пресной воды на земном шаре по водным объектам**

Водные объекты	Объем, тыс. км^3
Ледники, подземные льды, постоянный снежный покров (в пересчете на воду)	24364,0
Подземные воды	10530,0
Влага в почве	16,5
Пресные озера	91,0
Болота	11,5
Вода в руслах рек	2,1
Вода в атмосфере	12,9
Биологические воды	1,1
Всего...	35029,1

Из общего количества воды на Земле, равного 1386 млн км^3, только 35 млн км^3, т. е. 2,5 %, приходится на долю пресной воды, необходимой для жизнедеятельности человека. Эта вода распределяется на земном шаре неравномерно (табл. 4.1).

Вода представляет собой простейшее устойчивое химическое соединение кислорода с водородом и легко вступает в реакцию со многими химическими элементами и их соединениями, образуя гидроокиси и кристаллогидраты. Является лучшим растворителем для большинства соединений и необходима почти для всех химических реакций. В природных условиях в чистом виде почти не встречается. В воде находятся такие элементы, как натрий, кальций, магний, углерод, сера, азот, кислород, водород и др. Природные воды содержат также в незначительных количествах цинк, свинец, молибден, мышьяк, фтор, йод и другие микроэлементы.

Вода является инертным растворителем, не изменяющимся под воздействием тех веществ, которые она растворяет. Поэтому вещества, необходимые для организма, будучи растворены в воде, попадают в него почти в неизмененном виде. Это свойство воды имеет исключительно важное значение для живых организмов. Вода может быть использована многократно.

Вода имеет большое физиологическое и гигиеническое значение для жизнедеятельности человеческого организма, однако может играть и отрицательную роль, так как, во-первых, служит одним из путей передачи возбудителей инфекционных болезней; во-вторых, солевой состав воды может быть причиной возникновения ряда заболеваний неинфекционного происхождения; в-третьих, органолептические свойства воды (неприятный вкус, запах и т. д.) в ряде случаев могут быть причиной отказа населения от пользования ею даже в тех случаях, если она безвредна.

4.2. Физиологическое значение воды

В организме всех живых существ содержится определенное количество воды. Трехдневный зародыш человека состоит из воды на 97 %, трехмесячный — на 91 %, новорожденный — на 80 %. Взрослый организм содержит 66—70 % воды, из них 3,5 л приходится на плазму крови, 10,5 л — на лимфу и внеклеточную жидкость.

Трудно переоценить роль воды в нормальной жизнедеятельности человека. От ее физических свойств и химического состава зависит нормальное течение физиологических процессов в организме. Все жизненно важные процессы: ассимиляция, диссимиляция, осмос, диффузия, резорбция, фильтрация и др. — протекают только в водных растворах органических и неорганических веществ. Обмен веществ (процессы гидролиза, окисления и др.) возможен только при условии полного растворения продуктов, поступающих в организм, и продуктов обмена. Растворителем для них является вода. В ней растворены минеральные соли, создающие определенное осмотическое давление в крови и тканях. Вода способствует сохранению коллоидального состояния живой плазмы. Нарушение этого состояния при недостатке воды приводит отдельные клетки и целый организм к гибели. Процесс кроветворения и синтез тканей совершаются в водных растворах или с участием воды. Водная среда необходима для переваривания пищи в желудочно-кишечном тракте.

Тепловой баланс организма зависит от наличия воды, так как вода, выделяемая потовыми железами, кожными покровами, слизистыми оболочками и дыхательными путями, участвует в процессе терморегуляции, регулирует температуру тела. Слезы, состоящие на 99 % из воды, непрерывно увлажняют глаза, удаляя с их поверхности пыль. С водой выводятся из организма различные вредные шлаки, образующиеся в результате обмена веществ.

Для поддержания физиологических процессов необходимо постоянное восполнение утраченного количества воды. При нормальных условиях человек находится в состоянии водного равновесия, нарушение которого приводит к тяжелым последствиям. Если содержание воды в организме человека уменьшается на 1—2 %, появляется жажда, на 5 % — присоединяются помрачение сознания, галлюцинации. Потеря организмом 10 % воды вызывает еще более серьезные нарушения его функций; при потере 20—25 % воды наступает смерть.

Вода поступает в организм с пищей (600—900 мл) и при питье (1,5 л). Наиболее интенсивное всасывание воды происходит в тонком и особенно в толстом кишечнике. Выделяется она разными путями: через почки (1,5 л), с потом (400—600 мл), с выдыхаемым воздухом (350—400 мл), с калом (100—150 мл). Выделение воды зависит от характера употребляемой пищи, со-

держания в ней солей. Вода, принятая с пищей, дольше задерживается в организме, чем выпитая натощак.

Ионы натрия, находящиеся в продуктах питания, способствуют накоплению воды, а ионы калия — ее выделению. Поэтому для нормальной жизнедеятельности организма необходима рациональная организация как питьевого, так и пищевого режима. В результате окислительных процессов в организме образуется 300—400 мл воды. Суточная потребность человека в воде 2,2—2,5 л.

4.3. Гигиеническое значение воды и нормы ее потребления

Вода необходима для проведения многих гигиенических мероприятий, соблюдения правил личной гигиены благодаря возможности использовать для этих целей прачечные, бани, общественные бассейны для купания, домашние ванны, души. С помощью воды поддерживается чистота жилищ, общественных зданий, улиц и площадей. Вода нужна для мытья посуды, кухонного инвентаря, сырых овощей, ягод, фруктов. Озеленение населенных мест возможно только при достаточном обеспечении их водой. Без воды невозможна правильная и рациональная организация удаления и обезвреживания нечистот с территории населенных пунктов.

Вода минеральных подземных источников используется как лечебное средство и оказывает положительное действие при многих заболеваниях. Издавна воду применяют для закаливания организма. Наиболее благотворной закаливающей процедурой является купание, при котором улучшается кровообращение, укрепляется нервная система.

При определении потребности в воде населенных пунктов исходят из ее количества, необходимого для удовлетворения физиологических потребностей человека, а также расходов на хозяйственно-бытовые, санитарно-гигиенические и производственные нужды. В целом недопотребление зависит от общего культурного уровня населения, степени благоустройства населенных мест и культурно-бытового обслуживания их жителей. Чем выше уровень санитарно-технического благоустройства зданий и чем выше культура населения, тем больше водопотребление.

Удельное среднесуточное (за год) водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды населения устанавливают по табл. 4.2.

Указанные величины водопотребления соответствуют условиям использования воды в зданиях, оснащенных современными видами санитарно-технической и водоразборной сети, системами горячего водоснабжения, обеспечивающими нормальную температуру воды, и т. д.

Таблица 4.2. **Удельное среднесуточное водопотребление на хозяйственно-питьевые нужды населения (извлечение из СанПиН 2.04.02—84)**

Степень благоустройства районов жилой застройки	Удельное хозяйственно-питьевое водопотребление в населенных пунктах на одного жителя среднесуточное (за год), л/сут
Застройка зданиями, оборудованными внутренним водопроводом и канализацией:	
— без ванн	125—160
— с ванными и местными водонагревателями	160—230
— с централизованным горячим водоснабжением	230—350
Для районов застройки зданиями с водопользованием из водоразборных колонок	30—50

В населенных пунктах, здания которых не оборудованы внутренним водопроводом и канализацией с водопользованием из водоразборных колонок, суточная норма водопотребления равна 30—50 л в сутки на одного человека.

Большое количество воды расходуется на поливку территории и зеленых насаждений в населенных пунктах и на промышленных предприятиях. Этот расход в значительной мере зависит от типа покрытия территории, способа поливки, климатических условий и др. Расход воды на поливку в зависимости от условий колеблется от 1,2 до 6 л/м^2 в сутки.

В настоящее время расход воды на все нужды населения в крупных городах достигает 500 л/сут и более на человека. Так, водопотребление в Москве составляет около 600 л/сут. В населенных пунктах водопотребление колеблется в зависимости от сезона, а также в течение суток. Наибольший расход воды приходится на летнее время, наименьший — на зимнее.

Обязательным условием обеспечения водой населения является бесперебойная подача ее в течение суток и года. Только при этом условии могут быть удовлетворены все санитарно-гигиенические потребности населения, производственные нужды и т. д.

4.4. Роль водного фактора в возникновении заболеваний

Большая положительная роль воды в жизни человека не исключает возможности неблагоприятного воздействия, которое она может оказывать при определенных условиях.

Вода как фактор распространения инфекционных заболеваний. Эта роль воды была замечена значительно раньше, чем в ней были обнаружены возбудители — патогенные микроорганизмы. Впоследствии благодаря многочисленным микробиологическим и эпидемиологическим исследованиям не только подтвердился факт наличия в воде возбудителей инфекционных болезней, но и были установлены сроки сохранения их жизнеспособности в воде, характер водных эпидемий и другие закономерности, связанные с водным фактором передачи инфекций. *Водным путем могут передаваться возбудители многих заболеваний, наиболее часто — кишечных инфекций (холеры, брюшного тифа, паратифа, дизентерии). Установлена роль водного фактора в распространении вирусов — возбудителей инфекционного гепатита, полиомиелита, энтеровирусов (болезнь Коксаки А и В) и в меньшей степени аденовирусов (бассейновые конъюнктивиты).*

Немаловажную роль играет водный фактор в распространении некоторых **зоонозов** — желтушного лептоспироза (болезнь Васильева—Вейля) и безжелтушного лептоспироза (водная лихорадка), туляремии, причиной которых является заражение природных водоисточников выделениями зараженных грызунов или продуктами разложения их трупов в период эпизоотий. Описаны случаи заражения лихорадкой Ку, сапом, туберкулезом, бруцеллезом через воду, хотя для этих заболеваний водный путь передачи нетипичен. Через воду могут передаваться патогенные простейшие — возбудители амебной дизентерии и **гельминты**.

Водный фактор играет большую роль в передаче гельминтов, которые делятся на две группы: 1) **биогельминты**, развивающиеся с участием промежуточных хозяев (широкий лентец, бычий и свиной цепень и др.); 2) **геогельминты**, промежуточные стадии которых (аскариды, власоглавы, острицы, анкилостомы) развиваются во внешней среде: воде, почве, на различных предметах.

Заражение человека биогельминтами происходит при употреблении мяса и рыбы, пораженных личинками соответствующих паразитов. Заражение геогельминтами имеет место при употреблении воды, содержащей яйца или личинки этих паразитов. В организм человека яйца гельминтов могут попадать в случае использования для питья неочищенной речной воды, а также при мытье ею фруктов и овощей. Заражение гельминтами может происходить и во время купания в загрязненном водоеме, что особенно характерно для заражения широким лентецом (дифиллоботриоз), так как для развития его личиночных стадий необходима водная среда.

Отмечена роль воды в передаче патогенных грибов, в частности возбудителей эпидермофитии.

Механизмы и факторы инфицирования воды различны. Большую опасность в эпидемиологическом отношении представляют неочищенные или недостаточно очищенные фекально-хозяйственные сточные воды, стоки инфекционных больниц, ве-

Таблица 4.3. **Сроки выживания микроорганизмов в воде в днях (по Н. Ф. Милявской)**

Микроорганизм	Вода			
	стерильная	водопроводная	колодезная	речная
Кишечная палочка	8—365	2—262	2—106	21—183
Возбудитель брюшного тифа	6—365	2—93	12—107	4—183
Возбудитель паратифа В	39—167	27—37	—	—
Возбудитель дизентерии	2—72	15—27	—	12—92
Холерный вибрион	2—392	4—28	1—92	4—92
Лептоспиры	16	—	7—75	До 150
Возбудитель туляремии	3—15	До 92	12—60	7—31
Бруцеллы	6—168	5—25	4—45	—

теринарных лечебниц, предприятий, связанных с разделкой туш и обработкой шкур животных. Попадание возбудителей инфекционных болезней в открытые водоемы возможно также с ливневыми водами и выбросами сточных вод пассажирских и промысловых судов. Большую опасность представляет питьевая вода в случае, если она не подвергается очистке и обеззараживанию перед употреблением.

Возможность водных эпидемий обусловлена сохранением жизнеспособности возбудителей инфекционных болезней в водной среде. Многие микроорганизмы могут сохраняться в воде довольно долго (табл. 4.3).

Химический состав воды и его влияние на здоровье населения. В воде природных водоисточников обычно находится то или иное количество различных веществ органического и неорганического происхождения. Даже самая чистая с гигиенической точки зрения вода содержит химические вещества. Особенности химического состава природных вод зависят от их происхождения, от того, являются ли воды атмосферными или проходят через слой земли, обогащаясь при этом химическими веществами и газами, являются ли эти воды речными, морскими, озерными, почвенными и т. д.

Наиболее важными химическими компонентами воды являются ионы Cl^-, SO_4^{2-}, HSO_3^{2-}, CO_3^{2-}, Na^+, K^+, Mg^{2+}, H^+, а также Br^-, I^-, HPO_4^{2-}, $H_2PO_4^-$, $S_2O_3^{2-}$, Fe, Al, Sr. Кроме них, в воде могут находиться органические вещества почвенного происхождения и неорганические примеси.

В связи с тем что в нашей стране имеются регионы, для которых характерно высокое содержание минеральных солей в воде, гигиенисты уделяют большое внимание влиянию мине-

Таблица 4.4. **Количество солей, получаемых ежедневно жителями различных областей России (по А. И. Бокиной)**

Место жительства	Количество минеральных солей, мг/л
Мурманск	60,2
Ленинград	189,7
Москва	770,0
Ростовская область	2000—8000

рального состава воды на здоровье и санитарные условия жизни населения (табл. 4.4). Актуальность этой проблемы подчеркивает Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ).

Минеральный показатель пресной воды — не более 1 г/л, солоноватой — 1—2,5 г/л, соленой — выше 2,5 г минеральных веществ на 1 л. Данные табл. 4.4 убедительно показывают, *что население получает вместе с питьевой водой различные количества солей. Установлено, что высокая общая минерализация питьевой воды при постоянном употреблении приводит к расстройству пищеварения, снижению аппетита, появлению слабости, потере трудоспособности, обострению хронических заболеваний желудочно-кишечного тракта.* Материалы ВОЗ свидетельствуют о серьезных нарушениях в организме при питье сильно минерализованной воды, так как это приводит к обезвоживанию организма, нарушению кислотно-основного состояния, увеличению остаточного азота в крови, концентрации белка в плазме крови, что сопровождается резким ослаблением сердечной деятельности и заканчивается смертью.

Изучение заболеваемости и экспериментальные исследования гигиенистов позволили установить, что влияние общей минерализации воды на организм зависит главным образом от количественного соотношения входящих в нее соединений. Так, *избыточное поступление в организм с питьевой водой хлоридов, особенно хлорида натрия, вызывает угнетение желудочной секреции, уменьшение диуреза, повышение кровяного давления — развивается артериальная гипертония. Хлорид натрия усиливает гипертензивное действие адреналина.*

Высокое содержание в питьевой воде сульфатов обусловливает нарушение водно-солевого обмена. Кроме того, сульфаты вызывают диспепсические явления: от легкого послабления до выраженного, что необходимо дифференцировать от желудочно-кишечных инфекционных заболеваний.

Из неорганических соединений существенное влияние на организм оказывают соли кальция и магния, обусловливающие жесткость воды. Санитарно-гигиеническое значение жесткости воды заключается в том, что в жесткой воде плохо развариваются овощи, мясо, так как соли кальция образуют с белками не-

растворимые соединения, препятствующие усвоению мяса; чай в жесткой воде плохо настаивается и вкусовые качества его снижаются. В жесткой воде плохо мылится мыло, так как при этом ионы натрия мыла замещаются кальцием и магнием из воды, в результате чего образуется хлопьевидный осадок. Это затрудняет проведение многих гигиенических мероприятий. Жесткость воды в некоторых случаях может служить показателем ее загрязнения, так как в результате распада органических веществ образуется двуокись углерода, которая может выщелачивать из почвы соли кальция и магния, что приводит к образованию растворимых двууглекислых соединений. При загрязнении воды щелочными сточными водами жесткость ее повышается.

Изучение заболеваемости населения Алтайского края и других районов показало, что при систематическом использовании воды с высокой жесткостью среди населения чаще возникает мочекаменная болезнь.

Отрицательное влияние на организм человека может оказывать избыточное количество нитратов, находящихся в питьевой воде. Впервые на этот факт было обращено внимание в США, где в Уолтоне в 1951 г. возникла тяжелая метгемоглобинемия у детей, употреблявших воду, содержавшую более 50 мг/л нитратов, из них 39 умерли. Болезнь наступает в результате того, что нитраты под воздействием бактерий, обитающих в кишечнике, восстанавливаются до нитритов, которые, всасываясь в кровь, частично инактивируют гемоглобин, вызывая кислородное голодание. Безопасное содержание нитратов в воде — 10 мг/л.

Общая минерализация воды, не нарушающая функций организма и не изменяющая органолептических свойств воды, составляет 1000 мг/л.

В природных водах могут содержаться радиоактивные вещества: уран, торий, радий, полоний, радиоактивный кальций, а также радиоактивные газы: радон и торон. Они вымываются из горных пород и таким образом попадают в природные водоисточники. Естественная радиоактивность воды наиболее высока в районах залегания радиоактивных руд, в подземных водах она выше, чем в водах открытых водоемов.

Опасность представляет повышение естественного радиоактивного фона за счет искусственных радиоактивных изотопов, загрязняющих воду в результате испытания атомного оружия и выбросов радиоактивных отходов. Радиоактивные изотопы, особенно долгоживущие, с большим периодом полураспада, находясь в воде водоемов, могут кумулироваться там водной растительностью и животными организмами. Образующиеся таким образом биологические цепочки включают в свой цикл и человека, что имеет для него отрицательные последствия.

Установлено, что в природных водах могут находиться или, наоборот, отсутствовать микроэлементы, роль которых в жизнедеятельности человеческого организма велика. Обладая боль-

шой биологической активностью, они обеспечивают нормальное течение многих физиологических и обменных процессов, участвуют в минеральном обмене и как катализаторы различных биохимических реакций оказывают влияние на общий обмен.

Микроэлементы входят в состав биологически активных соединений: ферментов (Zn, Cu, Mn, Mo и др.), витаминов (Co), гормонов (I, Co), дыхательных ферментов (Fe, Cu). Некоторые микроэлементы влияют на рост и размножение животных и растений, на кроветворение (Fe, Cu, Co), процессы тканевого дыхания (Cu, Zn), внутриклеточный обмен и др. Для нормального течения этих процессов необходимо строго определенное количество микроэлементов. Химические элементы, содержащиеся в животных организмах в количестве тысячных долей процента, называются микроэлементами, а в количестве стотысячных долей процента — ультрамикроэлементами (Pb, Ag). По современным данным, для нормальной жизнедеятельности организма необходимо более 30 микроэлементов, большинство из которых являются металлами (Fe, Cu, Mn, Zn, Mo, Co и др.) и только некоторые — неметаллами (I, Br, As, F, Se). Основная характеристика важнейших микроэлементов приведена в табл. 4.5.

Поскольку в организм человека микроэлементы поступают из внешней среды, содержание их в организме находится в прямой зависимости от присутствия этих веществ в почве, воде, растениях и др.

Питьевая вода покрывает всего 1—10 % суточной потребности в таких микроэлементах, как йод, железо, цинк, магний, молибден, кобальт, и лишь для фтора и стронция является основным источником поступления в организм.

Недостаток или избыток того или иного микроэлемента в воде и продуктах питания может вызвать нарушение различных функций организма и заболевания.

Микроэлементы распределены в земной коре неравномерно, поэтому создается избыток или недостаток их в воде, почве, растениях определенных районов. Такие районы называются биогеохимическими провинциями, а заболевания — биогеохимическими эндемиями. Наиболее изучены биогеохимические эндемии, связанные с недостатком или избытком фтора, недостатком йода, стронция, кобальта.

Ф т о р — наиболее активный и широко распространенный в земной коре элемент группы галогенов. Он принадлежит к важным биогенным элементам, участвует в минеральном обмене веществ организма, играет большую роль в образовании твердых составных частей костной ткани скелета и особенно зубов. Основным источником обеспечения организма фтором является питьевая вода. При избыточном содержании фтора в воде возникает эндемический флюороз, поражающий население районов, эндемичных по фтору. Ранний признак флюороза — появление коричневых пятен на эмали зубов, затем поражается

дентин, зубы становятся хрупкими и легко разрушаются. При содержании фтора в воде менее 1 мг/л флюороз не развивается. Поражение зубов и костей происходит при концентрации фтора более 2 мг/л.

При пониженном содержании в питьевой воде фтора (0,5—0,6 мг/л) разрушается зубная эмаль, зубы утрачивают прочность, легко поражаются кариесом. Оптимальной концентрацией фтора в питьевой воде является 0,7—1 мг/л.

Йод — важнейший галоген, обладающий многими специфическими свойствами, являясь весьма редким элементом, он присутствует, иногда в очень малых количествах, во всех природных телах, даже в кристаллах чистого горного хрусталя. Биогенные свойства йода в организме проявляются в различных биохимических процессах, в частности под его влиянием усиливаются окислительные процессы, изменяется течение ферментативных процессов. В организме основная часть йода сосредоточена в щитовидной железе и мышцах.

Имеются биогеохимические провинции с недостаточным содержанием йода в почве и воде, особенно в высокогорных районах. Здесь обильные осадки вымывают йод из горных пород. У населения наблюдают гипофункцию щитовидной железы, ее компенсаторное увеличение. Заболевание носит название "эндемический зоб". В более тяжелых случаях происходит задержка роста, физического и умственного развития, расстройство координации движений, отмечаются косноязычие, глухонемота, резкая психическая отсталость, т. е. наступает кретинизм.

Необходимая суточная норма йода для человека 200—220 мкг. Как отмечалось выше, вода не играет ведущей роли в поступлении йода в организм (всего 120 мкг). Недостаток йода компенсируется поступлением его с пищевыми продуктами, использованием йодированной соли. Концентрация йода в воде является показателем наличия его в почве, растениях, организме животных данной местности, а следовательно, и потенциальной опасности возникновения эндемического зоба.

В воду могут попасть вместе с производственными стоками различные токсичные элементы: мышьяк, медь, цинк, свинец, фенол и др. В этих случаях вода может стать причиной серьезных заболеваний.

Органолептические свойства воды и их влияние на человека. К органолептическим свойствам относятся запах, вкус, цвет, прозрачность, т. е. те свойства, которые могут быть определены органами чувств человека. Мутная, окрашенная в какой-либо цвет или имеющая неприятный запах и вкус вода является неполноценной в санитарно-гигиеническом отношении даже в том случае, если она безвредна для организма человека. Это обусловлено тем, что к мутной, окрашенной и пахнущей воде человек испытывает неприятное чувство, достигающее иногда отвращения. С давних пор принято связывать внешний вид воды

Таблица 4.5. **Основные гигиенические характеристики важнейших микроэлементов**

Микроэлемент	Содержание в водоисточниках, мг/л	Основные источники поступления в организм	Ткани и органы, в которых преимущественно накапливается элемент	Физиологическая роль и биологические эффекты
Алюминий	0—0,1	Хлебопродукты	Печень, головной мозг, кости	Способствует развитию и регенерации эпителиальной, соединительной и костной тканей, воздействует на активность пищеварительных желез и ферментов
Бром	0—0,25	Хлебопродукты, молоко	Головной мозг, щитовидная железа	Участвует в регуляции деятельности нервной системы, воздействует на функции щитовидной и половых желез
Железо	0,01—1,0	Хлебопродукты, мясо, фрукты	Эритроциты, селезенка, печень	Участвует в кроветворении, дыхании, иммунобиологических и окислительно-восстановительных реакциях. При недостатке возникает анемия
Йод	0—0,3	Молоко, овощи	Щитовидная железа	Необходим для функционирования щитовидной железы. Недостаточное поступление способствует развитию эндемического зоба
Кобальт	0,01—0,1	Молоко, хлебопродукты, овощи	Кровь, селезенка, кости, яичники, гипофиз, печень	Стимулирует кроветворение, участвует в синтезе белков, в регуляции углеводного обмена
Марганец	0—0,5	Хлебопродукты	Кости, печень, гипофиз	Влияет на развитие скелета, участвует в реакциях иммунитета, в кроветворении и тканевом дыхании. При недостатке у животных наступают истощение, задержка роста и развития скелета

Медь	0—0,1	Хлебопродукты, картофель, фрукты	Печень, кости	Способствует нормальному росту, участвует в кроветворении, иммунных реакциях, тканевом дыхании
Молибден	0—0,1	Хлебопродукты	Печень, почки, пигментная оболочка глаза	Входит в состав ферментов; ускоряет рост птиц и животных. Избыток вызывает заболевание скота молибденозом
Фтор	0—0,2	Вода, овощи, молоко	Кости, зубы	Повышает устойчивость зубов к кариесу, стимулирует кроветворение, иммунитет, участвует в развитии скелета. Избыток вызывает флюороз
Цинк	0—0,1	Хлебопродукты, мясо, овощи	Печень, предстательная железа, сетчатка	Участвует в процессах кроветворения, в деятельности желез внутренней секреции. При недостатке у животных наблюдаются отставание роста, снижение плодовитости

с ее загрязнением, поэтому население неохотно использует для питьевых и хозяйственно-бытовых нужд воду, обладающую неблагоприятными органолептическими свойствами. Ухудшение этих качеств воды отрицательно сказывается на водно-питьевом режиме, рефлекторно влияет на многие физиологические функции, в частности на секреторную деятельность желудка.

Вода может обладать различными органолептическими свойствами, которые зависят от ряда причин. Развитие водной растительности в малопроточных водоемах служит причиной появления их окраски и запаха. Так, специфический запах сырой земли придают актиномицеты. Вода, протекающая через горные породы, содержащие сернистое железо, приобретает запах сероводорода. В районах с сильноминерализованной почвой вода имеет соленый или горько-соленый вкус. Резкое ухудшение органолептических свойств воды наступает в результате загрязнения ее промышленными сточными водами. Большую опасность в этом отношении представляют стоки нефтеперерабатывающих, химических, текстильных и других предприятий.

4.5. Гигиеническое нормирование качества воды и выбор водоисточников централизованного водоснабжения

К качеству воды предъявляются строгие гигиенические требования, которые заключаются в следующем: питьевая вода должна быть бесцветной, прозрачной, освежающей на вкус, не должна содержать посторонних примесей, ядовитых химических и радиоактивных веществ в концентрациях, опасных для здоровья, патогенных микроорганизмов и яиц гельминтов. Строгое соблюдение этих требований гарантирует обеспечение населения доброкачественной водой.

Для обеспечения таких высоких требований и предупреждения возможности возникновения как инфекционных, так и неинфекционных заболеваний в нашей стране проводится большая научная работа по нормированию качества питьевой воды, а также разрабатываются методы контроля за ним.

В настоящее время в связи с развитием централизованного водоснабжения и созданием системы санитарно-технических мероприятий по улучшению качества воды санитарно-гигиеническое нормирование проводится в трех направлениях:

— нормирование качества питьевой водопроводной воды. Для этой цели имеется СанПиН "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. 2.1.4.1074—01" от 26 сентября 2001 г.;
— нормирование качества воды источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Это осуществляется по ГОСТу 2761—84 "Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения". На основе этого документа производится выбор технологической схемы обработки воды. В соответствии с данным ГОСТом все подземные и поверхностные источники водоснабжения по степени загрязнения делятся на 3 класса. *Главным требованием к любому источнику централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения является то, чтобы вода в них после прохождения стандартных схем очистки и методов обработки на очистных сооружениях соответствовала требованиям СанПиН 2.1.4.1074—01 от 26 сентября 2001 г.*;
— нормирование качества воды источников нецентрализованного водоснабжения (шахтные колодцы и др.) проводится по СанПиН 2.1.4.544—96 "Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников". Изложенные в документе требования распространяются исключительно на оценку воды источников местного водоснабжения в населенных местах, не имеющих водопровода.

Санитарные правила и нормы "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества" устанавливают гигиенические требования к качеству питьевой воды (по микробиологическим, химическим и органолептическим показателям), а также правила контроля качества воды, производимой и подаваемой централизованными системами питьевого водоснабжения населенных мест.

Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемиологическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства. Безопасность питьевой воды в эпидемиологическом отношении определяется ее соответствием нормативам по микробиологическим и паразитологическим показателям, представленным в табл. 4.6.

Таблица 4.6. **Микробиологические и паразитологические показатели безопасности воды в эпидемиологическом отношении (извлечение из СанПиН 2.1.4.1074—01)**

Показатель	Единица измерения	Норматив
Термотолерантные колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	Отсутствие
Общие колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	Отсутствие
Общее микробное число	Число образующихся колоний бактерий в 1 мл	Не более 50
Колифаги	Число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 мл	Отсутствие
Споры сульфитредуцирующих клостридий	Число спор в 20 мл	Отсутствие
Цисты лямблий	Число цист в 50 л	Отсутствие

При исследовании микробиологических показателей качества питьевой воды в каждой пробе проводится определение термотолерантных колиформных бактерий, общих колиформных бактерий, общего микробного числа и колифагов.

При обнаружении в пробе питьевой воды термотолерантных колиформных бактерий и колифагов проводится их определение в повторно взятых в экстренном порядке пробах воды. В таких случаях для выявления причин загрязнения одновременно проводится определение хлоридов, азота аммонийного, нитратов и нитритов.

Определение патогенных бактерий кишечной группы и энтеровирусов проводится также в случае обнаружения в повторно взятых пробах воды общих колиформных бактерий в количестве более 2 в 100 мл или термотолерантных бактерий и ко-

лифагов. Данное исследование может проводится и по эпидемиологическим показаниям.

Содержание *E.coli* или термотолерантных колиформных организмов не должно быть в пробах (объемом 100 мл) воды, предназначенной для питьевых целей. Этот критерий легко обеспечивается при современных способах очистки воды. Почти при всех эпидемических заболеваниях, связанных с водой, оказывалось, что бактериологическое качество воды было неудовлетворительным, и при этом обнаруживались дефекты заключительного этапа обеззараживания. Бактериологическое качество воды может ухудшаться и в системах распределения. Проникновение бактерий в этих случаях возможно из почвы или природной воды через неплотно пригнанные клапаны и сальники во время ремонтных работ водопроводных сетей. Бактерии могут появиться в недостаточно очищенной воде или воде, загрязненной уже после прохождения очистных сооружений, в результате их роста в осадках.

Общее микробное число (т. е. количество сапрофитов в 1 мл воды) является косвенным показателем, так как характеризует общее содержание микробов в воде без их качественной характеристики. Общее микробное число обычно увеличивается при поступлении в воду поверхностных, ливневых стоков, бытовых сточных вод, поэтому оно может косвенно свидетельствовать о загрязнении воды.

Группа микроорганизмов кишечной палочки в настоящее время рассматривается как санитарный показатель, указывающий на загрязнение воды фекалиями, что уже само по себе является опасным. Источником появления этой группы микроорганизмов могут быть бактерионосители, больные с различными инфекционными заболеваниями (брюшного тифа, дизентерии и др.). Попадая в воду, патогенные микроорганизмы труднее поддаются обнаружению: их меньше, чем сапрофитных микробов, они менее устойчивы в окружающей среде, быстрее погибают. Отрицательный результат, полученный при лабораторном анализе воды, не дает гарантии, что их там действительно нет, так как методы прямого обнаружения патогенных бактерий кишечной группы недостаточно совершенны. *Поэтому обнаружение в воде колиформных бактерий, термотолерантных бактерий, колифага в 100 мл должно рассматриваться как загрязнение воды, опасное в эпидемиологическом отношении, независимо от того, произошло ли оно вследствие недостаточности обработки воды источника на головных сооружениях водопровода или загрязнения обработанной воды в распределительной сети.*

СанПиН 2.1.4.1074—01 регламентирует показатели, характеризующие безопасность химического состава воды по:

1) содержанию вредных химических веществ, наиболее часто встречающихся в природных водах на территории Российской Федерации, а также веществ антропогенного происхождения, получивших глобальное распространение;

Таблица 4.7. **Нормативы вредных химических веществ, поступающих и образующихся в воде в процессе ее обработки (извлечение из СанПиН 2.1.4.1074—01)**

Показатель	Единица измерения	Нормативы (ПДК), не более	Показатель вредности	Класс опасности
Хлор:				
— свободный остаточный*	мг/л	В пределах 0,3—0,5	Органолептический	3
— остаточный связанный	"	В пределах 0,8—1,2	Органолептический	3
Хлороформ (при хлорировании воды)	"	0,2	Санитарно-токсикологический	2
Озон остаточный	"	0,3	Органолептический	
Формальдегид (при озонировании воды)	"	0,05	Санитарно-токсикологический	2
Полиакриламид	"	2,0	Санитарно-токсикологический	2
Активированная кремниевая кислота (по Si)	"	10	Санитарно-токсикологический	2
Полифосфаты (по PO_4)	"	3,5	Органолептический	3

* Остаточные количества алюминий- и железосодержащих коагулянтов см. показатели "Алюминий", "Железо" в табл. 4.8.

2) содержанию вредных химических веществ, поступивших и образующихся в воде в процессе ее обработки в системе водоснабжения;

3) содержанию вредных химических веществ, поступивших в источники водоснабжения в результате хозяйственной деятельности человека.

Первые две группы охватывают токсичные вещества, оказывающие непосредственное влияние на организм человека. Показатели химического состава даны только для веществ, встречающихся в природных водах или добавляемых к воде в процессе ее обработки. Концентрация химических веществ не должна превышать нормативов, приведенных в табл. 4.7.

Содержание вредных химических веществ (третья группа), поступающих в источники водоснабжения в результате хозяйственной деятельности человека, также регламентируется указанным СанПиН по ПДК или ОДУ в мг/л (табл. 4.8).

При обнаружении в питьевой воде нескольких химических веществ, относящихся к 1-му и 2-му классам опасности и нор-

Таблица 4.8. **Безопасность питьевой воды по обобщенным и химическим показателям (извлечение из СанПиН 2.1.4.1074—01)**

Показатель	Единица измерения	Норматив (ПДК), не более	Показатель вредности	Класс опасности
Обобщенные показатели				
Водородный показатель	единицы pH	в пределах 6—9		
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/л	1000 (1500)		
Жесткость общая	ммоль/л	7,0 (10)		
Окисляемость перманганатная	мг/л	5,0		
Нефтепродукты, суммарно	"	0,1		
Поверхностно-активные вещества (ПАВ), анионоактивные	"	0,5		
Фенольный индекс	"	0,25		
Неорганические вещества				
Алюминий (Al^{3+})	мг/л	0,5	Санитарно-токсикологический	2
Барий (Ba^{2+})	"	0,1	То же	2
Бериллий (Be^{2+})	"	0,0002	" "	1
Бор (B, суммарно)	"	0,5	" "	2
Железо (Fe, суммарно)	"	0,3 (1,0)	Органолептический	3
Кадмий (Cd, суммарно)	"	0,001	Санитарно-токсикологический	2
Марганец (Mn, суммарно)	"	0,1 (0,5)	Органолептический	3
Медь (Cu, суммарно)	"	1,0	То же	3
Молибден (Mo, суммарно)	"	0,25	Санитарно-токсикологический	2
Мышьяк (As, суммарно)	"	0,05	То же	2
Никель (Ni, суммарно)	"	0,1	" "	3
Нитраты (по NO_3)	"	45	Органолептический	3
Ртуть (Hg, суммарно)	"	0,0005	Санитарно-токсикологический	1
Свинец (Pb, суммарно)	"	0,03	То же	2
Селен (Se, суммарно)	"	0,01	" "	2
Стронций (Sr^{2+})	"	7,0	" "	2

Показатель	Единица измерения	Норматив (ПДК), не более	Показатель вредности	Класс опасности
Сульфаты (SO_4^{2-})	мг/л	500	Органолептический	4
Фториды (F^{2-}) для климатических районов				
— I и II	"	1,5	Санитарно-токсикологический	2
— III	"	1,2	То же	2
Хлориды (Cl^-)	"	350	Органолептический	4
Хром (Cr^{6+})	"	0,05	Санитарно-токсикологический	3
Цианиды (CN^-)	"	0,035	То же	2
Цинк (Zn^{2+})	"	5,0	Органолептический	3
Органические вещества				
γ-ГХЦГ (линдан)	мг/л	0,002	Санитарно-токсикологический	1
ДДТ (сумма изомеров)	"	0,002	То же	2
2,4-Д	"	0,03	" "	2

Примечания. 1. Величина, указанная в скобках, может быть установлена по постановлению главного государственного санитарного врача по соответствующей территории для конкретной системы водоснабжения на основании оценки санитарно-эпидемиологической обстановки в населенном пункте и применяемой технологии водоподготовки.

2. Нормативы приняты в соответствии с рекомендациями ВОЗ.

мируемых по санитарно-токсикологическому признаку вредности, сумма отношений обнаруженных концентраций каждого из них в воде к величине его ПДК не должна быть больше 1. Расчет ведется по формуле:

$$\frac{C^1_{факт.}}{C^1_{доп.}} + \frac{C^2_{факт.}}{C^2_{доп.}} + ... + \frac{C^n_{факт.}}{C^n_{доп.}} < 1,$$

где C^1, C^2, C^n — концентрации индивидуальных химических веществ 1-го и 2-го классов опасности; факт. — фактическая и доп. — допустимая.

Таблица 4.9. **Нормативы органолептических свойств питьевой воды (извлечение из СанПиН 2.1.4.1074—01)**

Показатель	Единица измерения	Норматив, не более
Запах	Баллы	2
Привкус	Баллы	2
Цветность	Градусы	20(35)
Мутность	ЕМФ (единицы мутности по формалину) или мг/л (по коалину)	2,6(3,5) 1,5(2)

Радиационная безопасность питьевой воды определяется ее соответствием нормативам по показателям общей α- и β-активности. Общая α-радиоактивность не должна превышать 0,1 Бк/л, общая β-радиоактивность — 1,0 Бк/л (ГН 2.6.1.054—96).

В воде могут находиться вещества, влияющие также на органолептические свойства. Запах, вкус, цвет, мутность являются весьма важными гигиеническими показателями качества питьевой воды, так как они не только обусловливают ее внешний вид, но и могут указывать на загрязнение посторонними, не свойственными воде веществами.

СанПиН 2.1.4.1074—01 регламентируют наиболее характерные химические вещества, влияющие на органолептические свойства воды (см. табл. 4.8).

Органолептические свойства воды нормируются следующим образом (табл. 4.9).

Санитарно-гигиенический лабораторный контроль за соблюдением показателей, указанных в СанПиН 2.1.4.1074—01, осуществляется по стандартным методикам.

В указанном СанПиН предусматривается контроль за эффективностью обеззараживания воды. В частности, указываются нормы содержания в воде, прошедшей обеззараживание, остаточного активного хлора — основного показателя надежности обеззараживания воды (см. табл. 4.7).

При озонировании воды с целью обеззараживания концентрация озона после камеры смешения должна быть 0,1—0,3 мг/л при обеспечении времени контакта не менее 12 мин.

Государственный санитарно-эпидемиологический надзор за качеством воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения осуществляется по программе и в сроки, установленные местными органами санитарно-эпидемиологической службы. Как отмечалось выше, в нашей стране существует не только контроль за качеством питьевой водопроводной воды, который осуществляется на основе СанПиН 2.1.4.1074-01, но и контроль качества воды источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения.

4.6. Гигиеническая оценка качества воды при нецентрализованном водоснабжении

В современных сельских населенных пунктах, снабженных водопроводом и канализацией, используется централизованное водоснабжение. Оценка воды при этом производится в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.4.1074—01.

Однако в большинстве случаев в сельских населенных пуктах и рабочих поселках, особенно при освоении новых земель, используют воду из местных источников водоснабжения.

К источникам нецентрализованного водоснабжения относят подземные и поверхностные (реки, озера) источники водоснабжения, обеспечивающие питьевые и хозяйственные нужды жителей населенных мест при помощи водозаборных устройств без разводящей сети. Это шахтные и трубные колодцы, каптажи родников и др. Санитарно-эпидемиологическая оценка таких местных нецентрализованных источников не может производиться по СанПиН 2.1.4.1074—01, так как она не подвергается тем методам обработки, которые применяются на водопроводных станциях и являются обязательными для водопроводной воды.

Водозаборные сооружения (шахтные колодцы, родники) чаще всего используют грунтовые воды на первом водоупорном слое. Как правило, они залегают на небольшой глубине и практически не защищены от возможного загрязнения, что делает их ненадежными с точки зрения эпидемиологической опасности и химической безвредности. Качество воды таких источников по органолептическим и микробиологическим показателям, а также по химическому составу подвержено существенным колебаниям.

Для санитарно-гигиенической оценки качества воды источников нецентрализованного водоснабжения предложены показатели, изложенные в СанПиН 2.1.4.544—96 "Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников". В соответствии с данным документом вода местных источников водоснабжения по составу и свойствам должна соответствовать следующим нормативам:

— запах — не более 2—3 баллов;
— привкус — не более 2—3 баллов;
— цветность — не более 30°;
— прозрачность — не менее 30 см по шрифту;
— мутность — не более 2 мг/л;
— нитраты (NO_3) — не более 45 мг/л;
— коли-индекс — не более 10.

Содержание химических веществ не должно превышать ПДК в питьевой воде.

Особое внимание в воде источника нецентрализованного водоснабжения следует обращать на азотсодержащие вещества.

Аммиак образуется в начальной стадии разложения попавших в воду веществ органического происхождения. Его наличие даже в виде следов вызывает подозрение, что в воду попали свежие физиологические выделения человека и животных. С этой точки зрения аммиак является косвенным показателем, указывающим на возможное заражение воды микробами. Вместе с тем его находят в болотистых, торфяных, а также в железистых грунтовых водах. Естественно, что в этом случае аммиак не имеет санитарно-показательного значения.

Нитриты (соли азотистой кислоты) могут быть также различного происхождения. Дождевые воды почти всегда содержат азотистую кислоту в количестве 3,0 мг/л. Нитриты могут образовываться в результате восстановления нитратов денитрифицирующими бактериями, а также при нитрификации аммиака. В последнем случае они приобретают большее санитарно-показательное значение и их наличие указывает на то, что аммиак, образовавшийся в воде в результате разложения органических веществ, начал подвергаться минерализации. Таким образом, наличие нитритов в воде свидетельствует о недавнем загрязнении ее органическими веществами животного происхождения.

Нитраты (соли азотной кислоты) обнаруживаются в незагрязненных водах болотистого происхождения, но могут оказаться в воде как продукт минерализации аммиака и нитритов, образовавшихся в результате гниения органических отбросов. Наличие только нитратов при отсутствии нитритов и аммиака указывает на давнее, возможно случайное, однократное загрязнение воды фекалиями человека и животных. Если одновременно с нитратами в воде присутствуют аммиак и нитриты, это является серьезным признаком постоянного и длительного загрязнения воды. В связи с тем что в настоящее время установлена роль нитратов воды в возникновении метгемоглобинемии, особенно у детей, этому показателю придается большое значение.

Хлориды являются важным санитарным показателем загрязнения воды. Они всегда содержатся в моче и кухонных отбросах, а следовательно, если их находят в воде, возникает подозрение о загрязнении ее хозяйственно-бытовыми сточными водами. Хлориды воды могут быть естественного, природного происхождения, что зависит от характера почвы, с которой соприкасается вода.

Окисляемость — косвенный показатель, характеризующий количество находящихся в воде легкоокисляющихся органических веществ. Так как непосредственное определение в воде органических веществ является методически сложным, о них судят косвенно, по количеству кислорода, затраченного на их окисление в 1 л воды. Следовательно, этот показатель дает общее, условное представление о количестве органических загрязнений.

При оценке качества воды открытых водоемов большое значение приобретают и другие методы и приемы. Так, например,

проводится определение биохимической потребности кислорода (БПК).

Наряду с перечисленными показателями большую роль играет санитарно-топографическое обследование территории водосбора, который питает водоисточник, а также факторов, которые могут ухудшить качество воды. С него фактически начинается санитарно-гигиеническое исследование любого водоисточника. Изучаются рельеф местности, состав почвы, наличие лесных массивов, размещение населенных пунктов, промышленных предприятий, сельскохозяйственное использование территории. Особое значение имеет изучение степени заселения территории, так как чем выше плотность населения, тем больше образуется отбросов органического происхождения и тем реальнее возможность попадания их в водоем и возникновения водных эпидемий. Необходимо получить сведения об использовании водоема в народно-хозяйственных целях, обратив особое внимание на водный транспорт и рыбное хозяйство, использование водоемов в спортивных целях, на уровень заболеваемости населения данного района. Большое значение имеют гидрометрические измерения (глубина, скорость течения, расход воды и т. д.).

4.7. Источники водоснабжения, их санитарно-гигиеническая характеристика

Для целей водоснабжения могут быть использованы открытые водоемы, подземные и атмосферные воды.

Выбор источника водоснабжения устанавливается на основании следующих данных:

- *характеристика санитарного состояния места размещения водозаборных сооружений и прилегающей территории (для подземных источников водоснабжения);*
- *характеристика санитарного состояния места водозабора и самого источника выше и ниже водозабора (для поверхностных источников водоснабжения);*
- *оценка качества воды источника водоснабжения;*
- *определение степени природной и санитарной надежности и прогноза санитарного состояния.*

Пригодность источника для хозяйственно-питьевого водоснабжения и места водозабора устанавливают органы государственной санитарно-эпидемиологической службы министерств здравоохранения.

При оценке пригодности места водозабора и источника в целом учитываются следующие данные:

- *краткая характеристика населенного пункта;*

— *ситуационный план, на котором обозначено место предполагаемого водозабора;*
— *схема проектируемого централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения;*
— *указание суточного уровня водопотребления с расчетом на перспективу;*
— *данные о качестве воды источника.*

Помимо этих общих положений, отдельно дается оценка пригодности места водозабора для поверхностных и подземных водоисточников, а именно:

— при подземном водоисточнике необходимо учитывать гидрогеологическую характеристику используемого водоносного горизонта, наличие и характер перекрывающих его слоев и степень их водонепроницаемости, зону питания, соответствие дебита источника намеченному водоотбору, санитарную характеристику местности в районе водозабора, существующие и потенциальные источники загрязнения;
— при выборе водоисточника из поверхностных водоемов необходимо обращать внимание на гидрологические данные, минимальные и средние расходы воды, соответствие их предполагаемому водозабору, санитарную характеристику бассейна, наличие промышленных, бытовых, сельскохозяйственных и других объектов, их развитие в будущем.

4.7.1. Открытые водоемы

Открытые водоемы (наземные воды) делятся на естественные (реки, озера) и искусственные (водохранилища, каналы). Их формирование происходит главным образом за счет поверхностного стока, атмосферных, талых, ливневых вод и в меньшей степени за счет питания подземными водами. У некоторых водоемов питание может быть смешанным.

Характерной чертой открытых водоемов является наличие большой водной поверхности, которая непосредственно соприкасается с атмосферой и находится под воздействием лучистой энергии солнца, что создает благоприятные условия для развития водной флоры и фауны, активного течения процессов самоочищения. Однако вода открытых водоемов подвержена опасности загрязнения различными химическими веществами и микроорганизмами, особенно вблизи крупных населенных пунктов и промышленных предприятий.

С целью водоснабжения наиболее часто используются реки, которые представляют собой естественные стоки родников, болот, озер, ледников. Речные воды характеризуются большим

количеством взвешенных веществ, низкой прозрачностью и большой микробной обсемененностью.

Озера и пруды представляют собой различной величины и формы котлованы, пополняющиеся водой главным образом за счет атмосферных осадков, родников. На дне образуются значительные илистые отложения за счет выпадения взвешенных частиц. Пруды и озера могут быть использованы для водоснабжения в небольших сельских населенных пунктах лишь в том случае, если подземные воды залегают очень глубоко. Эти водоисточники менее пригодны для питьевых целей, так как значительно подвержены загрязнению и обладают слабовыраженной способностью самоочищения. В них часто наблюдается цветение за счет развития водорослей, что ухудшает органолептические свойства воды. Эти воды небезопасны в эпидемиологическом отношении.

Искусственные водохранилища (или зарегулированные водоемы) создаются путем сооружения плотин, задерживающих водоотток. Чаще всего имеют комплексное назначение (промышленное, энергетическое, для целей водоснабжения и др.). Устраиваются на реках, что сопровождается затоплением прилегающих огромных территорий. Качество воды в таких водохранилищах в значительной мере зависит от состава речных, талых и грунтовых вод, участвующих в их формировании.

Большое влияние на качество воды в водохранилище, особенно в первые годы его эксплуатации, оказывает санитарная подготовка его ложа (дна). Только полная и тщательная санитарная обработка всей затапливаемой территории, удаление растительности, уборка и дезинфекция земельного участка, занимаемого населенным пунктом, особенно кладбищ, больниц, скотомогильников и др., могут гарантировать эпидемиологическую безопасность и хорошие органолептические свойства воды. В условиях застойного режима, особенно летом, наблюдается "цветение" водохранилищ за счет развития сине-зеленых водорослей. Продукты распада водорослей (аммиак, индол, скатол, фенолы) ухудшают органолептические свойства воды.

Открытые водоемы характеризуются непостоянством химического и бактериального состава, резко меняющегося в зависимости от сезонов года и атмосферных осадков. Они отличаются небольшим содержанием солей и значительным количеством взвешенных и коллоидных веществ.

При оценке открытых источников водоснабжения большое внимание уделяется флоре и фауне водоемов, так как известно, что в водоеме может находиться большое количество низших растений и животных, влияющих на качество воды. Вследствие этого водная флора и фауна используются в качестве показательных организмов, чувствительных к изменению условий жизни водоема. Эти биологические организмы называются сапробными (sapros — гнилостный). Существуют четыре степени

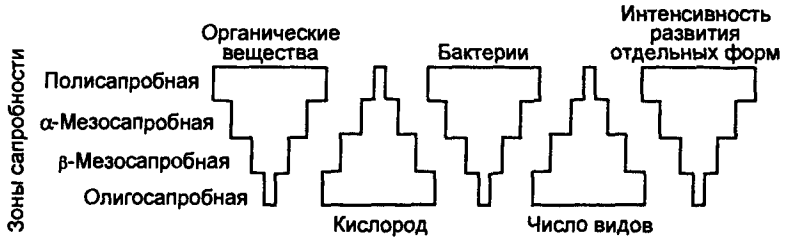


Рис. 4.1. Сапробные зоны.

(зоны) сапробности: полисапробная, α-мезосапробная, β-мезосапробная и олигосапробная. Каждой зоне сапробности соответствуют свои условия жизни, степень загрязненности, содержание в воде органических веществ, кислорода, наличие животных и растительных форм (рис. 4.1).

Полисапробная зона характеризуется сильным загрязнением воды, отсутствием кислорода, восстановительными процессами. Окислительные процессы отсутствуют. Отмечается большое количество белковых веществ, распадающихся в анаэробных условиях. В полисапробных зонах флора и фауна крайне бедны. Обитает мало видов и преобладает один вид, наиболее устойчивый к этим условиям. Происходит интенсивное размножение микроорганизмов, их число измеряется многими сотнями тысяч и миллионами в 1 мл. Водные цветковые растения и рыбы отсутствуют.

α-Мезосапробная зона по степени загрязнения воды приближается к полисапробной, условия разложения белка в значительной степени анаэробные, но отмечаются и аэробные. Количество бактерий исчисляется сотнями тысяч в 1 мл. Цветковые растения редки, но имеются водоросли и простейшие.

β-Мезосапробная зона имеет среднюю степень загрязнения. Окислительные процессы преобладают над восстановительными и поэтому вода не загнивает. Количество органических веществ сравнительно невелико, так как они минерализуются почти до конца. Число бактерий в 1 мл воды измеряется десятками тысяч. Появляются инфузории, разнообразные виды рыб.

Олигосапробная зона характеризуется практически чистой водой, пригодной для водоснабжения. В воде отсутствуют процессы восстановления, органические вещества полностью минерализованы, много кислорода. Число бактерий не превышает 1000 в 1 мл воды. Флора и фауна весьма разнообразны, интенсивно развиваются различные водоросли, появляются моллюски, ракообразные, насекомые. Много цветковых растений и рыб.

При санитарно-гигиенической оценке открытых водоемов большое значение имеют и другие исследования, в частности гельминтологические.

4.7.2. Подземные воды

Подземные воды образуются главным образом за счет фильтрации атмосферных осадков через почву. Небольшая часть их образуется в результате фильтрации воды открытых водоемов (рек, озер, водохранилищ и т. д.) через русло.

Накопление и движение подземных вод зависят от строения пород, которые по отношению к воде разделяются на водоупорные (водонепроницаемые) и водопроницаемые. Водоупорными породами являются гранит, глина, известняк; к водопроницаемым относятся песок, гравий, галечник, трещиноватые породы. Вода заполняет поры и трещины этих пород. Подземные воды по условиям залегания делятся на почвенные, грунтовые и межпластовые (рис. 4.2).

Почвенные воды (поверхностные, или верховодка) наиболее близко залегают к земной поверхности в первом водоносном горизонте, не имеют защиты в виде водоупорного слоя, поэтому состав их резко меняется в зависимости от гидрометеорологических условий. Больше всего почвенных вод накапливается весной, летом они высыхают, зимой промерзают, легко подвергаются загрязнению, так как находятся в зоне просачивания атмосферных вод, поэтому использовать почвенные воды с целью водоснабжения не следует.

Состояние почвенных вод может оказывать влияние на качество грунтовых вод, расположенных ниже почвенных.

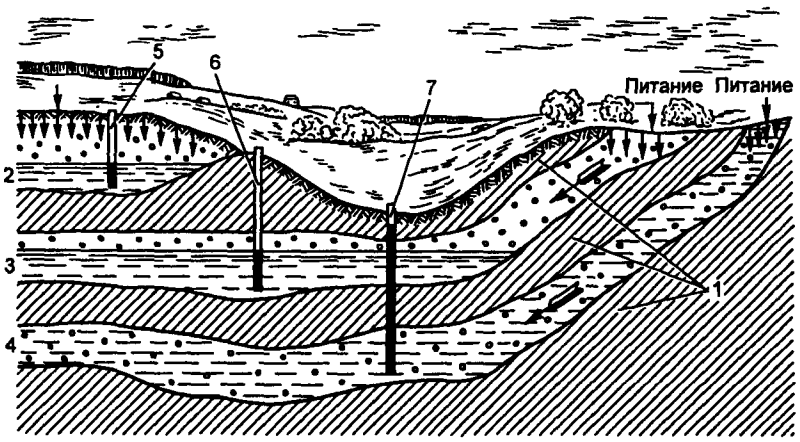


Рис. 4.2. Общая схема залегания подземных вод.

1 — водоупорные слои; 2 — водоносный горизонт грунтовых вод; 3 — водоносный горизонт межпластовых безнапорных вод; 4 — водоносный горизонт межпластовых напорных вод (артезианских); 5 — колодец, питающийся грунтовой водой; 6 — колодец, питающийся межпластовой безнапорной водой; 7 — колодец, питающийся межпластовой напорной водой.

Грунтовые воды располагаются в последующих водоносных горизонтах; они скапливаются на первом водонепроницаемом слое, не имеют водоупорного слоя сверху и поэтому между ними и почвенными водами происходит водообмен. Грунтовые воды безнапорные, их уровень в колодце устанавливается на уровне подземного слоя воды. Образуются они за счет просачивания атмосферных осадков и уровень вод подвержен большим колебаниям в различные годы и сезоны. Грунтовые воды отличаются более или менее постоянным составом и лучшим качеством, чем поверхностные. Фильтруясь через довольно значительный слой почвы, они становятся бесцветными, прозрачными, свободными от микроорганизмов. Глубина их залегания в различных местностях колеблется от 2 м до нескольких десятков метров. Грунтовые воды являются наиболее распространенными источниками водоснабжения в сельских местностях.

В предупреждении загрязнения грунтовых вод большую роль играет санитарная охрана почвы.

Забор воды производится с помощью колодцев (шахтные, трубчатые и др.). Некоторые из них иногда используются для небольших водопроводов.

В прибрежных местностях грунтовые воды могут иметь гидравлическую связь с водами рек и других открытых водоемов. В этих случаях происходят просачивание речной воды в грунтовый слой и увеличение количества грунтовой воды. Эти воды называются подрусловыми. Подрусловые воды иногда используются в питьевых целях путем устройства инфильтрационных колодцев. Однако вследствие связи с открытым водоемом состав воды в них непостоянен и менее надежен в санитарном отношении, чем в хорошо защищенных грунтовых слоях.

В местности с пересеченным рельефом на склонах гор или в глубине больших оврагов грунтовые воды могут выходить на поверхность в виде родников. Эти родники называются безнапорными, или нисходящими. Родниковая вода по составу и качеству не отличается от питающей ее грунтовой воды и может быть использована для целей водоснабжения.

Межпластовые воды представляют собой подземные воды, заключенные между двумя водонепроницаемыми породами. Они имеют как бы непроницаемую крышу и ложе, полностью заполняют пространство между ними и передвигаются под давлением. Поэтому такие воды благодаря напору снизу могут высоко подниматься в колодцах, а иногда самопроизвольно фонтанировать (артезианские воды). Водонепроницаемая кровля надежно изолирует их от просачивания атмосферных осадков и вышерасположенных грунтовых вод. Питание межпластовых вод происходит в местах выхода на поверхность водоносного слоя. Эти места часто находятся далеко от места пополнения основных запасов межпластовой воды. Вследствие глубокого залегания межпластовые воды имеют устойчивые физические

свойства и химический состав. Малейшее колебание их качества можно рассматривать как признак санитарного неблагополучия. Загрязнение межпластовых вод происходит крайне редко при нарушении целости водоупорных слоев, а также при отсутствии надзора за старыми, уже используемыми скважинами. Межпластовые воды могут иметь естественный выход на поверхность в виде восходящих ключей или родников. Их образование связано с тем, что водоупорный слой, расположенный над водоносным, прерывается оврагом. Качество родниковой воды не отличается от питающих ее межпластовых вод.

4.7.3. Атмосферные осадки

Атмосферные осадки образуются в результате сгущения водяных паров атмосферы и выпадения их на землю в виде дождя, содержат небольшое количество солей кальция, магния и поэтому являются очень мягкими. В качестве источника водоснабжения атмосферные осадки используются редко, главным образом в безводных, засушливых местах, т. е. там, где нет открытых водоемов, а получение подземных вод затруднено вследствие их глубокого залегания. При использовании осадков для питьевых целей сбор их должен производиться с соблюдением санитарных правил, в чистые емкости, надежно защищенные от внешних загрязнений. Ввиду того что атмосфера промышленных городов может быть загрязнена различными кислотами, солями натрия, кальция, магния, сажей, пылью, микроорганизмами, атмосферные осадки могут загрязняться и становятся непригодными для питья.

Качество атмосферных осадков зависит также от климатических условий и от того, когда была собрана вода — во время обильных дождей или в период засухи.

Талые воды, образующиеся после таяния снега и льда, используют крайне редко в безводных местах. Загрязняются они так же, как атмосферные.

При выборе источников водоснабжения необходимо провести их сравнительную санитарно-гигиеническую оценку и решить этот вопрос конкретно, с учетом местных условий (табл. 4.10).

Исходя из основных гигиенических принципов, в качестве источника водоснабжения должен быть выбран тот, который в своем естественном состоянии более всего приближается к требованиями СанПиН 2.1.4.1074—01. Наиболее предпочтительным источником являются межпластовые артезианские воды, так как они настолько чисты, что не нуждаются в мероприятиях по очистке и обеззараживанию, требующих специальных сооружений, обслуживающего персонала, больших экономических затрат на строительство и эксплуатацию. Кроме того, они являются напорными, самоизливающимися, что также удобно

Таблица 4.10. **Сравнительная санитарная характеристика источников хозяйственно-питьевого водоснабжения (по С. Н. Черкинскому)**

Характерные особенности источников водоснабжения	Поверхностные источники	Подземные источники	
		грунтовые	межпластовые
Доступность, географическое распространение	Большое	Большое	Ограниченное
Обильность (полезный дебит)	Обычно весьма значительная	Ограниченная	Различная, часто ограниченная
Влияние социально-бытовых факторов (плотность населения, развитие промышленности и др.)	Весьма большое	Большое	Весьма ограниченное
Влияние природных факторов (климатических, сезонных)	Весьма большое	Большое	Ограниченное
Ухудшение органолептических свойств воды	Частое	Частое	Ограниченное
Загрязнение химическими веществами	Нередкое	Редкое	Весьма редкое
Микробное загрязнение (в том числе и патогенными микроорганизмами)	Весьма частое	Редкое	Весьма редкое
Постоянство качества воды	Отсутствует	Слабо выражено	Сильно выражено

и экономично. К сожалению, использование таких вод часто затрудняется вследствие большой глубины залегания, недостаточного дебита (особенно для крупных городов), технико-экономических и других трудностей.

Использование больших открытых водоемов (полноводные реки, водохранилища), несмотря на их опасность в эпидемиологическом отношении, наиболее целесообразно для водоснабжения большинства городов.

Очистка и обеззараживание их на современных хорошо оборудованных водопроводных станциях под контролем государственной санитарно-эпидемиологической службы и при тщательном соблюдении требований СанПиН 2.1.4.1074—01 создают гарантию чистоты воды в эпидемиологическом и санитарно-гигиеническом отношении.

Все возрастающая потребность больших городов в питьевой и хозяйственной воде удовлетворяется в настоящее время за счет создания системы водохранилищ, а также переброски речной воды.

В перспективном водоснабжении городов переброска вод будет играть значительную роль. Не исключено также использование опресненной (морской) воды.

Таблица 4.11. **Показатели качества источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (извлечение из ГОСТа 2761—84)**

Определяемые показатели	Показатели качества воды по классам		
	1-й	2-й	3-й
I. Подземные источники водоснабжения			
Мутность, мг/дм^3, не более	1,5	1,5	10
Цветность, градусы, не более	20	20	50
Водородный показатель (pH)	6—9	6—9	6—9
Железо (Fe), мг/дм^3, не более	0,3	10	20
Марганец (Mn), мг/дм^3, не более	0,1	1	2
Сероводород (H_2S), мг/дм^3, не более	Отсутствие	3	10
Фтор (F), мг/дм^3, не более	1,5—0,7*	1,5—0,7*	5
Окисляемость перманганатная, мг/дм^3 по кислороду, не более	2	5	15
Число бактерий группы кишечной палочки (БГКП) в 1 дм^3, не более	3	100	1000
II. Поверхностные источники водоснабжения			
Мутность, мг/дм^3, не более	20	1500	10 000
Цветность, градусы, не более	35	120	200
Запах при 20 и 60 °С, баллы, не более	2	3	4
Водородный показатель (pH)	6,5—8,5	6,5—8,5	6,5—8,5
Железо (Fe), мг/дм^3, не более	1	3	5
Марганец (Mn), мг/дм^3, не более	0,1	1,0	2,0
Фитопланктон, мг/дм^3, не более	1	5	50
Клостридии в 1 см^3, не более	1000	100 000	100 000
Окисляемость перманганатная, по кислороду, мг/дм^3, не более	7	15	20
ВПК полное, по кислороду, мг/дм^3, не более	3	5	7
Число лактозоположительных, кишечных палочек (ЛКП) в 1 дм^3 воды, не более	1000	10 000	50 000

* В зависимости от климатического района.

При невозможности их применения, учитывая качество воды, водоисточники следует выбирать в такой последовательности: межпластовые безнапорные, грунтовые, открытые водоемы.

Вода всех водоисточников в зависимости от ее химического состава, содержания микроорганизмов и других свойств в соответствии с ГОСТом 2761—84) делится на 3 класса (табл. 4.11).

В зависимости от класса "Источника" устанавливается соответствующая технологическая схема обработки воды.