

№ ФАРМ-16

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Северо-Осетинская государственная медицинская академия»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ФГБОУ ВО СОГМА Минздрава России)

---

Кафедра общей гигиены и физической культуры

## **ГИГИЕНА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ВОДЫ**

Учебно-методический комплекс по дисциплине Общая гигиена  
основной профессиональной образовательной программы высшего  
образования – программы специалитета по специальности 33.05.01 Фармация,  
утвержденной 31.08.2020 г.

Составители:

Зав. кафедрой общей гигиены и  
физической культуры,  
д.м.н., профессор

Кусова А.Р.

Доцент кафедры общей гигиены  
и физической культуры, к.м.н.

Битарова И.К.

Владикавказ 2016

УДК 613.1

Кусова А.Р. Битарова И.К.

Гигиена атмосферного воздуха и воды: Учебно-методический комплекс для студентов фармацевтического факультета

Северо-Осетинская государственная медицинская академия. - Владикавказ, 2016. - 66с.

Данный учебно-методический комплекс содержит материал, отражающий современные гигиенические представления о важнейших факторах окружающей среды человека – атмосферном воздухе и воде. Изложены данные о строении атмосферы, ее химическом составе, физических свойствах, влиянии этих показателей на здоровье человека, методах их оценки. Приведена информация о гигиенических требованиях к воде предназначенной для питьевого водоснабжения и изготовления лекарственных препаратов, методах улучшения качества воды. В учебно-методическом комплексе приведен перечень вопросов для самоконтроля, тестовые задания и ситуационные задачи.

Учебно-методический комплекс «Гигиена атмосферного воздуха и воды» подготовлено по дисциплине «Общая гигиена» в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования для студентов, обучающихся по специальности фармация(33.05.01).

УДК 613.1

Рецензенты:

Бибаева Л.В. - доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой биологии и гистологии ФГБОУ ВО СОГМА Минздрава России.

Калагова Р.В. - доктор химических наук, доцент, заведующий кафедрой физики и химии ФГБОУ ВО СОГМА Минздрава России.

*Утверждено и рекомендовано к печати Центральным координационным учебно-методическим советом ФГБОУ ВПО СОГМА Минздрава России (протокол № 1 от 12 сентября 2016 г.).*

© Северо-Осетинская государственная медицинская академия, 2016

© Кусова А.Р. Битарова И.К.2016

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1. ГИГИЕНА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА.....	4
1.1 Химический состав атмосферного воздуха.....	5
1.2 Физические факторы атмосферного воздуха.....	7
1.2.1 Гигиеническое значение температуры воздуха.....	7
1.2.2 Гигиеническое значение влажности воздуха.....	10
1.2.3 Гигиеническое значение барометрического давления.....	13
1.2.4 Гигиеническое значение скорости движения воздуха.....	16
1.3 Гигиеническое значение солнечной радиации.....	18
1.3.1 Биологическое действие инфракрасного излучения.....	19
1.3.2 Биологическое действие видимого излучения.....	20
1.3.3 Биологическое действие ультрафиолетового излучения.....	21
1.4 Комплексная характеристика метеорологических факторов.....	26
1.5 Биологические факторы атмосферного воздуха.....	30
Глава 2. ГИГИЕНА ВОДЫ.....	34
2.1 Физиологическое и гигиеническое значение воды.....	34
2.2 Гигиеническая характеристика источников водоснабжения.....	34
2.3 Требования к качеству питьевой воды.....	37
2.3.1 Безопасность питьевой воды по химическому составу.....	37
2.3.2 Безопасность питьевой воды в эпидемическом отношении.....	39
2.3.3 Благоприятные органолептические свойства воды.....	43
Глава 3. МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ.....	45
3.1 Основные методы улучшения качества воды.....	45
3.1.1 Методы очистки воды.....	45
3.1.2 Методы обеззараживания воды.....	48
3.2 Дополнительные методы улучшения качества воды.....	54
Приложение.....	59
Тестовый контроль.....	61
Список литературы.....	66

«Не каждый врач может быть специалистом по гигиене, но каждый (врач) может и должен усвоить гигиенический способ мышления».

Ф.Ф. Эрисман

Гигиена (от греч. – здоровый) – область медицины, изучающая влияние условий жизни и труда на здоровье человека и разрабатывающая мероприятия по профилактике заболеваний, обеспечению оптимальных условий существования, сохранению здоровья и продлению жизни.

## ГЛАВА 1. ГИГИЕНА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Человек живет на дне огромного воздушного океана, окружающего планету со всех сторон в виде оболочки, называемой атмосферой, размером в четверть земного радиуса, которая абсолютно необходима для существования живых организмов. Атмосфера имеет многослойную структуру и состоит из тропосферы, стратосферы, мезосферы, термосферы, ионосферы, экзосферы и магнитосферы.

К земной поверхности прилегает *тропосфера* — наиболее плотный слой воздуха размером 7—10 км на полюсах и 16— 18 км — над экватором. Тропосфера отличается неустойчивостью физических свойств (колебаний температуры, влажности, атмосферного давления), наличием водяных паров, большого количества пыли, сажи, разнообразных токсических веществ, газов, микроорганизмов. В ней постоянно происходит перемещение воздушных масс в разных направлениях.

Над тропосферой находится *стратосфера* — слой воздуха размером до 40-60 км, характеризующийся разреженностью воздуха. Под влиянием космического и коротковолнового ультрафиолетового излучения Солнца в результате ионизации молекул газов воздуха, особенно кислорода, в стратосфере образуются молекулы озона, составляющие озоновый слой атмосферы. Озоновый слой задерживает коротковолновое УФ-излучение, которое, достигая поверхности Земли, может вызвать разнообразные негативные эффекты в биосфере, а в популяции человечества повысить уровень онкологической заболеваемости.

Над стратосферой простирается еще более разреженный слой воздуха размером до 80 км — *мезосфера*, выше следует *термосфера* — слой атмосферы высотой до 300 км, температура в котором достигает 1500 °С. За ней располагается *ионосфера* — слой ионизированного воздуха, размеры которого в зависимости от времени года и суток составляют 500-1000 км. Еще выше последовательно размещаются *экзосфера* (до 3000 км), плотность которой почти не отличается от плотности безвоздушного космического пространства, и верхняя граница атмосферы Земли - *магнитосфера* (от 3000 до 50000 км), в состав которой входят пояса радиации. Развитие космонавтики, успешно начатое человечеством в середине прошлого столетия, потребовало изучения влияния свойств и очень удаленных слоев атмосферы на состояние здоровья космонавтов для возможности их жизнеобеспечения в таких экстремальных условиях.

Известно, что человек может обходиться без воздуха в среднем только 5 мин, после чего организм неизбежно погибает. Это свидетельствует о том, что воздух — жизненно важный фактор среды его обитания.

Воздух необходим для:

- поддержания процессов дыхания, снабжения организма кислородом;
- теплообмена, обеспечивая отдачу тепла различными путями;
- пропускания к поверхности Земли оптической части солнечного спектра (видимых, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей);
- ориентировки в окружающем пространстве с помощью восприятия органами чувств зрительных и слуховых сигналов окружающей среды.

Состояние воздушной среды влияет на самочувствие человека, его настроение, работоспособность и здоровье. Медицина широко пользуется воздушной средой как профилактическим и лечебным фактором (закаливание, климатотерапия). Влияние воздуха на организм может быть не только положительным, но и отрицательным. Изменение состава и физических свойств воздуха может привести к различным заболеваниям как в результате непосредственного, так и опосредованного влияния через одежду, почву, жилище.

### 1.1 Химический состав атмосферного воздуха

Атмосферный воздух по химическому составу представляет собой смесь газов: азот-78%, кислород 21%, двуокись углерода 0,03%, инертные газы - аргон, неон, гелий, метан, криптон, закись азота, водород, ксенон, озон – около 1%.

Выдыхаемый воздух содержит: кислорода 16,7 %, азота 77,1 %, двуокиси углерода 3,8 % (его содержание увеличивается в 100 раз) и др. Кроме того, выдыхаемый воздух насыщается водяными парами и его температура повышается.

**Азот** - наиболее существенная часть атмосферного воздуха по количественному содержанию, разбавляет другие газы, в первую очередь кислород. Азот физиологически индифферентен, не поддерживает процессы дыхания и горения, содержание его в атмосфере постоянное, одинаково его количество во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе. В условиях повышенного атмосферного давления азот может оказать наркотическое действие, а также известна его роль в патогенезе кессонной болезни.

Известен круговорот азота в природе, осуществляемый с помощью определенных видов почвенной микрофлоры, растений и животных, а также электрических разрядов в атмосфере, в результате чего азот связывается биологическими объектами, а затем вновь поступает в атмосферу.

**Кислород** — самый важный для жизнедеятельности газ воздуха. Он расходуется в организме на окислительные процессы, поступая через легкие в кровь, и доставляется тканям и клеткам организма в составе оксигемоглобина. В окружающей природе кислород также необходим для окисления органических веществ, находящихся в воде, воздухе и почве, а также для поддержания процессов горения.

Источником кислорода в атмосфере являются зеленые растения, образующие его под действием солнечной радиации в процессе фотосинтеза и выделяющие в воздух в процессе дыхания. Речь идет о фитопланктоне морей и океанов, а также растениях тропических лесов и вечнозеленой тайги, которые образно называют "легкими планеты".

Низкие концентрации кислорода, существенные для жизнедеятельности организма человека, наблюдаются при подъеме на высоту и при пребывании людей в герметически замкнутых помещениях в случае аварийных ситуаций, когда нарушены технические средства поддержания жизнедеятельности. Повышенное содержание кислорода отмечается в условиях высокого атмосферного давления (в кессонах). При парциальном давлении свыше 600 мм рт.ст. он ведет себя как токсичное вещество, вызывая отек легких и пневмонию.

В атмосферном воздухе содержится динамический изомер кислорода — *трехатомный кислород озон*, являющийся сильнейшим окислителем. Он образуется в природных условиях в верхних слоях атмосферы под влиянием коротковолнового ультрафиолетового излучения Солнца, при грозовых разрядах, в процессе испарения воды. Озон играет важнейшую роль в защите биологических объектов планеты от губительного воздействия жесткого коротковолнового ультрафиолета, задерживая его в стратосфере на высоте 20—30 км.

Озон обладает своеобразным приятным запахом свежести, и его присутствие можно легко обнаружить в лесу после грозы, в горах, в чистой природной среде, где он считается показателем чистоты воздуха. Однако избыток озона неблагоприятен для жизнедеятельности организма, и, начиная с концентрации  $0,1 \text{ мг/м}^3$ , он действует как раздражающий газ.

Присутствие же озона в воздухе крупных промышленных городов, загрязненном выбросами автотранспорта и промышленных объектов, в свете последних научных данных считается неблагоприятным признаком, поскольку в этих условиях он образуется в результате фотохимических реакций при формировании смога.

Высокая окислительная способность озона используется при обеззараживании воды

**Углекислый газ** активно влияет на тепловой баланс планеты, активизирует (возбуждает) дыхательный центр, участвует в поддержании гомеостаза, изменяет рН крови. Увеличение его содержания до 3% приводит к нарушению функции дыхания, появлению головной боли и снижению работоспособности. При содержании диоксида углерода 4-5% отмечается покраснение лица, головная боль, шум в ушах, повышение кровяного давления, сердцебиение, возбужденное состояние. При 8-10% 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%. ПДК (предельно допустимая концентрация) диоксида углерода жилых и общественных зданий не более 0,1%.

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

## 1.2 Физические факторы воздушной среды

При гигиенической оценке воздуха необходимо учитывать его физические свойства (температуру, влажность, скорость движения, барометрическое давление, напряжение солнечной радиации, радиоактивность, электрическое состояние), а также химический состав, механические примеси (пыль, дымы), микроорганизмы. Физические свойства атмосферного воздуха связаны с климатическими особенностями региона. В жилых и общественных зданиях физические свойства воздуха более стабильны, т.к. в них поддерживается микроклимат за счет вентиляции и отопления. На промышленных предприятиях на свойства воздушной среды влияет технологический процесс. В некоторых случаях физические свойства воздуха приобретают самостоятельное значение вредного профессионального фактора, связанного с источником тепла.

### 1.2.1 Гигиеническое значение температуры воздуха

Атмосферный воздух пропускает солнечные лучи, часть которых, достигая поверхности Земли, отражается (альбедо), а другая поглощается почвой, превращаясь в тепловую энергию, и воздух нагревается от теплового излучения Земли, поэтому минимальная температура воздуха наблюдается перед восходом Солнца, а максимальная — между 13 и 15 часами, когда почва прогрета сильнее всего. По мере удаления от поверхности почвы температура воздуха понижается в среднем на 0,6 °С на каждые 100 м подъема. Распределение тепла на планете зависит и от ее шарообразной формы. По направлению от экватора к полюсам лучи Солнца падают под более острым углом, и Земля прогревается меньше. Поэтому максимальные температуры наблюдаются в районе экватора (55 °С), а минимальные — в Антарктиде (—80 °С). Температура воздуха оказывает влияние на тепловой обмен организма.

**Терморегуляционные механизмы** функционируют под контролем центральной нервной системы, что позволяет человеку приспосабливаться к различным температурным условиям. *Теплообмен* организма поддерживается путем уравнивания процессов химической и физической терморегуляции. Химическая терморегуляция — теплообразование — происходит вследствие окислительных процессов. Физическая терморегуляция теплообмен, отдача тепла. Различают следующие пути отдачи тепла в окружающее пространство:

- Излучение тепла телом человека (по отношению к окружающим поверхностям с более низкой температурой) - радиационная теплоотдача.
- Конвекция - отдача тепла с поверхности тела человека притекающим к нему менее нагретым слоям воздуха.

- Проведение — отдача тепла предметам, непосредственно соприкасающимся с поверхностью тела.

- Испарение воды с поверхности кожи и слизистых оболочек.

В состоянии покоя и теплового комфорта теплопотери конвекцией составляют 15,3%; излучением - 55,6%; испарением -29,1%.

Если температура воздуха и окружающих поверхностей ниже температуры поверхности кожи, организм отдает тепло излучением и конвекцией. Когда температура воздуха и окружающих поверхностей такая же, как и температура кожи или выше ее; то теплоотдача осуществляется испарением. Повышение влажности воздуха при этом ограничивает теплопотери испарением. Низкая температура в сочетании с повышенной влажностью способствуют увеличению теплопотерь организмом теплоизлучением.

Пределы терморегуляции не безграничны. Продолжительное пребывание в сильно нагретой атмосфере вызывает повышение температуры тела, ускорение пульса, нарушение деятельности сердечно-сосудистой системы, снижение функциональной деятельности желудочно-кишечного тракта. Высокая температура воздуха отрицательно влияет на функциональное состояние центральной нервной системы. Это проявляется ослаблением внимания, нарушением точности и координации движений, замедлением реакций. Наблюдаются быстрая утомляемость, понижение физической и умственной работоспособности.

**Воздействие высокой температуры**, особенно в сочетании с повышенной влажностью, ведет к значительному накоплению тепла в организме и развитию *перегревания*. Значительно ускоряют перегревание - организма физическая работа, паронепроницаемая одежда и другие факторы. При перегревании температура тела поднимается до 38-39°C. Клиника: головная боль, головокружение, общая слабость, искажение цветового восприятия предметов, болезненность мышц, сухость во рту, тошнота, рвота, гиперемия лица, обильное потоотделение, учащение пульса и дыхания. Организм теряет значительное количество воды в виде мочи и пота. Потеря более 10% воды приводит к угрожающим для жизни симптомам (пустынная болезнь). При особо неблагоприятных условиях (сочетание высокой температуры с высокой влажностью и неподвижным воздухом) может возникнуть *тепловой удар*. Тепловой удар характеризуется температурой тела 40-41 °С и тяжелым общим состоянием организма. При этом отмечаются бледность, синюшность, расширение зрачков, частое поверхностное дыхание, судороги, тахикардия, падение артериального давления (тепловой коллапс), потеря сознания. В тяжелых случаях наблюдаются нервно-психические расстройства. Тепловой удар может возникнуть в горячих цехах, а также при работе на открытом воздухе в жарком влажном климате.

**Воздействие низкой температуры воздуха** увеличивает теплоотдачу, создавая опасность *переохлаждения* организма, особенно в сочетании с повышенной влажностью. Переохлаждение быстрее наступает при сильном ветре, особенно если человек находится в легкой, тесной или промокшей одежде. Устойчивость организма к

охлаждению снижается при физическом утомлении, голодании, алкогольном опьянении, травмах и заболеваниях. При действии холода могут возникать ознобление, адинамия, сонливость, ослабление мышечной деятельности, резкое снижение реакции на болевые раздражения (наркотическое действие холода). Холод является причиной возникновения заболеваний органов дыхания, ревматизма, миозита, невритов, радикулита. Хроническое охлаждение снижает сопротивляемость организма инфекционным заболеваниям.

В условиях производства имеет место *радиационное охлаждение*, сопровождающееся значительным понижением температуры кожи и слизистых оболочек дыхательных путей. Происходящие при этом изменения в организме более стойкие, чем при конвекционном охлаждении, восстановительный период более длительный.

Результатом контактного переохлаждения может быть *отморожение*. Длительное местное воздействие низкой температуры в сочетании с повышенной влажностью вызывает развитие вегетативного полиневрита, холодового невроаскулита. Отмечаются функциональные нервно-сосудистые расстройства (синдром Рейно). Особо вредными для здоровья человека являются быстрые и резкие колебания температуры воздуха, т.к. организм не успевает к ним приспособиться. Колебания температуры опасны для лиц с пороками сердца, склерозом сосудов, болезнями почек. В целях *профилактики* необходимы: укрепление теплорегулирующего аппарата путем закаливания организма, рациональное питание, оптимизация режимов труда и отдыха, выбор соответствующей одежды.

**Определение температуры воздуха.** Во время измерения температуры воздуха в помещении термометры подвешивают на специальном штативе. Отсчет показаний термометров производится через 10 минут после того, как их установили на штативе, чтобы жидкость в резервуаре приняла температуру окружающего воздуха.

Среднюю температуру воздуха в помещении измеряют в следующих точках: по вертикали на уровне 0,2; 1,0; 1,5 м от пола; по горизонтали - в центре помещения и на расстоянии 0,2 м от наружной и внутренней стены, в трех точках по диагонали. После вычисления средней температуры воздуха, разности температур по вертикали и горизонтали помещения дается соответствующая оценка. Среднесуточная температура воздуха определяется из ряда наблюдений (через равные промежутки времени 3-4 раза в сутки).

Температуру воздуха в помещении измеряют *ртутными* и *спиртовыми* термометрами. Наиболее распространены ртутные, т.к. обладают большей точностью и широтой диапазона: от  $-35^{\circ}$  до  $+370^{\circ}\text{C}$ . Спирт имеет низкую точку кипения ( $78,3^{\circ}$ ). С помощью спиртовых термометров можно измерять очень низкие температуры (до  $-130^{\circ}$ ). Термометры градуируются в градусах Цельсия, Фаренгейта.



*Аспирационный термометр-сухой* термометр аспирационных психрометров. Аспирационные термометры измеряют

температуру в какой-либо момент наблюдения. Сухой термометр психрометра точно регистрирует температуру воздуха, т.к. его резервуар защищен от воздействия лучистого тепла.

*Максимальный термометр* — ртутный. Сохраняет показание самой высокой температуры, имевшей место за определенный период наблюдения. Показания термометра не меняются, несмотря на последующее понижение температуры. В дно резервуара термометра впаян стеклянный стержень, который входит в капиллярную трубку и суживает ее просвет. Ртуть проходит через сужение только при повышении температуры, при понижении температуры она не может обратно войти в резервуар и показывает бывший максимум температуры. Чтобы ртуть опустилась в резервуар, термометр необходимо встряхнуть. При наблюдении максимальные термометры устанавливают горизонтально. Отсчет температуры производят в наклонном положении.



*Минимальный термометр* — спиртовой. Внутри капиллярной трубки, в спирту, находится небольшой подвижный штифт. Перед наблюдением поднимают нижний конец термометра, штифт касается поверхности спирта, затем устанавливают термометр горизонтально. При повышении температуры спирт расширяется, свободно проходит мимо штифта, не сдвигая его с места. При понижении - столбик спирта укорачивается, поверхностная пленка увлекает за собой штифт вниз и устанавливает его в положении, соответствующем минимуму наблюдавшейся температуры. Отсчет температуры производят по концу штифта, наиболее удаленному от резервуара термометра.

*Электротермометры* применяют для измерения температуры стен.



*Термограф* — самопишущий прибор для установления пределов колебаний, температуры в течение рабочего дня, суток, недели, месяцев. Воспринимающим элементом прибора является изогнутая полая металлическая пластинка, наполненная толуолом, или биметаллическая пластинка. Воспринимающий элемент связан с записывающим устройством и лентопротяжным механизмом. На ленте получается запись температуры в виде кривой. Лента разграфлена по дням, часам и градусам.

### 1.2.2 Гигиеническое значение влажности воздуха

Влажность воздуха имеет большое значение, т.к. влияет на теплообмен организма с окружающей средой. Различают 6 видов влажности.

- *Абсолютная влажность* - упругость водяных паров, находящихся в данное время в воздухе (мм рт. ст.), или количество водяных паров в граммах в  $1 \text{ м}^3$  воздуха ( $\text{г}/\text{м}^3$ ).

- *Максимальная влажность* - упругость водяных паров в мм рт.ст. при полном насыщении воздуха влагой при данной температуре, или количество

водяных паров в граммах, необходимое для полного насыщения 1 м<sup>3</sup> воздуха при той же температуре.

- *Относительная влажность* - отношение абсолютной влажности к максимальной, выраженное в процентах, или процент насыщения воздуха водяными парами в момент наблюдения (нормальной считается относительная влажность воздуха в пределах 30-60%).

- *Дефицит насыщения* - разность между максимальной и абсолютной влажностью. Чем больше дефицит насыщения, тем больше влаги может поглотить воздух.

- *Физиологический дефицит влажности* - разность между максимальной влажностью воздуха при 37° (температура тела) и абсолютной влажностью воздуха в момент наблюдения. Эта величина указывает, сколько граммов воды может извлечь из организма каждый кубический метр выдыхаемого воздуха.

- *Точка росы* - температура, при которой находящиеся в воздухе водяные пары насыщают пространство (величина абсолютной влажности равна максимальной).

Наибольшее гигиеническое значение имеют относительная влажность и дефицит насыщения. Влияние влажности воздуха на теплообмен человека зависит от температуры воздуха и от того, повышенная она или пониженная.

**Влияние повышенной влажности.** Повышенной считается влажность свыше 70%. При повышенной влажности, температуре и низкой скорости движения воздуха резко затрудняется отдача тепла излучением и конвекцией из-за уменьшения разницы между температурой кожи и температурой окружающей среды. Организм в этих условиях может перегреться, так как в этом случае воздух насыщен водяными парами, вследствие чего испарение пота затруднено, наступает профузное потение (на коже выступают видимые капли пота), не способствующее отдаче тепла, тем более что в этих условиях теплоотдача конвекцией и радиацией также затруднена или даже блокирована.

При высокой влажности воздуха и пониженной температуре увеличивается отдача тепла посредством конвекции. Это объясняется высокой теплоемкостью и теплопроводностью влажного воздуха. В сыром воздухе увлажняется одежда, отчего ее теплозащитные свойства снижаются.

Частое и длительное пребывание людей в сырых холодных помещениях оказывает вредное воздействие на организм, выражающееся в снижении иммунитета (инфекциях) и в воспалительных заболеваниях периферической нервной системы (невриты, плекситы, радикулиты и т.д.). Кроме отрицательного влияния непосредственно на организм, сырой воздух ухудшает общесанитарное состояние среды, способствуя образованию тумана, снижению освещенности, выживанию микроорганизмов. Возникает также ряд бытовых неудобств в виде порчи мебели, отставания обоев, появления плесени и т.д.

*Таким образом, повышенная влажность воздуха, как при повышенной, так и при пониженной температуре оказывает неблагоприятное влияние на организм человека и среду его обитания.*

**Профилактика сырости в помещениях.** Меры борьбы с высокой влажностью воздуха в помещениях заключаются в соблюдении установленных гигиенических норм кубатуры воздуха на одного человека, устройстве систем вентиляции и отопления, гидроизоляции стен здания от грунтовых вод и запрещении производить в жилых помещениях какие-либо работы, связанные с развитием сырости (большие стирки белья).

На производстве осуществляются мероприятия, уменьшающие поступление в воздух водяных паров путем герметизации процессов и обеспечивающие их своевременное удаление (рациональная вентиляция), а также устройство рациональной системы отопления.

**Влияние пониженной влажности** (ниже 30 %). Низкая влажность воздуха при повышенной температуре способствует теплоотдаче организма путем усиленного испарения пота, и организм долго не перегревается, а при пониженной — уменьшает теплопотери, так как сухой холодный воздух обладает плохой теплопроводностью, и организм длительное время не переохлаждается. Сухой холодный воздух считается наиболее здоровым.

*Таким образом, температурные нагрузки при сухом воздухе переносятся организмом человека лучше, чем при влажном, что позволяет использовать его для климатотерапии на климатических курортах.*

Неблагоприятное влияние сухого воздуха отмечается только при влажности воздуха ниже 20 %. В этом случае он оказывает иссушающее действие на слизистые оболочки носа, глотки, полости рта и верхних дыхательных путей, что приводит к появлению трещин, которые легко инфицируются и воспаляются.

Очень сухой воздух в помещениях может неблагоприятно повлиять и на предметы обстановки: мебель начинает рассыхаться и трескаться, кожаные изделия пересыхают и скручиваются, свежий хлеб быстро черствеет и пр.

**Профилактика сухости воздуха в помещениях** сводится к применению рационального отопления, кондиционирования воздуха, разведению комнатных цветов, расстановке открытых сосудов с водой.

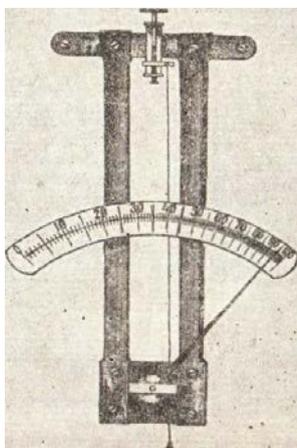
**Определение влажности воздуха.** Влажность воздуха определяется психрометрами и гигрометрами. По показаниям психрометров рассчитывают абсолютную и относительную влажность. Гигрометры показывают непосредственно относительную влажность. Принцип психрометрии заключен в определении показаний двух термометров, шарик одного из которых увлажнен. Влага, испаряясь с различной скоростью в зависимости от влажности и скорости движения воздуха, отнимает тепло от термометра, поэтому показания влажного термометра ниже, чем сухого.



*Аспирационный психрометр Ассмана* состоит из двух ртутных термометров, заключенных в металлические трубки, через которые просасывается исследуемый воздух с помощью вентилятора. Трубки защищают резервуары термометров от лучистой энергии и обеспечивают постоянную скорость движения воздуха вокруг

термометров (2 м/с). Резервуар влажного термометра обернут кусочком батиста, конец которого необходимо смочить. Психрометр подвешивается в исследуемой точке на расстоянии 1,5 пола. Вентилятор дважды заводят ключом.

Отсчет производится после установления постоянной скорости просасывания воздуха (через 4-5 минут летом и через 15-20 минут зимой). Чем суше воздух, тем интенсивнее будет испарение и тем более низкую температуру будет показывать влажный термометр. Вычисление абсолютной влажности производят расчетным путем.



*Гигрометр волосяной* предназначен для непосредственного определения относительной влажности. Его воспринимающей частью является обезжиренный человеческий волос, способный удлиняться во влажной атмосфере и укорачиваться в сухой. Изменения длины волоса передаются стрелке, указывающей на шкале относительную влажность в %. Продолжительность наблюдения 20-30 минут. Гигрометр подвешивают на стене вдали от источников тепла.

*Гигрометр психрометрический* состоит из двух термометров со шкалой и психрометрической таблицы. Метод основан на зависимости между влажностью воздуха и психрометрической разностью показаний «сухого» и «влажного» термометров.



Зная показания «сухого» термометра и разность показаний «сухого» и «влажного» термометров, по психрометрической таблице определяют относительную влажность воздуха.

*Гигрограф* предназначен для регистрации, непрерывных изменений относительной влажности. Используют суточные, недельные гигрографы. Прибор состоит из пучка обезжиренных человеческих волос, натянутого на раму и закрепленного с обоих концов. Длина волос меняется с изменением относительной влажности, что ведет к смещению рычага. Его движение передаётся стрелке пером, вычерчивающей на ленте вращающегося барабана кривую хода относительной влажности воздуха.

### 1.2.3 Гигиеническое значение барометрического давления

Воздух обладает весом и массой, равной пяти квадратиллионам тонн ( $5 \cdot 10^{15}$ ), создавая у поверхности Земли под влиянием гравитационного поля атмосферное, или барометрическое, давление. С поднятием на высоту величина последнего уменьшается, а при опускании глубоко под землю или под воду повышается. И на поверхности Земли атмосферное давление непостоянно, неодинаково и неравномерно, что зависит от географических и метеорологических условий, времени года и суток. На уровне моря, широте  $45^\circ$  при температуре  $0^\circ\text{C}$  атмосферное давление составляет 760 мм рт.ст., или 1 атмосферу. Кроме этих наиболее употребляемых единиц измерения

барометрического давления, существуют и другие: миллибары, паскали, торры. При указанных условиях атмосфера давит на  $1 \text{ см}^2$  поверхности Земли с силой около 1 кг. Здоровый человек обычно это давление не ощущает благодаря тому, что атмосфера давит на него со всех сторон одинаково и уравнивается изнутри, так как жидкости и газы в организме имеют одинаковую упругость с наружным воздухом.

Суточные колебания атмосферного давления у поверхности Земли обычно не превышают 4—5, а годовые — 20—30 мм рт.ст. Такие незначительные изменения давления здоровыми людьми не ощущаются, в то время как некоторые люди (метеопаты) реагируют на них: чувствуют боли в пораженных ревматизмом органах, в местах старых ран и переломов костей; появляются приступы заболевания у больных сердечными расстройствами; ухудшаются сон, настроение, появляется чувство страха у лиц с повышенной нервной возбудимостью.

Поскольку выявить самостоятельное влияние небольших колебаний атмосферного давления на организм довольно трудно, его рассматривают как фактор, характеризующий состояние погоды в целом, оказывающей суммарное воздействие на организм. Понижение атмосферного давления предшествует пасмурной, дождливой погоде вследствие притока более теплого воздуха (циклон), а повышение предвещает сухую ясную погоду с сильным похолоданием зимой (антициклон).

В определенных условиях жизни и трудовой деятельности человека могут наблюдаться значительные отклонения давления в сторону как понижения, так и повышения, что обуславливает их существенное влияние на состояние организма.

От изменений атмосферного давления зависят сила и направление ветра, частота и количество атмосферных осадков, колебания температуры. Через погоду и климат барометрическое давление влияет на здоровье.

На поверхности земли колебания атмосферного давления связаны с погодными условиями, не превышают 4-10 мм рт.ст. На колебания атмосферного давления особенно заметно реагируют лица, страдающие ревматоидным артритом, с повышенной нервной возбудимостью (может наблюдаться чувство страха, ухудшение сна, настроения). С понижением атмосферного давления связывают возникновение приступов стенокардии.

**Пониженное атмосферное давление** ведет к развитию *высотной болезни*. Высотная болезнь возникает при быстром подъеме на высоту (летчики, альпинисты) в результате понижения парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе. Первые симптомы кислородной недостаточности проявляются при подъеме на высоту 3000 м. В горных районах, расположенных на высоте 2500-3000 над уровнем моря и выше, наблюдается значительное уменьшение барометрического давления, что является причиной возникновения *горной болезни*. Выражается в появлении одышки, сердцебиения, головокружения, тошноты, носовых кровотечений, бледности кожных покровов. Могут наблюдаться изменения высшей нервной деятельности и органов чувств.

**Повышенное атмосферное давление** встречается в кессонах, при работе в рудниках, строительстве подводных тоннелей, метро. При несоблюдении необходимых профилактических мероприятий возникают резкие физиологические сдвиги в организме. При понижении окружающего давления (во время подъема водолаза с глубины на поверхность, при выходе рабочего из кессона) газовое динамическое равновесие нарушается, ткани и жидкости организма становятся пресыщенными газами, и прежде всего азотом. Происходит процесс десатурации. При медленной декомпрессии процесс выведения избыточного азота из тканей протекает без образования газовых пузырьков. При быстрой декомпрессии содержание газов в тканях достигает критических уровней, возникает опасность газовой эмболии. Газовая эмболия приводит к тяжелому профессиональному заболеванию - *кессонной болезни*. Поражаются центральная и периферическая нервная система, подкожная жировая клетчатка, костный мозг, суставы. Проявления кессонной болезни: острые боли в суставах, в мышцах конечностей, живота, моноплегии, параплегии, кровоизлияния. Попадание эмбола в коронарные сосуды сердца может быть причиной смерти. Для профилактики кессонной болезни используют инженерно-технические, санитарно-гигиенические и лечебные мероприятия.

Повышенное атмосферное давление может оказывать воздействие на медицинских работников в барокамерах-операционных при использовании гипербарической оксигенации. В настоящее время разработаны гигиенические требования к режиму и условиям работы в таких операционных, правила декомпрессии, имеется перечень противопоказаний для медперсонала к работе в барокамерах-операционных.

**Определение атмосферного давления.** Величину атмосферного давления определяют с помощью ртутных и металлических барометров. *Барометр-анероид* представляет собой гофрированную металлическую коробку, из которой выкачан воздух: При увеличении атмосферного давления стенки анероидной коробки прогибаются внутрь, при уменьшении выпрямляются. С помощью пружины и системы рычажков эти колебания передаются стрелке, движущейся по циферблату. Шкала барометра градуирована в миллиметрах ртутного столба или паскалях.



*Барограф* используют для непрерывных наблюдений за колебаниями атмосферного давления. Прибор состоит из ряда соединенных друг с другом анероидных коробок. При изменении давления крышки этих коробок перемещаются, что передается по системе рычажков стрелке с пером. Стрелка отмечает соответствующее давление (в мм рт.ст.) на диаграммной ленте, натянутой и закрепленной на вращающемся барабане часового механизма. Барабан вращается со скоростью одного полного оборота в неделю. На ленте получается запись в виде кривой с указанием дней и часов. Величина давления выражается в мм рт.ст. или в гектапаскалях — гПа. Обычные



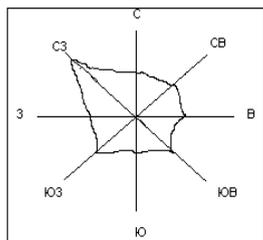
колебания атмосферного давления составляют  $760 \pm 20$  мм рт.ст. или  $1013 \pm 26,5$  гПа (гПа = 0,7501 мм рт.ст.).

### 1.2.4 Гигиеническое значение скорости движения воздуха

Перемещение воздуха в атмосфере характеризуется направлением движения и скоростью. Направление определяется стороной света, откуда дует ветер, а скорость - расстоянием, проходимым массой воздуха в единицу времени (м/с).

Изменение направления движения воздуха служит показателем изменения погоды. Это следует учитывать в выборе соответствующей одежды для профилактики перегревания и охлаждения. Важно также знать преобладающее направление ветра в данной местности, чтобы учитывать его при планировке населенных мест, размещении на их территории больниц, детских учреждений, жилых зданий, которые должны располагаться с наветренной стороны по отношению к промышленным предприятиям, могущим служить источником загрязнения атмосферного воздуха и других объектов окружающей среды.

Для выяснения господствующего для данного места направления ветра строится роза ветров. *Роза ветров* — графическое изображение числа повторяемости ветров по румбам (направлениям), наблюдающихся в данной местности в течение года. Роза ветров на рис. 1 показывает, что господствующее направление ветра в данной местности — северо-западное.



Скорость движения воздуха влияет в первую очередь на тепловой обмен организма, обмен веществ, а также на процесс внешнего дыхания, энергозатраты и состояние нервно-психической сфер. Влияние скорости движения воздуха на теплообмен выражается в увеличении теплопотерь за счет конвекции и испарения.

Если температура воздуха выше температуры тела и воздух насыщен водяными парами, то движение воздуха не дает охлаждающего эффекта. В случае же низкой влажности воздуха охлаждающее действие движущегося воздуха, несмотря на высокую температуру, сохраняется, так как при этом остается возможность отдачи тепла путем испарения.

Восприятие теплоощущений человеком зависит от температуры. При высокой температуре тепловое самочувствие улучшается за счет движения воздуха, появляется ощущение пролады, поэтому движение воздуха при высокой температуре расценивается как благоприятный фактор. При низкой же температуре тепловое самочувствие ухудшается, кажется еще холоднее из-за усиления теплоотдачи, поэтому движение воздуха при низких температурах расценивается как фактор неблагоприятный.

Движение воздуха (ветер) усиливает процессы обмена веществ: теплопродукция повышается по мере понижения температуры и увеличения скорости движения воздуха.

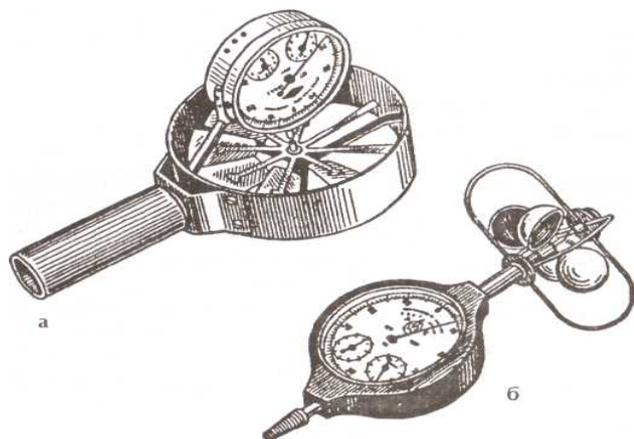
Сильный встречный ветер может препятствовать дыханию, так как в этом случае выдыхаемому воздуху необходимо придать скорость, превосходящую скорость ветра, нарушается нормальный акт дыхания: вдох становится пассивным, а выдох — активным. Сильный попутный ветер затрудняет вдох, создавая зону разрежения перед лицом человека. Ветер своим давлением может механически препятствовать передвижению и выполнению физической работы, вызывая в связи с этим повышение энергозатрат и ухудшение координации движений, что необходимо учитывать при определенных работах и в спорте.

Влияние ветра на нервно-психическую сферу человека может быть весьма значительным. Известно, что термически нейтральный ветер оказывает бодрящий эффект. Сильный длительный ветер способен вызвать как психическое возбуждение, так и депрессивное состояние.

Летом благоприятны скорости движения воздуха в пределах 1—4 м/с, а в помещениях — 0,2—0,4 м/с.

**Определение скорости движения воздуха.** Для определения больших скоростей движения воздуха (до 50 м/с) используют приборы - анемометры для измерения малых скоростей движения воздуха в помещениях (от 0,1 до 2 м/с) применяют *кататермометры*.

*Чашечный анемометр* используется для определения движения воздуха от 1 до 50 м/с, *крыльчатый* - 0,5-15 м/с. При работе с анемометром необходимо, чтобы его лопасти 1-2 минуты вращались вхолостую для принятия



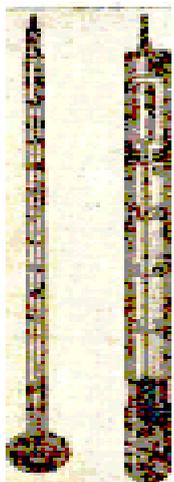
чашечный

постоянной скорости вращения. Направление воздушных течений должно быть перпендикулярным к плоскости вращения лопастей. Затем с помощью рычага включают счетчик, по секундомеру отмечают время наблюдений. Вычисляют разницу в

Анемометры: а - крыльчатый; б –

показаниях счетчика до и в конце измерения, результат делят на время работы анемометра и умножают на поправку, указанную в паспорте (для чашечного анемометра) или пересчитывают по графику (для крыльчатого анемометра).

*Электроанемометр* позволяет определить скорость движения воздуха от 0,03 до 5 м/с и его температуру в пределах от 10 до 60 С.



*Кататермометры* бывают с цилиндрическим или шаровидным резервуаром, заполненным подкрашенным спиртом.

*Кататермометр Хилла* — цилиндрический, его шкала разделена на градусы от 35 до 38. Во время работы прибор опускают в горячую воду (около 80 С) и нагревают до тех пор, пока спирт не поднимется до 1/2 - 2/3; верхнего резервуара. После этого кататермометр вытирают насухо и вешают на штативе. С помощью секундомера отмечают время спуска столбика спирта с 38 до 35 С (в сек.). Опыт повторяют 2-3 раза и вычисляют среднее значение. При охлаждении кататермометр теряет некоторое количество тепла. Эта величина постоянная для каждого прибора и называется фактором кататермометра (F). В холодной атмосфере падение столбика спирта протекает быстрее, чем в теплой.

*Шаровой кататермометр* имеет температурную шкалу от 33 С до 40 С.

Нагревание прибора осуществляется при температуре воды 65-70 С. Наблюдение за охлаждением кататермометра производится в пределах различных интервалов при условии, что средняя арифметическая верхнего и нижнего значения температуры равна 36,5 С (40-33 С; 39-34 С; 38-35 С).

### 1.3 Гигиеническое значение солнечной радиации

*Солнечная радиация* — единственный естественный источник энергии, тепла и света на Земле. Солнце является источником как корпускулярных излучений (электроны, протоны, ядра гелия и др.), так и электромагнитных волновых излучений (инфракрасное, видимое, ультрафиолетовое, рентгеновское, гамма-излучение).

Различают излучение прямое, исходящее непосредственно от Солнца, рассеянное — от небесного свода и отраженное — от поверхности различных предметов. Сумма всех этих видов излучения называется суммарным излучением.

Благодаря солнечной радиации происходит нагревание поверхности земного шара, испарение воды, перемещение воздушных масс, изменение погоды. Она является одним из основных факторов, обуславливающих климат местности.

Атмосфера пропускает до поверхности земли только оптическую часть солнечного спектра, в которую входят:

- невидимые ультрафиолетовые лучи – 290 – 400 мкм
- видимые световые лучи – 400 -760 мкм
- невидимые инфракрасные лучи – 760 – 2500 мкм

При прохождении через воздушную оболочку Земли в результате поглощения, отражения и рассеивания лучистая энергия теряет в целом до 57 % от первоначальной мощности. Степень этой потери во многом зависит от высоты стояния Солнца над горизонтом, угла падения лучей, толщины и прозрачности атмосферы.

Загрязненность атмосферного воздуха пылью, дымом и газами снижает интенсивность солнечного излучения на 15 —50 %. Облачная, туманная, а также влажная погода уменьшает суммарное солнечное излучение в среднем на 45 —55 %.

Кроме того, в условиях городов к резкому снижению уровня солнечной радиации приводит неправильная планировка и строительство (узкие улицы, дворы-колодцы), неверная ориентация окон домов по сторонам света.

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 %.

Таким образом, в атмосфере происходят процессы поглощения и рассеяния солнечного света, причем в большей мере это отражается на ультрафиолетовом излучении.

Все виды солнечного излучения, достигающие поверхности Земли (инфракрасное, видимое и ультрафиолетовое), имеют одинаковую физическую природу (электромагнитные волны), но отличаются длиной волны. Именно это различие обуславливает особенности биологического действия каждой составляющей солнечного потока. Чем больше частота колебаний (или чем меньше длина волны), тем больший запас энергии несет квант излучения и тем больше будет выражена степень воздействия (в том числе повреждающего) такого излучения на организм.

### **1.3.1 Биологическое действие инфракрасного излучения**

Инфракрасное (тепловое) излучение составляет большую часть солнечного спектра (не менее 50%). Поверхности Земли достигает инфракрасное излучение с длиной волны 760 — 2500 нм, более длинноволновое задерживается атмосферой.

Инфракрасное излучение, воздействуя на молекулы и атомы различных веществ, усиливает их колебательные и ротационные движения и вызывает *тепловой эффект*. Оно проникает сквозь атмосферу, толщу воды и почвы, сквозь оконное стекло, одежду.

Оно способствует нагреванию земной поверхности и испарению воды, вследствие чего происходит движение воздуха и водных масс, формирование циклонов и антициклонов, теплых и холодных течений, разнообразие климатических зон, погодных условий и т.д.

Действие инфракрасной радиации на организм в значительной степени зависит от длины волны и поглощающей способности кожи. Оно по своей биологической активности делится на длинноволновое (1500—2500 нм) и коротковолновое (760— 1500 нм).

Наиболее короткое инфракрасное излучение с длиной волны 760— 1500 нм проникает сквозь ткани тела человека, в том числе и кости черепа, на глубину 4—5 см, проходит через мозговую оболочку и воздействует на

рецепторы мозга. Вследствие нагрева мозговых оболочек коры больших полушарий возможно развитие солнечного удара. Излучение с большей длиной волны действует поверхностно.

При локальном действии на ткани инфракрасное излучение несколько ускоряет биохимические реакции, ферментативные и иммунобиологические процессы, рост клеток, и регенерацию тканей, кровотоков, усиливает биологическое действие ультрафиолетовых лучей.

Активные продукты распада, образующиеся под влиянием инфракрасного излучения на кожу, а также нервные импульсы от кожи распространяют местное действие на весь организм. Это проявляется в виде нормализации тонуса вегетативной нервной системы, болеутоляющего и противовоспалительного действия. Подобные свойства инфракрасного излучения широко применяются в физиотерапии с помощью использования искусственных источников излучения. Для общего облучения используются инфракрасные (ИК) ванны, для местного — лампы Соллюкс и лампы Минина.

Негативное влияние инфракрасного излучения на организм связано, прежде всего, с его тепловым воздействием, а именно:

- возможно перегревание организма, вплоть до теплового и/или солнечного удара;
- возникают изменения со стороны сердечно-сосудистой системы в виде тахикардии, повышения систолического и снижения диастолического артериального давления;
- по данным ряда авторов, инфракрасное излучение Солнца способствует развитию катаракты (помутнение хрусталика).

### **1.3.2 Биологическое действие видимого света**

Видимое излучение Солнца имеет длину волны 400 — 760 нм и создает максимальную освещенность на поверхности Земли до 40 000 лк. Если Солнце стоит над горизонтом, общая освещенность снижается до 1000 лк. Луна создает освещенность около 0,2 лк. Интенсивность его у поверхности Земли зависит от погоды, высоты стояния Солнца над горизонтом и других факторов.

Видимая часть солнечного спектра имеет важное значение для экологии всей планеты, так как обуславливает фотосинтез растений, благодаря которому солнечная энергия аккумулируется в органических веществах.

Видимый свет оказывает общебиологическое действие. Благодаря нему происходит:

- осуществление зрительной функции. Так, в результате воздействия на зрительные пигменты сетчатки глаза (фотосенсибилизаторы) видимого излучения и протекания соответствующих биохимических реакций генерируются электрические импульсы, вызывающие ощущение света;
- активизация процессов возбуждения в коре головного мозга, регуляция суточных ритмов сна и бодрствования, положительное влияние на эмоциональную сферу во время бодрствования и повышение жизненного тонуса;

- улучшение деятельности других (кроме зрительного) анализаторов;
- усиление биохимических процессов, иммунобиологической реактивности, гормональной секреции и т.д.

Важной особенностью видимого излучения является его способность создавать гамму цветов, а именно в порядке убывания длины волны: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый. В жизни человека это имеет большое значение: фиолетовый и синий цвета угнетают психоэмоциональную сферу и способствуют засыпанию; голубой цвет обладает успокаивающим действием; зеленый — индифферентный; ярко-желтый — раздражает; красный — возбуждает. Синий цвет способен усиливать состояние депрессии, красный — состояние психического возбуждения.

В пограничных областях длины волн видимый свет обладает свойствами как инфракрасного, так и ультрафиолетового излучений. Так, в красной длинноволновой части видимое излучение проявляет свойства, близкие к инфракрасному излучению — создает тепловой эффект. В связи с этим на долю видимого излучения в солнечном спектре приходится около половины общей тепловой энергии. В фиолетовой коротковолновой части видимый свет приближается к действию УФ: вызывает эритемное, загарное и бактерицидное действие, особенно при наличии фото-сенситизаторов.

Кроме того, для организма небезразличны характер и степень воздействия естественного света. Сегодня существует понятие синдрома «сезонного расстройства» (СР). У людей с диагнозом СР наблюдаются эмоциональные депрессии, упадок физических сил, повышенный аппетит и потребность во сне, а также желание замкнуться в себе в осенне-зимний период. Светотерапия как метод лечения данного синдрома широко применяется и оказывает положительное действие на людей с нарушениями сна, менструального цикла, пищеварения. Световое лечение усиленно используется при болезнях, связанных с СР и работой в ночную смену.

### **1.3.3 Биологическое действие ультрафиолетового излучения**

Наиболее биологически активна ультрафиолетовая часть солнечного спектра, которая у поверхности Земли представлена потоком волн в диапазоне от 290 до 400 нм.

Интенсивность ультрафиолетовой радиации у поверхности Земли зависит от многих факторов. Так, например, при облачной погоде интенсивность ультрафиолетовой радиации может снижаться до 80 %, загрязненность атмосферного воздуха делает эту потерю равной 10 — 50%.

Различают биогенное (полезное, защитное) действие ультрафиолетовой радиации - проявляется только при воздействии определенных, физиологически малых оптимальных доз облучения (до 2 биодоз) и абиогенное (вредное) действие.

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 обуславливает повышение защитных сил организма. Дозированное УФ-облучение оказывает положительное влияние на течение таких заболеваний, как скарлатина, гастрит, бронхиальная астма, крупозная пневмония, ревматизм и др. Большое значение имеет бактерицидный эффект УФ-лучей, в результате чего происходит обеззараживание воздуха, воды, почвы.

По характеру преимущественного биологического воздействия ультрафиолетовую часть спектра принято условно делить на три области — А(UV-A), В(UV-B), С(UV-C)

**Длинноволновая область А** (400 — 320 нм) не задерживается озоновым слоем, проходит сквозь стекло и роговой слой кожи, обладает преимущественно эритемным и загарным действием.

Эритема (покраснение) образуется на коже через 2 — 8 ч после облучения и сохраняется в течение 1 — 4 дней.

Механизм образования эритемы до конца не выяснен. Вместе с тем, установлено, что в сосочковом слое дермы образуется гистамин, кинины, простагландины, продукты обмена нуклеотидов, которые и обеспечивают сложную цепь биохимических процессов эритемного действия. Интенсивность эритемы увеличивается у детей, у женщин при менструации, беременности и тиреотоксикозе, при аллергических заболеваниях, у лиц с менее выраженной пигментацией кожи.

Загарное или пигментобразующее действие - проявляется образованием пигмента меланина в клетках нижнего слоя эпидермиса меланобластах из некоторых аминокислот и последующей миграцией меланина в поверхностные слои кожи.

Меланин — основной пигмент человека, который придает окраску волосам, ресницам, радужной оболочке глаза, определяет цвет кожи, защищает ядра клеток кожи, а потом и внутренние органы от перегревания инфракрасным излучением, которое глубоко проникает под кожу. Потемнение меланина (лёгкий и быстро проходящий загар) возникает под влиянием UV-A уже через несколько часов. Замедленный загар (синтез меланина и увеличение количества меланосом) развивается примерно через 3 дня и вызывается излучением в UV-B диапазоне.

Минимальное количество УФИ (ультрафиолетовое излучение), которое вызывает на незагоревшей коже человека едва заметное покраснение-эритему через 8 — 10 ч после облучения называют *биодозой* или пороговой эритемной дозой. Биодозу необходимо определять экспериментально у каждого человека, который будет подвергаться облучению, в силу значительных отличий в индивидуальной чувствительности к УФ-лучам. Индивидуальная чувствительность зависит от возраста, пола, цвета кожи, волос, наличия ряда заболеваний, присутствия в организме некоторых лекарственных средств или токсических веществ. Определяется биодоза с помощью биодозиметра Горбачева—Дальфельда от той же лампы, которая будет использована для

облучения. Оптимальная или физиологическая доза УФИ, предотвращающая развитие УФ-недостаточности, равна  $1/4$  —  $1/2$  биодозы.

**Средневолновая область В** (320 — 290 нм) — Большая часть UV-B поглощается озоновым слоем, который "прозрачен" для UV-A. Так что доля UV-B во всей энергии ультрафиолетового излучения в летний полдень составляет всего около 3%. Он на 70% отражается роговым слоем, на 20% ослабляется при прохождении через эпидермис - в дерму проникает менее 10%.

Задержку более 80 % УФИ (ультрафиолетовое излучение) Солнца в наиболее полезной области В вызывает проникновение солнечных лучей через обычное оконное стекло, содержащее титан и железо. Увиолевое же стекло, в котором отсутствуют названные металлы, пропускает большую часть ультрафиолетовых лучей. В связи с этим увиолевое стекло используется в строительстве зданий, а также в медицинской практике с профилактическими и лечебными целями.

УФИ области В обладает *витаминообразующим действием* - провитамин 7,8-дегидрохолестерин, содержащийся в кожном сале, переходит в свою активную форму — витамин D<sub>3</sub> (холекальциферол), обеспечивая специфическое антирахитическое действие.

Наибольшей способностью к синтезу витамина D<sub>3</sub> обладают те участки кожи, которые эволюционно подвергались большому влиянию УФИ Солнца. Так, количество витамина в коже живота составляет 60 % от того количества витамина, которое образуется в коже спины. Минимальное количество витамина образуется в коже стопы, которая почти не подвергается инсоляции.

Доза, позволяющая предупреждать и излечивать гипо- и авитаминоз D, а также другие негативные последствия светового голодания, называется минимальной суточной профилактической дозой и составляет  $1/8$  биодозы.

**Коротковолновая область С** (290 — 200 нм) обладает бактерицидным, абиотическим действием, но не достигает поверхности Земли, так как рассеивается и поглощается в верхних слоях атмосферы. Искусственными источниками УФИ области С являются ртутно-кварцевые и бактерицидные лампы.

Бактерицидное действие УФИ области С (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.

**Абиогенное действие.** При увеличении суммарной дозы УФИ (до 5 и более биодоз) отмечаются неблагоприятные эффекты. При однократном избыточном воздействии возможно:

- возникновение фотохимического ожога, который проявляется в виде эритемы, волдырей, головной боли, фотоофтальмии. При этом происходит усиление ПОЛ (перекисное окисление липидов), что ведет к повреждению клеточных мембран и гибели клеток.

- обострение хронических заболеваний, таких как туберкулез, ревматизм и др., т.к. при усилении образования меланина увеличивается потребность в незаменимых аминокислотах, витаминах, солях кальция, что неблагоприятно сказывается на течении хронического процесса.

- инактивация холекальциферола в токсичные производные (при воздействии УФ-излучения области С с длиной волны 200- 280 нм)

- возникновение солнечного удара и осложнений, с ним связанных.

При длительном избыточном воздействии возможно:

- образование веществ, обладающих мутагенным действием.

- развитие рака кожи (меланомы) - в настоящее время считают, что ультрафиолетовый онкогенез является следствием фотоповреждений генетического материала, что проявляется изменениями ДНК, увеличением частоты развития хромосомных aberrаций и мутаций, возрастанием скорости трансформации здоровых клеток в раковые. Однако механизм канцерогенного действия УФИ требует дальнейших исследований. 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 %. В последние годы в связи с изменением озонового слоя атмосферы опасность возникновения рака кожи от УФИ Солнца возрастает.

- фотостарение кожи - результат хронического облучения кератиноцитов, сосудов и фиброзных тканей - "солнечный эластоз".

- фотоофтальмия (повреждения глаз) - гиперемия и отек конъюнктивы, блефароспазм, слезотечение, светобоязнь, катаракта, возрастная макулярная дегенерация, фотокератит (воспаление роговицы), солнечная ретинопатия (поражение сетчатки), злокачественные новообразования кожи век, птеригий (нарастание конъюнктивы на роговицу).

- возникновение у группы людей фотоаллергии и фотосенсибилизации - повышения чувствительности организма (чаще кожи и слизистых оболочек) к действию ультрафиолетового или видимого излучений.

Для профилактики подобных явлений желательно избегать пребывания под открытым солнцем в полуденные часы (с 11 до 15), когда поступает 40% от суточной дозы ультрафиолета. Необходимо использование средств индивидуальной защиты - широкополых шляп, одежды, покрывающей кожу, очков со стеклами, поглощающими ультрафиолет, а также солнцезащитных кремов широкого спектра.

**Ультрафиолетовая недостаточность и ее профилактика.** Проблемы возникают и в случае, когда значительные контингенты людей находятся в условиях солнечного или светового голодания. В наибольшей степени это относится к ультрафиолетовой недостаточности.

Условия для полного солнечного голодания до 6 мес. в году имеются в северных широтах, особенно в Заполярье. Однако и в средних широтах в зимние месяцы (декабрь — февраль) наблюдается ультрафиолетовая недостаточность. Этому способствует большое количество пасмурных дней,

короткое пребывание на воздухе, теплая одежда, загрязнение атмосферного воздуха и остекления на промышленных предприятиях. Особо подвержены солнечному голоданию люди, работающие в условиях искусственного освещения (рабочие угольной и горнорудной промышленности, строители метро и т.п.).

Недостаточное воздействие УФИ на организм человека обуславливает разнообразные проявления D-авитаминоза. В первую очередь нарушается трофика ЦНС, что ведет к ослаблению окислительно-восстановительных процессов, нарушается фосфорно-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.

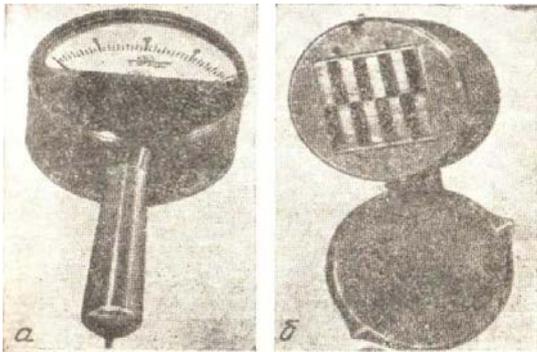
Наиболее чувствительны к недостаточности УФИ маленькие дети, у которых в результате D-авитаминоза может развиваться *рахит*. У взрослых вследствие D-авитаминоза отмечается ослабление связочного аппарата суставов, снижение плотности костей (остеопороз), замедленное срастание их при переломах.

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

Для профилактики подобных явлений широкое применение нашли искусственные источники УФИ: ртутно-кварцевые лампы, эритемные люминесцентные лампы и др. Однако полезное воздействие возможно при условии обязательного определения пороговой эритемной дозы или биодозы.

Противопоказаниями для облучения человека искусственным УФИ являются заболевания активной формой туберкулеза, щитовидной железы, резко выраженный атеросклероз, заболевания сердечно-сосудистой системы, печени, почек, малярия, злокачественные новообразования.

**Измерение напряжения лучистой энергии.** Актинометрия проводится с помощью приборов-актинометров, которые показывают напряжение радиации в малых калориях, получаемых в течение минуты на  $1 \text{ см}^2$  поверхности, расположенной перпендикулярно к источнику лучей. Актинометр представляет собой металлическую коробку, на одной стороне которой размещена термобатарей (зачерненные и блестящие пластинки), а на другой - гальванометр. Зачерненные полоски поглощают инфракрасные лучи во много раз больше, чем блестящие. На границе между пластинками вследствие разности температур возникает термоэлектрический ток, который фиксируется гальванометром в пределах  $0-20 \text{ мкал/см}^2 \cdot \text{мин}$ . Перед измерением стрелку гальванометра устанавливают на нулевое положение, затем открывают крышку и направляют термоприемник в сторону источника излучения, держа прибор в вертикальном положении. Отсчет производится через 2-3 секунды, после чего крышку закрывают.



#### 1.4 Характеристика метеорологических факторов

**Погода** — это совокупность физических свойств околоземного слоя атмосферы (барометрического давления, температуры, влажности, скорости и направления ветра, солнечной радиации) над конкретной территорией за определенный промежуток времени.

Комплексная характеристика погоды называется *типом погоды*. С гигиенической точки зрения (влияния на здоровье человека) удобна клиническая классификация типов погоды.

*Клинически оптимальный* тип погоды оказывает благоприятное, щадящее действие на организм человека, вызывает бодрое настроение — это погода с относительно ровными метеорологическими свойствами: умеренно влажная или сухая, тихая (скорость ветра не выше 3 м/с), ясная (солнечная), межсуточные колебания температуры воздуха не превышают 2°C, атмосферного давления - 3 мм рт.ст.

*Клинически раздражающий* тип погоды — погода с нарушением оптимального уровня одного или нескольких метеорологических параметров: это погода солнечная и пасмурная, сухая и влажная (не выше 90% относительной влажности), межсуточные колебания температуры воздуха не превышают 4 °С, атмосфер. давления - 6 мм рт.ст., скорость ветра не более 9 м/с.

*Клинически острый* тип погоды характеризуется резкими изменениями метеорологических параметров: это погода сырая (выше 90% относительной влажности), дождливая, пасмурная и очень ветреная (скорость ветра более 9 м/с), межсуточные колебания температуры воздуха превышают 4 °С, атмосферного давления — более 6 мм рт.ст.

Резкие изменения погоды являются неожиданными для организма. Они создают повышенную нагрузку на регуляторный аппарат организма человека, вызывая перенапряжение физиологических механизмов адаптации, что приводит к различным нарушениям функций организма (*гелиометеотропным реакциям*) у метеочувствительных (или метеолабильных) людей. Часто это проявляется в снижении работоспособности, быстрой утомляемости и ухудшении самочувствия: нарушение сна, головные боли, головокружение, шум в ушах, боли в области сердца, ногах, руках, болевые ощущения в закрытых полостях тела (суставах, полостях зубов). Гелиометеотропные реакции можно

рассматривать как клинический синдром дезадаптации, т.е. метеоневрозы дезадаптационного происхождения. При этом снижается чувствительность к лекарственным препаратам, что может привести к их передозировке. В настоящее время доказано отрицательное влияние неблагоприятной погоды на течение заболеваний сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной и нервной систем, кожных и глазных болезней, а также рост травматизма, автокатастроф, случаи убийств и суицидов. Возрастает чувствительность у женщин в период беременности и родов, что выражается в утяжелении токсикозов беременности, увеличении числа угрожающих абортов, преждевременных родов. Профилактика гелиометеотропных реакций проводится с помощью закаливания, рациональной одежды и обуви, улучшения условий труда и отдыха, нормализации микроклимата помещений, применения специфических и неспецифических средств и медикаментов.

**Климат** — статистический многолетний режим погоды, характерный для конкретной местности в силу ее географического положения. По данным среднегодовых температур на земле различают 7 климатических поясов (табл.1)

Таблица 1

*Климатические пояса*

Климатический пояс	Географическая широта, °	Среднегодовая температура, °С
<i>тропический</i>	0-13	+20...+24
<i>жаркий</i>	13-26	+16...+30
<i>теплый</i>	26-39	+12...+16
<i>умеренный</i>	39-52	+8...+12
<i>холодный</i>	52-65	+4...+8
<i>суровый</i>	65-78	0... -4
<i>полярный</i>	69-90	-4 °С и ниже

В медицинской практике используется деление климата на *щадящий* и *раздражающий*. Щадящий климат характеризуется незначительными колебаниями метеорологических факторов и минимальными требованиями к адаптационным физиологическим механизмам организма человека, раздражающий климат отличается значительными колебаниями метеорологических факторов, требующих большего напряжения адаптационного механизма организма.

**Акклиматизация** — это приспособление организма человека к новым климатическим условиям. Достигается акклиматизация путем выработки у людей динамического стереотипа, соответствующего изменившимся климатическим условиям, за счет использования особенностей устройства жилых и общественных зданий, одежды и обуви, питания и ритма жизни.

*При акклиматизации к низким температурам наблюдается* повышение обмена веществ, увеличение теплопродукции, объема циркулирующей крови, снижение в крови витаминов С, В<sub>1</sub>, нарушение синтеза витамина Д.

*Адаптация к жаркому климату* обычно происходит сложнее, чем к холодному; при этом отмечаются изменения со стороны сердечно-сосудистой системы (урежение пульса, снижение уровня АД  $\approx$  на 15-25 мм рт.ст.), уменьшение частоты дыхания, увеличивается потовыделение, происходит снижение температуры тела и основного обмена на 10-15%.

Выделяют три *фазы* акклиматизации:

- *начальная* – в организме происходят физиологические приспособительные реакции;
- *перестройка динамического стереотипа* - может развиваться благоприятно или неблагоприятно и тогда третья фаза не наступает;
- *устойчивая адаптация*

**Микроклимат** представляет собой комплекс физических свойств воздуха, оказывающих влияние на теплообмен человека с окружающей средой, на его тепловое состояние в ограниченном пространстве (в отдельных помещениях, городе, лесном массиве и т.п.) и определяющих его самочувствие, работоспособность, здоровье и производительность труда.

*Показателями микроклимата являются температура и влажность воздуха, скорость движения воздуха и тепловое излучение окружающих предметов и людей.* Атмосферное давление имеет существенное значение только в особых условиях деятельности человека (авиация, кессонные работы, работы в горах).

Состояние микроклиматических факторов обуславливает особенности терморегуляции организма человека, которая в свою очередь определяет тепловой баланс. Он достигается соотношением процессов теплопродукции и теплоотдачи организма. Тепловое состояние человека меняется в широких пределах в зависимости от питания, одежды, выполняемой работы.

Комплексное влияние физических свойств воздушной среды наиболее выражено в микроклимате закрытых помещений. Микроклимат помещений является искусственным, человек может активно влиять на его параметры. *Микроклимат жилых, общественных зданий* определяется их назначением, планировкой, свойствами строительных материалов, остеклением помещений, устройством отопления, вентиляцией, климатическими условиями данной местности. *Производственный микроклимат* определяется технологическим процессом, числом работающих, характером вентиляции, типом отопления. В горячих и холодных цехах формируется особый микроклимат, который оказывает вредное воздействие на теплообмен, ухудшает самочувствие работающих. *Микроклимат открытых площадок* — естественный и определяется климатом местности. При небольших отклонениях физических факторов воздушной среды от зоны комфорта самочувствие здоровых людей не изменяется, у больных часто возникают метеотропные реакции. Особенно чувствительны к изменению метеорологических факторов люди, страдающие сердечно-сосудистыми, нервно-психическими и простудными заболеваниями.

Санитарные нормы микроклимата делят на *оптимальные* (зона теплового комфорта) и *допустимые*. Оптимальные нормы соблюдаются в больницах,

детских учреждениях. Имеется ряд отраслей промышленности, в которых не только по гигиеническим, но и по технологическим требованиям необходимы оптимальные условия микроклимата (приборостроение, радиотехника, электронная техника). Допустимые нормы микроклимата обеспечивают работоспособность человека при некотором напряжении системы терморегуляции. Санитарные нормы микроклимата для объектов различного назначения разработаны для холодного и теплого периодов года, по климатическим зонам.

Большое значение имеет управляемый (регулируемый) микроклимат. Такой микроклимат осуществляется при помощи специальных санитарно-технических установок (кондиционирование воздуха, различные системы охлаждения и обогрева). Возможно создание *динамического* микроклимата для снятия утомления при монотонном труде или для снижения температуры в ночное время в спальнях помещений.

Для создания комфортных условий рекомендуются следующие параметры микроклимата помещений:

- Средняя температура воздуха 18-20° (для детей 20-22°), в палатах для недоношенных детей - 25°, в перевязочных и процедурных кабинетах - 22°, операционных - 21°, родовых - 25°. Перепады температуры воздуха в горизонтальном направлении от наружной до внутренней стены не должны превышать 2°, по вертикали - 2,5° на 1 м. В течение суток колебания температуры воздуха в помещении при центральном отоплении не должны превышать 3°.

- Величина относительной влажности воздуха при указанных температурах: 40-60% (зимой 30-50%).

- Скорость движения воздуха в помещениях должна быть 0,2-0,4 м/с, на выходе из приточных отверстий вентиляционных каналов больничных палат - не более 1 м/с, в ваннах, душевых, физиотерапевтических кабинетах - 0,7 м/с.

### Комплексная оценка микроклимата

**Метеоскоп** - предназначен для проведения измерений параметров воздушной среды (температуры, относительной влажности, давления, скорости движения воздуха).

Измеритель «Метеоскоп» совмещает свойства высокоточных профессиональных регистраторов метеопараметров с компактностью и простотой обслуживания бытовых приборов.

Предназначен для проведения измерений параметров воздушной среды (температуры, относительной влажности, давления, скорости движения воздуха) при гигиенической оценке микроклимата всех видов производственных и жилых помещений. Позволяет проводить аттестацию рабочих мест на промышленных предприятиях, офисах и общественных учреждениях. Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп» принадлежит к поколению новых приборов, которые отличает мобильность и универсальность. Это портативный аппарат с возможностями



стационарного. Прибор специализирован для проведения комплексного экологического мониторинга среды в жилых и производственных помещениях.

### **1.5 Биологические факторы 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. Атмосферный воздух не является средой размножения для микроорганизмов - он является средой их обитания. Поэтому обычно не выделяют специфическую для воздушной среды микрофлору. Она вносится в него извне. Атмосферный воздух не является благоприятной средой для жизнедеятельности микроорганизмов, и поэтому, попав в нее, они сравнительно быстро погибают вследствие высыхания, отсутствия питательного материала и бактерицидного действия ультрафиолетового излучения солнца.

Основным источником загрязнения воздушной среды населенных мест микроорганизмами является почва. В 1 г почвы содержатся сотни и миллионы микробных тел. В самом поверхностном слое почвы в несколько миллиметров содержится меньшее количество микробов, чем в слое, следующим за ним, вследствие бактерицидного действия солнечного света.

В сухую и ветреную погоду количество микроорганизмов в атмосферном воздухе увеличивается; оно уменьшается с высотой и по мере удаления в море. В меньшей степени бактериальная загрязненность атмосферного воздуха связана с попаданием в него капелек воды или мелких брызг, содержащих бактерии. Подобное загрязнение возможно, например, во время волнения водоемов. Однако удельный вес такого загрязнения атмосферного воздуха невелик.

Положительное влияние на состояние атмосферы оказывают зеленые насаждения, служащие хорошим фильтром для микроорганизмов и выделяющие фитонциды. Известно, что в тайге открытые чашки Петри с питательной средой остаются стерильными в течение недели, а в зоне крупных зеленых массивов задерживается от 50 до 90% пыли, как правило, обсемененной микроорганизмами.

В крупных населенных пунктах бактериальное загрязнение воздуха, как правило, выше, чем в пригородах. Это объясняется тем, что процесс оседания аэрозолей в условиях интенсивного уличного движения происходит медленнее, чем в малоподвижном воздухе. Кроме того, в городе эффективность ультрафиолетовой радиации вообще слабее (за счет понижения прозрачности атмосферы). Что касается зеленых насаждений, которым принадлежит пылезадерживающая роль, то они распределены в городах крайне неравномерно. Из атмосферного воздуха над Москвой удалось выделить в 3—4 раза больше микроорганизмов, чем на той же высоте, но в 5—7 км от города.

Бактерии, содержащиеся в атмосфере, являются сапрофитами, которые отличаются большей устойчивостью в окружающей среде, чем патогенные

микробы. Лишь в очень неблагоприятных условиях, в местах массовых скоплений людей (на улице, стадионе) возможно попадание в воздух патогенных микроорганизмов и вирусов, чаще гриппа, и микобактерий туберкулеза. Однако опасность заражения в этих случаях невелика в силу интенсивного разбавления микроорганизмов воздушными массами.

В воздухе закрытых помещений, где воздухообмен недостаточен и отсутствует обезвреживающее действие ультрафиолетовых лучей, постепенно накапливается микрофлора, выделяемая из дыхательных путей человека. При этом наиболее часто встречаются отдельные представители кокковой микрофлоры — стафилококки, гемолитические и зеленящие стрептококки, которые являются постоянными обитателями верхних дыхательных путей человека. Их принято считать *санитарно-показательными организмами*. Увеличение содержания этих микроорганизмов указывает на ухудшение гигиенических свойств воздушной среды и позволяет предположить присутствие в воздухе патогенной микрофлоры. Санитарно-показательные микроорганизмы используются также для оценки эффективности борьбы с бактериальным обсеменением воздуха.

Установлено, что существуют два пути передачи инфекции через воздух: воздушно-капельный и воздушно-пылевой. При *воздушно-капельном* пути передачи заражение происходит в результате вдыхания мельчайших капелек слюны, мокроты, слизи, выделяемых больным или носителем микробов во время кашля, чиханья и даже разговора. Известно, что мельчайшие капельки могут разбрызгиваться на расстояние от 1 до 1,5 м, перемещаясь дальше с воздушными течениями на несколько метров, сохраняясь во взвешенном состоянии до 1 ч. При *воздушно-пылевом* пути передачи инфекции заражение происходит через взвешенную в воздухе пыль, содержащую патогенные микроорганизмы, вирулентность которых ослаблена за счет высыхания инфицированных капелек выделений больного. Пылевые частицы с осевшими на них микробами могут держаться в виде бактериального аэрозоля от нескольких минут до 2—4 ч. Между содержанием в воздухе помещений пыли и количеством микробов существует прямая зависимость: чем больше пыли, тем обильнее микрофлора. Поэтому борьба с пылью в закрытых помещениях одновременно является и борьбой с бактериальным загрязнением воздуха.

Отдельные микроорганизмы, поступающие с воздухом в дыхательные пути, обладают способностью *сенсibilизировать организм* человека. При этом надо учитывать, что даже погибшие микроорганизмы могут представлять опасность для человека как аллерген.

В последние годы к опасным факторам относят плесневые грибы, дрожжеподобные грибы рода кандиды (*Candida*), которые, занимая особое место в биоценозах воздушной среды служебных и жилых помещений, являются этиологическим фактором развития аллергических заболеваний и микозов, в том числе бронхолегочных. Установлено, что предельная концентрация дрожжеподобных грибов в количестве 500-600 клеток в 1 м<sup>3</sup> в воздухе рабочего помещения является гарантией отсутствия у рабочих аллергических реакций.

Уровень бактериального загрязнения воздуха в помещениях зависит от воздухообмена, санитарного состояния, планировки помещений. Воздушные токи в помещении являются существенным фактором, влияющим на распространение в воздухе микроорганизмов. Горизонтальные и конвекционные токи воздуха способствуют распространению микробов в пределах помещения или этажа при наличии общего коридора. Вертикальные воздушные токи могут способствовать распространению инфекционных заболеваний на верхние этажи. Поэтому в многоэтажных больницах палаты для инфекционных больных или микробиологические лаборатории следует располагать на верхних этажах.

**Методы определения.** Нормативов содержания микроорганизмов в воздухе жилых помещений нет. Нормативы бактериальной чистоты производственных помещений (больниц, аптек) разработаны в зависимости от их функционального назначения с учетом интенсивности бактериальной обсемененности и риска возникновения внутрибольничных инфекций (табл.2).

Таблица 2.

*Допустимые уровни бактериальной обсемененности воздуха в помещениях аптеки\**

Класс чистоты	Помещение	Условия работы	Количество КОЕ в 1 м <sup>3</sup> воздуха**	Количество колоний золотистого стафилококка в 1 м <sup>3</sup> воздуха	Количество плесневых и дрожжевых грибов в 1 дм <sup>3</sup> воздуха
Особо чистые (А)	Асептический блок, стерилизационная (чистая половина), боксы бактериологических лабораторий	до работы	не более 200	не должно быть	не должно быть
		Во время работы	не более 200	не должно быть	не должно быть
Чистые (Б)	Ассистентская, фасовочная, помещения бактериологических лабораторий	до работы	не более 500	не должно быть	не должно быть
		Во время работы	не более 750	не должно быть	не должно быть
Условно чистые (В)	Моечная, материальная	До работы	не более 750	не должно быть	не должно быть
		Во время работы	100	2	не должно быть
Грязные (Г)	Зал обслуживания ***	Во время работы	не более 1500	до 100	не более 20

\* СанПиН 2.1.3.1375-03;

\*\* КОЕ – колониеобразующие единицы, т. е. бактерии, образующие на плотной питательной среде колонии;

\*\*\*Методические указания по микробиологическому контролю в аптеках. МЗ, № 3182-84, 24.12.84.

Санитарно-микробиологическое состояние воздуха помещений оценивают по следующим показателям:

- *Микробное число* - количество микроорганизмов, обнаруженных в 1 м<sup>3</sup> воздуха (КОЕ).

- *Санитарно-показательные бактерии* - представители микрофлоры дыхательных путей (гемолитические стрептококки, золотистый стафилококк).

Для определения микробного числа воздуха в помещениях применяют следующие методы:

1) *Седиментационный метод* - основан на принципе осаждения (седиментации). Две чашки Петри с питательным агаром оставляют открытыми в течение 60 минут, после чего инкубируют при 37° С 1 сутки. Результаты оценивают по суммарному числу колоний, выросших в обеих чашках

2) *Аспирационный метод* - более точный. Посев производится автоматически с помощью специальных аппаратов. Примером может служить аппарат Кротова. Он устроен таким образом, что воздух с заданной скоростью просасывается через щель пластины, которая при этом вращается. Под пластиной находится чашка Петри. При этом происходит равномерное распределение микроорганизмов по питательной среде. Расчет производят по специальной формуле.

## ГЛАВА 2 ГИГИЕНА ВОДЫ

### 2.1 Физиологические и гигиеническое значение воды

Вода является одним из важнейших факторов окружающей среды, необходимой для жизни человека, животных, растений. Ни один жизненный процесс в организме человека не может совершаться без воды, ни одна его клетка не в состоянии обойтись без водной среды. Она необходима как растворитель питательных веществ и как среда, в которой протекают процессы ассимиляции и диссимиляции, элиминации и резорбции, диффузии, осмоса, фильтрации.

Физиологическое значение воды заключается в том, что организм человека на 63- 65 % состоит из воды, представляющей собой внутреннюю среду, в которой протекают все обменные процессы. Она составляет основную часть жидких сред организма – крови, лимфы, тканевых жидкостей, секретов пищеварительных и других желёз, являясь и составной частью плотных тканей организма.

Потеря 10 % воды приводит к резкому беспокойству, жажде, слабости, тремору конечностей, а потеря 20-25 % несовместима с жизнью. Для поддержания физиологических потребностей организма требуется 1,5-2,0 л воды в сутки, причем в это количество включается вода, входящая в состав первых и третьих блюд.

Кроме того, доброкачественная вода необходима для обработки пищевых продуктов, изготовления лекарственных средств, содержания домашних животных, личной гигиены, поддержания санитарного состояния жилища, общественных зданий, площадей и пр., для полива зеленых насаждений, выполнения технологических процессов при производстве пищевых продуктов, напитков, строительных материалов т.д. А также используется для проведения оздоровительных, физкультурно-спортивных мероприятий и др.

Вода может выполнять свою гигиеническую роль лишь в том случае, если она обладает соответствующим качеством. С гигиенической точки зрения под качеством воды понимают совокупность свойств, определяющих ее пригодность для удовлетворения физиологических, гигиенических и хозяйственно-бытовых потребностей человека.

### 2.2 Гигиеническая характеристика источников водоснабжения

По происхождению и локализации воды бывают трех видов:

- подземные (грунтовые, межпластовые безнапорные и артезианские),
- поверхностные (моря, реки, озёра, океаны и другие),
- атмосферные.

**Подземные воды** формируются из атмосферных осадков, проходящих через толщу почвы и задерживающихся на водонепроницаемых слоях глины или гранита.

*Грунтовые воды* скапливаются на первом от поверхности земли водоупорном слое. Глубина их залегания зависит от местных условий, составляя от 1-2 до десятков метров. Используются для устройства колодцев.

Они могут легко загрязняться в результате хозяйственно-бытовой деятельности человека.

*Межпластовые воды* располагаются между двумя водоупорными слоями и поэтому более надежно защищены от всех видов загрязнений, хотя и их человек может загрязнить. Самыми чистыми считаются глубоко залегающие артезианские напорные воды, которые через пробуренную скважину могут сами изливаться на поверхность. Поскольку эти воды надежно защищены, то при благоприятном химическом составе они наиболее предпочтительны для хозяйственно-питьевого водоснабжения, причём без всякой предварительной обработки. Однако запас этих вод ограничен, их трудно добывать и нередко вода содержит слишком много солей.

**Поверхностные воды** формируются из атмосферных осадков, стекающих по неровностям почвы и скапливающихся на водоупорных горизонтах в виде рек, озёр, водохранилищ, каналов, прудов, морей и океанов. Поверхностные воды обладают рядом весомых достоинств, которые позволяют широко использовать их для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Достоинства поверхностных водоисточников: огромный запас воды, доступность её добычи, способность к самоочищению за счёт разбавления, осаждения, окисления, воздействия ультрафиолетовых лучей.

### **Водоснабжение населенных мест.**

Различают следующие системы водоснабжения:

- Централизованное (водопровод)
- Децентрализованное (колодец, буровая скважина, каптаж).

Водоснабжение современных городских и сельских населенных пунктов должно обеспечивать качество и количество подаваемой воды в соответствии с установленными гигиеническими нормативами, поддерживать высокий уровень общественного здоровья, исключая опасность распространения заболеваний, передающихся водным путем. При *централизованном водоснабжении* воду забирают из поверхностных или подземных водоисточников механическим путем, подвергают специальной обработке и по сети труб доставляют под давлением к месту потребления (к уличной колонке или домашнему водопроводному крану). *Децентрализованным (местным) водоснабжением* называется использование населением воды подземных источников для питьевых и хозяйственных нужд при помощи водоразборных систем - колодцев, каптажей без системы разводящей сети.

Для устройства колодцев и каптажей, как правило, должны использоваться водоносные горизонты, защищенные с поверхности водонепроницаемыми породами. Использование верхнего, недостаточно защищенного горизонта допускается только в виде исключения, при этом вода в колодце (каптаже) должна постоянно обеззараживаться хлорсодержащими реагентами путём засыпки и погружения их в воду в керамических патронах или полиэтиленовых мешочках.

Санитарное состояние прилегающей к колодцам и каптажам территории является одним из решающих факторов, обуславливающих качество воды,

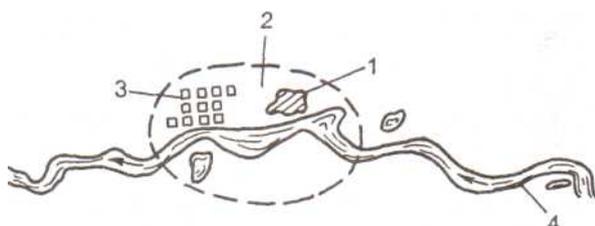
поэтому место для их устройства должно располагаться на незагрязненном возвышенном участке, выше от существующих и возможных источников загрязнения, удаленном не менее чем на 50 м от уборных, выгребных ям, сети канализации, скотных дворов, мест захоронения людей и животных, складов удобрений и ядохимикатов.

Безопасность водозабора обеспечивается созданием вокруг водоисточника зон санитарной охраны:

- зона строгого режима
- зона ограничения,
- зона наблюдения.

Это территория, прилегающая к источнику водоснабжения и водозаборным сооружениям, на которой устанавливается особый режим для поверхностных источников, ограничивающий (для подземных — исключаящий) возможность загрязнения или снижения качества воды источника в месте водозабора или уменьшения дебита (мощности). Для подземных водоисточников устраивают только первые два пояса.

### **Зоны санитарной охраны реки Рис.2** **Требования к качеству питьевой воды**



1- зона строгого режима; 2- зона ограничения;  
3- населенный пункт; 4- река.

## **2.3 Требования к качеству питьевой воды**

Стандартизация качества питьевой воды является одним из важных профилактических мероприятий, носящих государственный характер.

В настоящее время в РФ требования к качеству питьевой воды регламентируются Санитарными правилами и нормами "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества" - СанПиН 2.1.4.1074-01 и ГОСТ Р 51232 – 98 "Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества".

**Питьевая вода должна быть:**

- 1. Безопасна в эпидемиологическом и радиационном плане.**
- 2. Безвредна по химическому составу.**
- 3. Благоприятна по органолептическим свойствам.**

### **2.3.1 Безопасность питьевой воды в эпидемическом отношении**

Определяется её соответствием нормативам по микробиологическим и паразитологическим показателям, указанным в табл. 1.

Показатель общего микробного числа позволяет получить представление о массивности бактериального загрязнения воды, а количество бактерий группы кишечных палочек (БГКП) является индикаторным показателем наличия в ней фекального загрязнения. Выбор БГКП в качестве индикаторного показателя фекального загрязнения воды основан на положении, что они попадают в воду только из кишечника человека и животных.

При обнаружении микробного загрязнения выше нормативов для выявления его причин проводят повторный отбор проб с дополнительными исследованиями на наличие бактерий: показателей свежего фекального загрязнения и патогенных бактерий. Однако согласно современным представлениям бактериологические показатели не позволяют обеспечить эпидемиологическую безопасность воды в отношении вирусов, цист простейших и яиц гельминтов. Для их определения рекомендуется применять специальные методы. В частности для оценки вирусного загрязнения используют показатель содержания в воде коли-фагов.

Таблица 3

*Критерии эпидемической безопасности воды*

<i>Показатели</i>	<i>Единицы измерения</i>	<i>Нормативы</i>
Термотолерантные колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	Отсутствие
Общие колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	Отсутствие
Общее микробное число	Число образующих колонии бактерий в 1 мл	Не более 50
Коли-фаги	Число бляшкообразующих единиц в 100мл	Отсутствие
Споры сульфредуцирующих клостридий	Число спор в 20 мл	Отсутствие
Цисты лямблий	Число цист в 50 л	Отсутствие

Водным путём передаются многие инфекционные заболевания:

- острые кишечные инфекции (дизентерия, энтериты, энтероколиты, брюшной тиф, паратифы А и Б, холера);
- вирусные инфекции (гепатит А, полиомиелит, адено-, рота- и энтеровирусные инфекции);
- бактериальные зоонозные инфекции (туляремия, лептоспирозы);
- протозойные инфекции (заболевания, вызванные простейшими, характерными для жаркого климата: амёбная дизентерия, балантидиаз и лямблиоз);

- глистные инвазии (гео- и биогельминтозы).

Водные эпидемии имеют ряд характерных особенностей, отличающих их от вспышек эпидемий другого происхождения:

- внезапность;
- массовость;
- наличие общего водоисточника;
- не болеют грудные дети, вскармливающиеся материнским молоком;
- невысокая летальность;
- легкое течение заболеваний, быстрый спад числа заболевших после принятия соответствующих противоэпидемических мероприятий;
- наличие «контактного хвоста» вследствие случаев бытового заражения контактным путём.

### 2.3.2 Безопасность питьевой воды по химическому составу

Помимо микробиологического чрезвычайно важным фактором, влияющим на здоровье человека, является содержание в питьевой воде опасных и вредных химических веществ, способных не только ухудшить органолептические качества воды, но и вызвать массовые заболевания. Химический состав природных вод зависит от вида водоисточника, состава водоносных пород в данной местности и от хозяйственной деятельности. Заболевания человека могут быть обусловлены недостатком или избытком некоторых солей, содержащихся в воде, а также присутствием токсичных соединений.

**Соли жесткости** (кальция и магния). Установлено, что высокая жесткость воды на некоторых территориях может играть этиологическую роль в возникновении мочекаменной болезни как эндемического заболевания.

Высказывается предположение, что низкая жесткость воды может способствовать развитию сердечно-сосудистых заболеваний.

<b>Норматив общей жёсткости по СанПиН 2.1.4.1071-01– 7 ммоль/л</b>
--

**Соли азота** (нитраты и нитриты). Повышенное содержание этих солей в воде способствует метгемоглобинообразованию. Механизм развития отравления связан с возникновением токсической гипоксии, обусловленной образованием метгемоглобина и частичной инаktivацией оксигемоглобина, что вызывает снижение доставки кислорода тканям, препятствующему нормальным окислительным процессам в организме, и развитию метгемоглобинемии (токсического цианоза). Этот вид патологии в первую очередь поражает грудных детей, вскармливаемых молочными смесями, если для их приготовления используется вода с повышенным содержанием нитратов.

Кроме этого, нитраты и нитриты в организме могут взаимодействовать с алифатическими и ароматическими аминами, способными синтезироваться в

организме и при определенных условиях образовывать нитрозамины, являющиеся активными канцерогенами.

**Норматив нитратов по СанПиН 2.1.4.1071 – 01 – 45 мг/л**

**Фтор.** Недостаток фтора в воде способствует развитию кариеса зубов, при котором нарушается связь между органическими и неорганическими элементами эмали и дентина. Повышенное же поступление фтора с водой вызывает флюороз, для которого характерны нарушения обменных процессов в костной ткани, особенно в зубах: появляются пятна и эрозия зубной эмали, повышаются их стираемость и хрупкость.

**Норматив фтора по СанПиН 2.1.4.1074-01 – 0,5-1,5 мг/л**

**Соли железа** встречаются обычно в виде двууглекислой закиси. Железистая вода безвредна для организма, однако большое содержание железа портит вкус воды, придаёт ей неприятный запах и уменьшает прозрачность, вследствие превращения закиси железа под влиянием кислорода воздуха в гидрат окиси железа, выпадающий в виде бурого осадка. В хозяйственном отношении вода с большим содержанием железа неблагоприятна тем, что образует ржавые пятна на белье (при стирке), на фаянсовых умывальниках, ваннах и вредит водопроводным трубам ввиду осаждения на стенках гидрата окиси железа и массового развития в трубах железистых бактерий, что сильно суживает просвет труб.

**Стронций.** При повышенном содержании стронция и низком уровне кальция развивается болезнь Кашина-Бека (уровская болезнь, «стронциевый рахит»), которая выражается в нарушении процессов костеобразования, задержке роста костей бедра и голени, некрозом суставного хряща и общей деформации скелета.

**Йод.** Наиболее богаты йодом артезианские воды и наиболее бедны – воды пресных поверхностных водоёмов. Главным источником йода служат пищевые продукты. Пониженное содержание йода во внешней среде способствует развитию эндемической зобной болезни. Содержание йода в воде рассматривается как индикатор его содержания во внешней среде: если йода мало в воде, то будет мало его и в почве, и в пищевых продуктах, и в растительности и, в конечном счёте, в организме человека и животных.

**Соли тяжёлых металлов.** Их присутствие в воде, как правило, обусловлено техногенными и антропогенными причинами. Речь идет о солях свинца, кадмия, ртути, хрома и др. Они вызывают острые (вплоть до летальных) и хронические отравления населения, пользующегося загрязненной водой.

Показателем поступления в воду органических загрязнений может служить увеличение содержания по сравнению с результатами предыдущих

исследований для одного и того же сезона хлоридов, аммиака, нитратов, нитритов и окисляемости.

**Аммиак** является начальным продуктом разложения органических азотсодержащих (в том числе белковых) веществ. Наличие его более  $0,1$  мг/л свидетельствует о свежем загрязнении органическими веществами. Поэтому его наличие в воде во многих случаях расценивается как показатель опасного в эпидемическом отношении загрязнения воды. Иногда, особенно в глубоких подземных водах, может присутствовать аммиак, образовавшийся за счет восстановления нитратов при отсутствии кислорода. В этом случае он не указывает на недоброкачество воды. Не является показателем эпидемически опасного загрязнения повышенное содержание аммиака в болотистых и торфяных водах (аммиак растительного происхождения).

Соли азотистой кислоты (**нитриты**) представляют собой продукты окисления аммиака под влиянием микроорганизмов в процессе нитрификации. Содержание их в воде более  $0,002$  мг/л указывает на известную давность загрязнения воды органическими азотсодержащими продуктами.

Соли азотной кислоты (**нитраты**) — конечные продукты минерализации органических азотсодержащих веществ. Присутствие в воде нитратов без аммиака и нитритов указывает на завершение процесса минерализации, на давнее и прекратившееся загрязнение. Одновременное содержание в воде аммиака, нитритов и нитратов свидетельствует о незавершенности этого процесса и опасном в эпидемическом отношении продолжающемся загрязнении воды. Однако повышенное содержание нитратов в воде иногда имеет минеральное происхождение за счет растворения почвенных солей, минеральных удобрений, например, селитры.

**Хлориды** в воде водоисточников рассматриваются как ценные показатели бытового загрязнения. Содержание хлоридов в воде поверхностных незагрязненных водоисточников обычно не превышает  $20—30$  мг/л. В местах с солончаковой почвой в подземных водах часто присутствуют хлориды солевого происхождения в более высоких концентрациях. В этом случае они не указывают на загрязнение воды. Увеличение хлоридов по сравнению с обычным для данного водоисточника содержанием свидетельствует об опасном загрязнении воды продуктами жизнедеятельности человека (фекалиями, мочой). При этом главное значение имеет концентрация хлоридов (нормированных по вкусовому порогу на уровне  $350$  мг/л).

**Окисляемость** воды характеризуется количеством миллиграммов кислорода, пошедшего на химическое окисление органических веществ, содержащихся в 1 л воды. Увеличение окисляемости по сравнению с обычной для данного водоисточника величиной свидетельствует о возможном загрязнении воды ( $N$  не более  $5$  мг/л).

Присутствие в воде органических веществ не всегда может служить характерным признаком загрязнения, опасного в эпидемическом отношении, т. е. может быть обусловлено присутствием в воде остатков растительного происхождения и т.д. Например, непоказательна в отношении опасного

загрязнения воды окисляемость при высокой цветности, так как в этом случае она обусловлена присутствием в воде гумусовых веществ, или окисляемость, связанная с содержанием в воде легкоокисляющихся соединений железа и марганца. Поэтому для гигиенической оценки окисляемости необходимо знать причины ее изменения.

Таким образом, все перечисленные показатели (хлориды, азотсодержащие соединения, окисляемость) необходимо оценивать в комплексе и сопоставлять с результатами предыдущих исследований и данными санитарно-топографического обследования водисточников.

Таблица 4

*Критерии безвредности питьевой воды по химическому составу*

<i>критерии</i>	<i>нормативы</i>
Водородный показатель	в пределах 6—9ед. рН
Общая минерализация (сухой остаток)	1000 мг/л
Жесткость общая	7,0 ммоль/л
Окисляемость перманганатная	5,0 мг/л
Нефтепродукты (суммарно)	0,1 мг/л
Поверхностно-активные вещества (ПАВ)	0,5 мг/л
Фенольный индекс	0,25 мг/л

**Неорганические вещества (мг/л)**

Алюминий .....	0,5
Барий .....	0,1
Бериллий .....	0,0002
Бор (суммарно) .....	0,5
Железо (суммарно) .....	0,3
Кадмий (суммарно) .....	0,001
Марганец (суммарно) .....	0,1
Медь (суммарно) .....	1,0
Молибден (суммарно) .....	0,25
Мышьяк (суммарно) .....	0,05
Никель (суммарно) .....	0,1
Нитраты (по NO <sub>3</sub> ) .....	45,0
Ртуть (суммарно) .....	0,0005
Свинец (суммарно) .....	0,03
Селен (суммарно) .....	0,01
Стронций .....	7,0
Сульфаты .....	500,0
Фториды .....	1,2—1,5
Хлориды .....	350,0
Хром .....	0,05

Цианиды .....	0,035
Цинк.....	5,0

#### **Органические вещества, мг/л**

У-ГХЦГ (линдан).....	0,002
ДДТ (сумма изомеров) .....	0,002
2,4-Д(2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота).....	0,03

#### **Вещества, поступающие и образующиеся в питьевой воде в процессе её обработки, мг/л**

Хлор (остаточный свободный) ....	0,3 — 0,5
Хлор (остаточный связанный).....	0,8—1,2
Хлороформ (при хлорировании воды) .....	0,2
Озон (остаточный) .....	0,3
Формальдегид (при озонировании воды).....	0,05
Полиакриламид .....	2,0
Активированная кремнекислота (по Si) .....	10,0
Полифосфаты (по PO <sub>4</sub> ).....	3,5

#### **Критерии радиационной безопасности, Бк/л**

Общая α - радиоактивность .....	0,1
Общая β - радиоактивность .....	1,0
<i>Наиболее благоприятная температура воды 7 – 12 °С</i>	

### **2.3.3 Благоприятные органолептические свойства воды**

Причинами, способными придавать воде неблагоприятные органолептические свойства, могут являться повышенное содержание в воде минеральных солей (привкус), присутствие в воде гумусовых веществ почвенного, растительного планктонного происхождения (цветность), загрязнение промышленными, бытовыми и иными стоками.

Предельно-допустимые концентрации химических веществ по органолептическому признаку вредности устанавливаются по способности веществ ухудшать потребительские качества воды, изменять запах, влиять на окраску, придавать привкус, вызывать образование пены, образовывать на поверхности воды плёнку и др. Органолептические свойства питьевой воды должны соответствовать следующим требованиям:

Таблица 5

*Критерии благоприятных органолептических свойств воды*

<i>Критерий</i>	<i>Норматив</i>
Запах	2 балла
Привкус	2 балла
Цветность	20 град
Мутность	1,5 мг/л

## Определение органолептических свойств воды

**Определение запаха.** При определении запаха руки и одежда наблюдателя не должны ничем пахнуть (духи и пр.), воздух помещения должен быть чистым. Естественный запах характеризуется символами и терминами, приведенными ниже:

Таблица 6

Определение запаха воды

Характер запаха		Род запаха
термин	символ	
Ароматический	А	Огуречный, цветочный
Болотный	Б	Илистый, тинистый
Гнилостный	Г	Фекальный, сточный
Древесный	Д	Мокрой щепы, древесной коры
Землистый	З	Затхлый, застойный
Плесневый	П	Прелый, свежевспаханной земли
Рыбный	Р	Рыбы, рыбьего жира
Сероводородный	С	Тухлых яиц
Травянистый	Т	Скошенной травы, сены
Неопределенный	Н	Естественный, не подходящий под предыдущие деления

Загрязнение воды промышленными и бытовыми стоками приводит к появлению запаха нефтепродуктов, фенолов и хлорфенолов. Избыток хлора в воде может определяться по запаху.

В колбу отмеривают 100 см<sup>3</sup> испытуемой воды. Горлышко колбы закрывают часовым стеклом и прогревают на водяной бане. Содержимое колбы несколько раз перемешивают. Сдвигая стекло в сторону, быстро определяют характер и интенсивность запаха по пятибалльной шкале.

**Определение вкуса.** Производят только в полной уверенности безопасности воды (отсутствие ядовитых веществ и бактериального загрязнения), в противном случае вкус определяют после кипячения и охлаждения воды.

Испытуемую воду набирают в рот малыми порциями (10 мл), не проглатывая, задерживают 3-5 с. Интенсивность вкуса и привкуса определяют по пятибалльной шкале.

Принято различать четыре вида вкуса воды: горький, соленый, кислый и сладкий. Остальные (менее важные) вкусовые ощущения называют привкусами: болотный, вяжущий и др.

**Определение цветности.** Качественно цвет воды определяют, сравнивая профильтрованную исследуемую воду, налитую в бесцветный цилиндр в количестве не менее 40 мл, с таким же объемом дистиллированной воды в другом цилиндре над белой бумагой. Воду характеризуют так: бесцветная, светло-желтая, темно-желтая, бурая и т.д.

Количественно цвет определяют путем сравнения со шкалой стандартных растворов (эталонов) и выражают в условных градусах.

**Определение прозрачности.** Её определяют обычно по печатному шрифту Снеллена. Исследуемую воду взбалтывают и доверху наливают в бесцветный цилиндр, разделенный по высоте на сантиметры и снабженный внизу тубусом с зажимом. Дно цилиндра должно быть гладким. Под цилиндр на расстоянии 4 см от его дна помещают шрифт Снеллена и пытаются различить буквы через столб воды. Если шрифт прочесть не удастся, воду медленно выпускают через тубус в чашку Петри до тех пор, пока буквы не станут ясно видны. Высота столба воды в сантиметрах указывает на степень ее прозрачности. Питьевая вода должна иметь прозрачность не ниже 30 см. Степень прозрачности можно характеризовать также ее обратной величиной — мутностью.

## ГЛАВА 3 МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Качество питьевой воды служит основой эпидемиологической безопасности и здоровья населения. Доброкачественная по химическим, микробиологическим, органолептическим и эстетическим свойствам вода является показателем высокого санитарного благополучия и жизненного уровня населения. Учитывая огромное значение качества и количества подаваемой питьевой воды для здоровья населения и условий его проживания, обеспечения нормального функционирования детских, лечебно-профилактических, культурных, спортивных и других учреждений, коммунального хозяйства, промышленных предприятий и других объектов представляется важным внедрение прогрессивных мероприятий в сфере питьевого водоснабжения.

Основная цель методов улучшения качества питьевой воды — защита потребителя от патогенных организмов и примесей, которые могут быть опасны для здоровья человека или иметь неприятные свойства (цвет, запах, вкус и т. д.). Методы очистки следует выбирать с учетом качества и характера источника водоснабжения.

### 3.1 Основные способы улучшения качества воды

Основными способами улучшения качества воды поверхностных водоисточников являются осветление, обесцвечивание и обеззараживание.

*Осветление воды* — удаление из нее взвешенных веществ.

*Обесцвечивание* — устранение окрашенных коллоидов.

*Обеззараживание* — обезвреживание содержащихся в воде источника патогенных бактерий и вирусов.

Для осветления и обесцвечивания применяют следующие способы:

- естественное отстаивание и фильтрация на медленных фильтрах;
- коагуляция, отстаивание и фильтрация на быстрых фильтрах;
- коагуляция и фильтрация в контактных осветлителях.

#### 3.1.1 Методы очистки воды

Основная задача очистки воды - полностью освободить ее от взвеси (мутности), сделать прозрачной (осветлить) и снизить цветность до незаметного уровня. В современных условиях большое значение имеет предварительное удаление из воды зоопланктона (мельчайших животных организмов) и фитопланктона (мельчайших растительных организмов). Для этого используют микрофильтры и барабанные сетки, через которые производится процеживание воды.

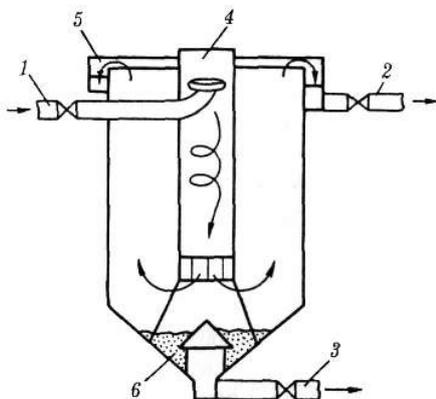
Для осветления и обесцвечивания в комплекс сооружений по очистке воды входят: отстойники, смесители, камеры реакции, фильтры и т.д.

**Отстойники** (горизонтальные, вертикальные) — сооружения, предназначенные для осаждения под силой тяжести в основном крупных по размеру и массе частиц, находящихся в воде во взвешенном состоянии.



*Схема горизонтального отстойника*

Недостатком естественного осаждения взвеси в отстойниках является длительность этого процесса, при котором не обеспечивается осаждение основной части мелкой взвеси и всех коллоидных частиц. С целью ускорения и повышения эффективности выпадения взвешенных веществ и удаления коллоидных веществ в отстойниках перед отстаиванием производится коагуляция воды.



*Схема вертикального отстойника:*

- 1 - подача воды;
- 2 - отвод воды;
- 3 - сброс осадка;
- 4 - камера хлопьеобразования;
- 5 - кольцевой сборный лоток;
- 6 - отражательный конус.

**Коагуляцией** называется процесс укрупнения, агрегации коллоидных и тонко диспергированных примесей воды, происходящий вследствие взаимного слипания под действием сил молекулярного притяжения. Процесс коагуляции завершается образованием видимых невооруженным глазом агрегатов — хлопьев.

Коагуляция происходит под влиянием химических реагентов — коагулянтов, к которым относятся соли алюминия (алюминия сульфат  $Al_2(SO_4)_3$ ) и железа (железа сульфат, железа хлорид). Для ускорения процесса коагуляции применяют вещества флокулянты.

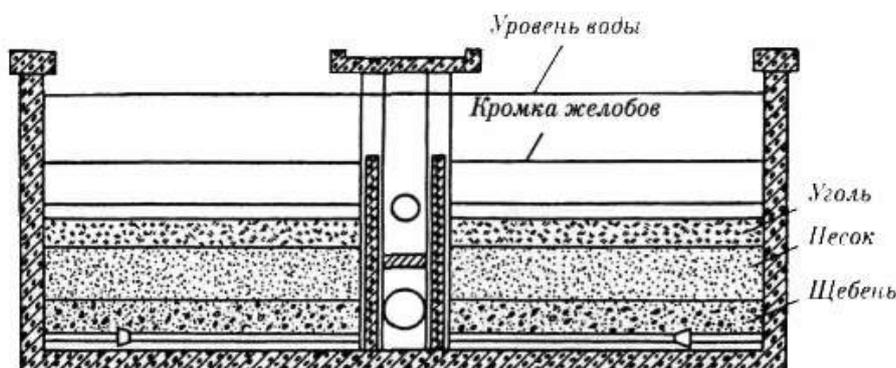
**Фильтрация** — это следующий после коагуляции и отстаивания процесс для освобождения воды от взвешенных веществ, оставшихся после первых этапов очистки. Сущность фильтрации заключается в пропуске воды через мелкопористый материал, на поверхности, в верхнем слое или в толще которого задерживаются взвешенные частицы.

Фильтр представляет собой железобетонный резервуар, заполненный фильтрующим материалом обычно в два слоя. В качестве фильтрующего материала используют кварцевый песок, антрацитовую крошку, керамзит (дробленый и недробленый), некоторые вулканические шлаки, пенополистирол и другие.

Существует два метода фильтрации воды:

1. Пленочная фильтрация предполагает образование биологической пленки из ранее задержанных примесей в верхнем слое фильтрующей загрузки. В начале, вследствие механического осаждения частиц взвеси и их прилипания к поверхности загрузочного материала (например песка), уменьшается размер пор. Затем на поверхности песка развиваются водоросли, бактерии и другие живые организмы, дающие начало илестому, состоящему из минеральных и органических веществ осадку (биологическая пленка). Пленка достигает толщины 0,5-1 мм и более. Она играет решающую роль в работе медленных фильтров, задерживает мельчайшие взвеси, 95-99 % бактерий, обеспечивает снижение на 20-45 % окисляемости и на 20 % цветности.

2. Объемная фильтрация осуществляется на скорых фильтрах и представляет собой физико-химический процесс, при котором механические примеси воды проникают в толщу фильтрующей загрузки и адсорбируются на поверхности ее частиц и хлопьев коагулянта. В результате уменьшения размеров пор возрастает сопротивление загрузки при фильтровании и потеря напора. В процессе объемной фильтрации задерживается около 95 % бактерий. Скорые фильтры, пропуская большее количество воды, быстро засоряются и чаще требуют очистки.



### *Двухслойный фильтр*

Для очистки вод с незначительной мутностью и высоким содержанием органических соединений, которые плохо поддаются обработке в отстойниках и осветлителях, эффективным методом очистки является флотация.

**Флотация** — это процесс, сущность которого заключается в том, что коллоидные и дисперсные примеси соединяются с пузырьками воздуха, тонко диспергированного в воде. Комплексы, которые образуются при этом, всплывают и образуют пену на поверхности флотационного устройства. Снижение поверхностного натяжения на границе вода-воздух приводит к повышению эффективности очистки воды методом флотации. Для этого в воду добавляют поверхностно-активные вещества (флотореагенты).

В случае организации централизованной подачи питьевой воды в небольшие объекты (поселки, пансионаты, дома отдыха и т.д.) при использовании в качестве источника водоснабжения поверхностных водоемов для очистки воды могут применяться компактные сооружения небольшой производительности. В их состав входят: трубчатый отстойник, фильтр с

зернистой загрузкой, оборудование для приготовления и дозирования реагентов и бак для промывной воды.

На современных станциях очистки воды в случае использования реагентных технологических схем ввод химических реагентов в обрабатываемую воду осуществляется системами автоматического дозирования. Они включают емкости реагентов, дозирующие насосы с микропроцессорными регуляторами и впрыскивающие клапаны.



*Дозирующий насос химических реагентов с микропроцессорным регулятором и впрыскивающим клапаном*

### 3.1.2 Методы обеззараживания воды

Обеззараживание (дезинфекция) питьевой воды осуществляется с целью обеспечения эпидемической безопасности питьевой и предотвращения передачи через воду возбудителей инфекционных заболеваний. Обеззараживание направлено на уничтожение патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. На водопроводах обычно обеззараживание воды осуществляется на последнем этапе ее очистки перед поступлением в резервуары чистой воды и разводящую водопроводную сеть. Выбор конкретного метода обеззараживания зависит от качества и количества исходной воды, методов ее предварительной очистки, условий поставки реагентов и других факторов. В целях обеззараживания применяют *реагентные* (химические) и *безреагентные* (физические) методы.

Реагентные методы основаны на использовании сильных окислителей (хлора, хлорсодержащих веществ, озона), ионов серебра и других веществ.

К безреагентным методам относятся: ультрафиолетовое облучение, воздействие ультразвука, вакуума, радиоактивное излучение то есть физические методы, а также термическая обработка.

**Хлорирование** — обработка питьевой воды водным раствором хлора с целью ее обеззараживания. Этот метод стал наиболее широко распространен среди всех методов обеззараживания воды. Это связано с относительной дешевизной хлора, несложностью используемого оборудования и надежностью обеззараживающего действия.

При обычных температуре и давлении хлор — газ желто-зеленого цвета с резким специфическим запахом. Раздражает слизистые оболочки, глаза, относится к сильнодействующим ядовитым веществам (СДЯВ) и при выбросе в воздух способен вызвать отравления людей.

Хлор можно использовать для обеззараживания воды на различных сооружениях — от шахтного колодца до крупного водопровода. В целях обеззараживания воды могут применяться газообразный хлор (доставляется в баллонах в жидком состоянии), хлорная известь, гипохлорит кальция, хлорамины, двуокись хлора и другие хлорсодержащие вещества.

Основными условиями действия хлора являются: тщательное освобождение воды от взвешенных веществ, достаточная доза хлора, полное и быстрое перемешивание хлора со всем объемом обеззараживаемой воды и контакт хлора с водой не менее 30-60 мин времени, необходимого для проявления бактерицидного действия. Для обеспечения надежного обеззараживания необходимо ввести его такое количество, чтобы покрыть всю хлорпоглощаемость воды и получить некоторый избыток свободного активного хлора. Об успешности хлорирования воды судят по остаточному активному хлору. Установлено, что дозы хлора в воде 1-3 мг/л обычно обеспечивают достаточный бактерицидный эффект. При этом содержание *остаточного свободного хлора* в воде после резервуаров чистой воды должно быть в пределах 0,3-0,5 мг/л. Такое хлорирование называется обычным, или хлорированием с учетом хлорпотребности.

*Хлорпоглощаемость воды* - количество хлора, которое при хлорировании 1 л воды расходуется на окисление органических, легкоокисляющихся неорганических веществ и обеззараживание бактерий в течение 30 минут.

*Хлорпотребность воды* - общее количество хлора, необходимое для удовлетворения хлорпоглощаемости воды и обеспечения наличия необходимого количества остаточного хлора.

**Виды хлорирования.** Разновидностью хлорирования на водопроводах являются двойное хлорирование и суперхлорирование (перехлорирование).

При *двойном хлорировании* хлор вводится в воду дважды: первый раз в смеситель перед отстойниками и второй — после фильтров, применяется, например, в случае использования для питьевого водоснабжения речной воды с высокой бактериальной загрязненностью.

*Суперхлорирование* — хлорирование воды избыточными дозами хлора (5-20 мг/л) при остаточном содержании активно: до 1-5 мг/л. Применяется временно при резких колебаниях бактериальной загрязненности воды, в случае особой эпидемической обстановки и при невозможности обеспечить достаточный контакт воды с хлором.

При наличии высокого содержания остаточного хлора вода считается непригодной непосредственно для употребления и требует последующего дехлорирования ее химическими веществами (гипосульфит или сернистый газ) или сорбционным методом (активированный уголь).

Одним из способов обеззараживания воды является *аммонизация (хлорирование с преаммонизацией)*, при которой в воду последовательно вводят сначала аммиак, а затем хлор. Хлорирование с преаммонизацией используют с целью предотвращения появления специфических запахов в случае хлорирования воды, содержащей фенол или бензол, а также для пресечения образования канцерогенных веществ (хлороформ и др.) во время хлорирования воды при наличии в ней гуминовых и других веществ.

Несмотря на положительные стороны применения хлора для обеззараживания питьевой воды, в последние годы выявлены и отрицательные последствия хлорирования воды для здоровья населения.

В результате реакции хлора с находящимися в воде гуминовыми соединениями, продуктами жизнедеятельности некоторых организмов и веществами техногенного происхождения в воде могут образовываться высокотоксичные, канцерогенные и мутагенные вещества. К ним относятся: тригалометаны (ТГМ), в том числе хлороформ, бромформ, дибромхлорметан и другие.

Необходимо учитывать, что некоторые из образующихся в воде вредных веществ поступают в организм не только в процессе употребления воды и пищевых продуктов (энтерально), но и через неповрежденную кожу во время принятия душа, ванны, плавания в бассейне. Поэтому важным направлением в решении назревшей проблемы является применение других, альтернативных хлорированию, способов обеззараживания питьевой воды.

**Озонирование** — обработка воды озоном для уничтожения микроорганизмов и устранения неприятных запахов.

Озон ( $O_3$ ) — газ голубоватого цвета со специфическим запахом, очень хорошо растворим в воде. Обладает высокой окислительной способностью, которая обуславливает его бактерицидность. Действует на протоплазму микроорганизмов, уничтожает вирусы (в частности, полиомиелита).



*Озонатор – аппарат (генератор) для получения озона, используемого с целью обеззараживания воды*

Озонирование по сравнению с хлорированием имеет следующие *основные преимущества*:

- надежное обеззараживание достигается в течение нескольких минут, при этом озон эффективнее хлора обеззараживает воду от споровых форм бактерий и возбудителей вирусных инфекций;
- озон, а также продукты его соединения с веществами, находящимися в воде, не имеют вкуса и запаха;
- происходит обесцвечивание воды и устранение ранее имевшихся запахов различного происхождения;
- избыточный озон через несколько минут превращается в кислород, выделяющийся в атмосферный воздух, и поэтому не оказывает влияния на организм человека;
- при этом значительно меньше, чем при хлорировании образуется новых токсических веществ;
- процесс озонирования в меньшей степени, чем хлорирование зависит от рН, мутности, температуры и других свойств воды;

- производство озона на месте избавляет от необходимости доставки и хранения реагентов.

**Недостатки озонирования.** Озон является взрывоопасным и токсичным реагентом, это более дорогой способ по сравнению с хлорированием. Быстрое разложение в отработанной воде (за 20-30 минут) ограничивает его применение, после озонирования нередко наблюдается значительный рост микрофлоры вследствие реактивации бактерий и вторичного загрязнения. Даже высокие дозы озона (20 мг/л) и длительная экспозиция (1,5-2 часа) не обеспечивают полностью эффективное обеззараживание в отношении бактериальных спор. При обработке воды озоном могут образовываться побочные токсичные продукты: броматы, альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты и др. соединения. Эти продукты могут вызывать мутагенный и другие неблагоприятные эффекты.

**Обеззараживание воды ионами серебра** основано на олигодинамическом действии этого металла. Серебро обладает свойством консервировать воду на длительное время. Согласно опубликованным данным, вода, обработанная серебром в концентрации 0,1 мг/л, сохраняет высокие санитарно-гигиенические показатели в течение года и более.

Обеззараживание серебром осуществляется непосредственно путем обеспечения контакта воды с поверхностью металла или в результате растворения солей серебра в воде электролитическим способом. Во втором случае используются ионаторы, обеспечивающие растворение серебра под действием постоянного электрического тока.

Ионаторы используют для обеззараживания воды на крупных судах. Высокую оценку воде, обработанной серебром, дали космонавты. Практика показала, что обработка бортовых запасов питьевой воды серебром обеспечивает сохранность ее органолептических и гигиенических свойств в условиях космических полетов различной продолжительности. Серебро оказалось также прекрасным консервантом минеральной воды. Поэтому на престижных предприятиях по производству безалкогольных напитков минеральную воду обеззараживают серебром.

Однако несмотря на богатую информацию об антимикробных свойствах серебра, широкое его внедрение в практику водоснабжения сдерживалось по различным причинам, в том числе недостаточными сведениями о его токсичности.

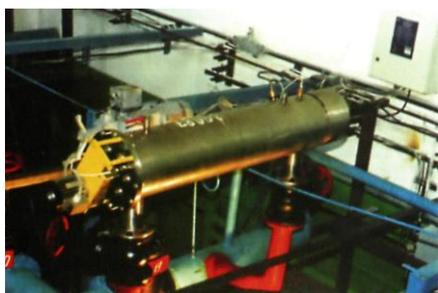
**Ультрафиолетовое облучение.** Бактерицидное действие ультрафиолетовых (УФ) лучей, широко известно и неоднократно доказано в экспериментах. УФ лучи проникают через 25 см слой прозрачной и бесцветной воды. Под воздействием УФ излучения в клетках находящихся в воде микроорганизмов происходят необратимые процессы, вызывающие нарушение молекулярных и межмолекулярных связей. Это приводит к денатурации (разрушению) белков клеток протоплазмы, в частности, к повреждению ДНК, РНК, клеточных мембран, и как следствие, к гибели микроорганизмов.

Образующиеся под воздействием УФ излучения короткоживущие молекулы озона, атомарный кислород, свободные радикалы и гидроксильные группы дополнительно воздействуют на находящиеся в воде микроорганизмы.

Метод УФ обеззараживания не изменяет химического состава и органолептических качеств воды. Достоинством метода является также быстрота обеззараживания (несколько секунд) и отсутствие запаха и привкуса при использовании ультрафиолетовых лучей. Лучи пагубно воздействуют не только на вегетативные формы патогенных бактерий, которые погибают после облучения в течение 1-2 мин, но также на устойчивые к хлору споры, вирусы и яйца гельминтов. Многочисленные исследования показали отсутствие вредных эффектов даже при дозах УФ облучения, намного и превышающих практически необходимые. Следовательно, в отличие от технологии хлорирования и озонирования, принципиально отсутствует опасность передозировки УФ облучения. В то же время имеются сведения о том, что если доза УФ излучения выбрана правильно, активация микроорганизмов не наблюдается, что позволяет применять УФ обеззараживание без последующего ввода консервирующих доз хлора.

Технология обеззараживания воды УФ облучением является наиболее простой в реализации и обслуживании. Для обеззараживания воды УФ облучением характерны незначительные затраты электроэнергии (в 3-5 ниже, чем при озонировании) и отсутствие потребности в дорогостоящих реактивах.

Для обеззараживания воды применяют установки с ртутно-кварцевыми лампами высокого давления и аргоно-ртутные лампы низкого давления. Лампы помещаются над потоком облучаемой воды или в самой воде. В первом случае они снабжены отражателем для направленного облучения, во втором лучи распространяются по окружности во все стороны.



*Установка УФ обеззараживания питьевой воды*

Несмотря на многие положительные стороны использования ультрафиолетового облучения для обеззараживания питьевой воды, необходимо учитывать, что повышенные мутность, цветность и соли железа уменьшают проницаемость воды для бактерицидных УФ лучей. Поэтому для обеззараживания УФ облучением в большей степени пригодны воды из подземных источников с содержанием железа не более 0,3 мг/л, невысокими мутностью и цветностью. При необходимости УФ обеззараживания воды из поверхностных и некоторых подземных источников требуется ее предварительная очистка (осветление, обесцвечивание, обезжелезивание и др.).

**Обеззараживание воды ультразвуком.** Бактерицидное действие ультразвука объясняется, в основном, механическим разрушением клеточной оболочки бактерий в ультразвуковом поле. При этом бактерицидный эффект связан с интенсивностью ультразвуковых колебаний и не зависит от мутности (до 50 мг/л) и цветности. Эффект обеззараживания распространяется не только на вегетативные, но и на споровые формы микроорганизмов.

Для получения необходимых для обеззараживания воды ультразвуковых колебаний используют пьезоэлектрические и магнитострикционные устройства. Продолжительность обеззараживающего действия ультразвука длится секунды.

**Обеззараживание воды вакуумом** предусматривает обеззараживание бактерий и вирусов пониженным давлением. При этом полный бактерицидный эффект может быть достигнут за 15-20 мин.

**Радиационное обеззараживание воды.** Ионизирующим (проникающим) излучением называется коротковолновое рентгеновское и  $\gamma$ -излучение, поток высокоэнергетических заряженных частиц (электроны, протоны, дейтроны,  $\alpha$ -частицы и ядра отдачи), а также быстрых нейтронов (частицы, не имеющие зарядов). Взаимодействуя с электронными оболочками атомов и молекул среды, они передают им часть своей энергии, производя ионизацию молекул. Освободившиеся при этом электроны, как правило, обладают значительной энергией, которая расходуется на ионизацию еще нескольких молекул воды.

Ионизирующее излучение является мощным безреагентным фактором, действие которого приводит к гибели имеющихся в облучаемой воде болезнетворных микроорганизмов и ее обеззараживание. Первичные продукты радиолиза воды нарушают обмен веществ в бактериальной клетке.

Радиационная очистка и обеззараживание воды имеют следующие преимущества по сравнению с традиционными методами обработки:

- ✓ универсальность, то есть возможность обезвреживать многие органические и любые микробные загрязнители;
- ✓ высокую степень обеззараживания и очистки;
- ✓ высокую скорость обработки и возможность полной автоматизации.

Однако учитывая загрязнение водных объектов специфическими техногенными веществами и по другим причинам, практическое распространение получают комбинированные методы, когда радиационная обработка воды используется совместно с традиционными методами обеззараживания (хлорированием или озонированием).

**Термическое обеззараживание воды** применяется в основном для обеззараживания небольшого количества воды в детских учреждениях (школах, дошкольных учреждениях, пионерских и летних лагерях), санаториях, больницах, на судах, а также в домашних условиях.

Установлено, что полное обеззараживание воды (уничтожение всех видов и форм болезнетворных микроорганизмов) достигается только в результате кипячения воды в течение 5-10 минут. Однако нужно учитывать, что кипяченая вода лишена не только болезнетворных, но и сапрофитных, безвредных или даже полезных для человека микроорганизмов. В такой воде легко размножаются попавшие в нее уже после кипячения и охлаждения микроорганизмы, что приводит к быстрому ухудшению ее качества. Поэтому кипяченую воду следует сохранять в плотно закрытых емкостях в прохладном месте не более 24 часов.

### 3.2 Дополнительные (специальные) методы обработки воды

В практике хозяйственно-питьевого водоснабжения специальные методы очистки питьевой воды в основном применяют с целью нормализации ее солевого состава, удаления привкуса, запаха, удаления радиоактивных веществ и т.д.

Все методы нормализации минерального состава воды могут быть разделены на две группы:

1. Удаление из воды лишней солей, других веществ, в том числе газов (умягчение, опреснение, обессоливание, обезжелезивание, дезодорация, дезактивация, дефторирование и др.).

2. Добавление в воду различных солей с целью улучшения ее органолептических качеств и увеличение содержания микроэлементов при недостатке их содержания в воде и продуктах питания.

Отсутствие привкуса и запаха — одно из основных требований, предъявляемых к питьевой воде. Наиболее частыми причинами запаха являются присутствие в ней сероводорода, развитие и отмирание водной растительности, в том числе водорослей («цветение» водоемов и воды в водоочистных сооружениях) и попадание в водные объекты органических соединений промышленных сточных вод.

*Дезодорация* — удаление привкуса и запаха воды. Достигается аэрацией воды, обработкой ее окислителями (озонирование, диоксида хлора и больших доз хлора), фильтрацией через слой активированного угля. Выбор методов дезодорации зависит от происхождения привкусов и запахов.

Большие дозы хлора разрушают присутствующие в воде органические вещества и устраняют запахи и привкусы. Однако при этом появляется запах хлора в воде, что требует процесса *дехлорирования*. Поэтому целесообразным считается применение озона, который не только обеззараживает и обесцвечивает воду, но одновременно разрушает вещества, придающие ей запах.

В борьбе с возникшим запахом эффективно применение активированного угля, который обладает большой адсорбционной способностью. Целесообразно применять активированный уголь в виде порошка, добавляемого к воде на

водоочистных сооружениях перед фильтром. Образуя пленку на фильтре, уголь адсорбирует вещества, обуславливающие запах, привкус и цветность воды.

Природная повышенная жесткость и солесодержание питьевой воды является проблемой во многих регионах. Поэтому для улучшения качества питьевой воды, подаваемой населению, необходимо производить дополнительную ее очистку специальными методами.

Умягчение — снижение природной жесткости путем удаления катионов кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) и магния ( $\text{Mg}^{2+}$ ). Умягчение обеспечивается методами: нагревания (кипячения), реагентными, ионного обмена, или катионитными.

Опреснение воды — это частичное ее обессоливание. Под опреснением в широком смысле слова понимается также осаждение из морских и засоленных вод содержащихся в них солей до установленных норм. Разработаны сооружения для опреснения морских вод, способные обеспечить населенные пункты с числом жителей 100-150 тыс. человек. Установки по опреснению морской воды имеются и применяются на некоторых морских судах, включая подводные лодки.

Опреснение — уменьшение количества солей, содержащихся в природных водах, до уровня, отвечающего требованиям качества питьевой воды (то есть не более 1000 г/л).

Обессоливание — полное или почти полное удаление из воды растворенных в ней солей.

К наиболее современным прогрессивным методам мембранной очистки следует отнести использование волоконных мембран фильтров тонкой очистки. Волокна мембран выполнены из полипропилена. Примененные на очистном комплексе мембраны позволяют задерживать все химические и биологические загрязнения размером более 0,1 мкм (включая криптоспоридии и лямблии).

Представляют интерес опреснительные установки, работающие с помощью возобновляемых источников природной энергии. К таким энергетическим ресурсам относятся солнечная радиация и ветер

Гелиоопреснители в основном представляют собой установки парникового типа. Они состоят из бассейна небольшой глубины, стены и дно которого имеют хорошую теплоизоляцию. Сверху бассейн герметично закрывается прочным и прозрачным материалом (например стеклом). Солнечная радиация проникает сквозь покрытие, нагревает соленую воду, которая испаряется. Во



внутреннем пространстве опреснителя образуется паровоздушная смесь. При соприкосновении с более холодным стеклом водяной пар конденсируется, а капли дистиллята стекают в специальные желоба-сборники. Установлено, что с каждого квадратного метра поверхности испарения ежедневно в среднем получают около 2 л опресненной воды.

В настоящее время опреснители работают более чем в 100 странах мира, расположенных в различных географических районах, но прежде всего это касается засушливых (аридных) зон планеты.

Обезжелезивание — снижение содержания железа до нормативного уровня. Повышенная концентрация железа встречается чаще всего в глубоких подземных водах. Железо придает воде специфический металлический, чернильный привкус, делает ее мутной и цветной. Обезжелезивание подземных вод наиболее часто производится безреагентными, аэрационными методами. Обезжелезивание поверхностных вод осуществляется реагентными методами с использованием сульфата алюминия, извести и хлора.

Дефторирование — удаление фтора из воды. Применяется при содержании фтора в воде более 1,5 мг/л. Это может быть в случае использования богатых фтором вод из подземных источников.

При использовании для водоснабжения населенного пункта нескольких скважин с различным содержанием фтора в ряде случаев нормализация концентрации этого элемента в водопроводной воде может быть достигнута смешиванием в оптимальных соотношениях воды из разных водоисточников.

Фторирование — введение фтора в воду. Применяется с целью профилактики кариеса.

В результате проведения многолетних исследований пришли к выводу о том, что фторирование воды хозяйственно-питьевого назначения показано в эндемичных по гипофторозу местностях (биогеохимических провинциях) с низким содержанием фтора в окружающей среде только при его суммарном поступлении и организм с питьевой водой и пищевыми продуктами менее 80% минимально безопасной величине потребления. Эта величина составляет 0,5 мг/сут у детей 1-3 года, 1,0 мг/л — у детей 4-6 лет и 1,5 мг/л — у детей старше 7 лет, подростков и взрослых. Дополнительными показаниями является высокая пораженность коренного населения кариесом зубов при наличии проявлений гипофтороза.

Дезактивация — удаление из воды радиоактивных веществ (РВ).

Радиоактивность воды можно снизить в результате обычных способов ее обработки на водоочистных сооружениях. Так, коагуляция, отстаивание и фильтрация снижают содержание радиоактивных веществ в ней на 70-80%. Эффект дезактивации можно повысить за счет увеличения рН воды, применение коагулята.

### **Установки по очистке воды в домашних условиях**

В домашних условиях применяются разнообразные компактные установки по очистке воды.

#### ***Фильтрующий кувшин***



Плюсы: фильтр-кувшин очень прост в использовании, не требует подключения к водопроводу, процесс очистки не нужно контролировать.

Минусы: небольшой объем очищенной воды (от 1 до 2 л), низкая скорость очистки.

Отличный абсорбент — уголь — поглощает хлор, хлорорганические и органические загрязнения, а дополнительная обработка его серебром предотвращает размножение бактерий.

### ***И фильтр, и чайник***



Вполне естественным решением было объединить в одном сосуде, чайник и фильтр для наполняющей его воды. Электрочайник соединяет в себе функции фильтрации и смягчения воды, с фильтрами очистки воды, позволяющими максимально быстро и качественно очистить водопроводную воду от хлора и других примесей, препятствуя образованию накипи.

### **Насадка на кран**

Принцип действия: водоочиститель надевается непосредственно на кран, вода подается в него под давлением.

Плюсы: невысокая цена, удобен для использования.

Минусы: низкая производительность (0,3—0,5 л/мин), необходимо использовать емкость для хранения очищенной воды. Если фильтр не снабжен переключателем, придется включать и выключать его каждый раз вручную.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Определение химических показателей воды

#### *Определение азота аммиака и аммонийных солей*

Для определения азота аммонийных солей в пробирку наливают 5 мл исследуемой воды, 4 капли 50% сегнетовой соли и прибавляют 3 капли реактива Несслера (состав реактива: двойная соль йодистой ртути и йодистого калия  $\text{-HgI}_2 \cdot 2\text{KI}$ , растворенная в едком кали). В присутствии аммонийных солей вода окрашивается в желтый цвет от образования йодистого меркураммония. Присутствие в воде кальция, магния и железа мешает определению, так как эти соли дают с реактивом Несслера муть и осадок. Поэтому для удержания их в растворе сначала добавляют сегнетову соль, а затем реактив Несслера.

По интенсивности окраски при просмотре сбоку, через толщу столба ориентировочно судят о количестве растворенных в воде аммонийных солей, пользуясь табл.

Таблица 7

*Зависимость окрашивания воды от содержания в ней аммонийного азота.*

Окрашивание при рассматривании		Содержание аммонийного азота, мг/л
сбоку	сверху	
Нет	Нет	Меньше 0,05
Нет	Едва заметное слабо-жёл	0,1
Едва заметное слабо-жёл.	Слабо-желтое	0,2
Очень слабо-желтое	Желтоватое	0,4
Слабо-желтоватое	Светло-желтоватое	0,8
Очень желтое	Желтое	2
Желтое	Интенсивно-буроватое	4
Резко желтое	Бурое, мутноватое	8
Бурое	Интенсивно-бурое	20

#### *Определение азота нитритов*

При прибавлении к воде, содержащей азот нитритов, реактива Грисса (состав реактива: а-нафтиламин и сульфаниловая кислота, растворенные в 12% уксусной кислоте) вода окрашивается в розовый цвет различной интенсивности в зависимости от концентрации в ней азота нитритов. В основе реакции лежит образование азокраски. Процесс идет быстрее при подогревании воды.

В пробирку наливают 5 мл исследуемой воды, 0,5 мл реактива Грисса нагревают в течение 5 мин в водяной бане при 70°. В присутствии азота нитритов получается постепенно нарастающее розовое окрашивание. По

характеру окраски при рассматривании сбоку и сверху на белом фоне ориентировочно судят о количестве азота нитритов (табл. 6)

Таблица 8

Окрашивание при рассматривании		Содержание азота нитритов, мг/л
сбоку	Сверху	
Нет	Нет	0,001
Нет	Едва уловимое розовое	0,002
Нет	Едва заметное розовое	0,004
Очень слабо-розовое	Слабо-розовое	0,02
Светло-розовое	Светло-розовое	0,04
Светло-розовое	Розовое	0,07
Ярко-розовое	Малиновое	0,20
Малиновое	Ярко-малиновое	0,4

### **Определение азота нитратов**

Реакция на азот нитратов проводится с сульфифеноловой кислотой. Этот метод основан на реакции между нитратом и сульфифеноловой кислотой с образованием нитропроизводных фенола, которые со щелочами образуют соединения, окрашенные в желтый цвет.

В пробирку наливают 1 мл исследуемой воды и 1 мл сульфифеноловой кислоты, прибавляя ее каплями на поверхность воды, затем содержимое пробирки перемешивают, через 20 мин по интенсивности образовавшейся жёлтой окраски находят ориентировочное содержание азота нитратов в воде (табл. 7).

Таблица № 7

Интенсивность окраски при наблюдении сбоку	Содержание азота нитратов, мг/л
Уловима только по сравнению с контролем	0,5
Едва заметная желтоватая	1
Очень слабо-желтоватая	3
Слабо-желтоватая	5
Слабая желтая	1,0
Светло-желтая	25
Желтая	50
Ярко-желтая	100

## СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

### Санитарно-гигиеническая оценка воды

Показатели качества воды		Нормативные требования
Цветность, град		
Температура воды при заборе, °С	35°	20°
Осадок	17°	7-12°
Мутность, мг/л	аморф.бурый	отсутствие
Запах при 20°С, баллы	2,2	1,5
Привкус при 20, баллы	затхлый 4	2
Сухой остаток, мг/л	солон. 3	2
Хлориды, мг/л	720	1000
Сульфаты, мг/л	470	350
Железо, мг/л	610	500
Жёсткость общая, моль/л	1,2	0,3
Аммонийные соли, мг/л	6,5	7,0
Нитриты, мг/л	2,1	отсутствие
Нитраты, мг/л (по NO <sub>3</sub> )	0,8	отсутствие
Окисляемость, мг/л	70	45
Фтор, мг/л	6,7	50
Термотолерантные колиформные бактерии в 100 мл	1,3 3,0	0,5-1,5 отсутствие
Общее микробное число в 1 мл	130	не более 50
Споры сульфитредуцирующих клостридий в 20 мл	2,0 0,17	отсутствие 0,1
Общая α-радиоактивность, Бк/л		

1. Сравнить показатели качества воды с гигиеническими нормативами.
2. Какие санитарно - химические показатели свидетельствуют о загрязнении воды органическими соединениями?
  - Прямые - микробиологические и паразитологические показатели.
  - Косвенные - окисляемость, триада азота, сульфаты и хлориды.
3. Предположительно, из какого источника взята вода?
  - Из поверхностного источника подверженного постоянному антропогенному загрязнению.

## ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ

Отметьте один или несколько правильных ответов:

### Гигиена атмосферного воздуха

1. В ФАСОВОЧНОМ ПОМЕЩЕНИИ АПТЕКИ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА 20 °С, ПЕРЕПАДЫ ПО ВЕРТИКАЛИ И ГОРИЗОНТАЛИ 2 °С, СУТОЧНЫЕ ПЕРЕПАДЫ 3 °С, ПЕРЕПАД «ВОЗДУХ-ОГРАЖДЕНИЕ» 3 °С.

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА 50%, СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА – 0,2 М/С. ОЦЕНИТЕ ПАРАМЕТРЫ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА:

- а. Все показатели в норме.
- б. Температура воздуха выше нормы.
- в. Влажность повышена.
- г. Скорость движения воздуха низкая.
- д. Температура воздуха ниже нормы.

2. СРЕДИ СОТРУДНИКОВ АПТЕКИ ПОВЫСИЛАСЬ ЧАСТОТА СЛУЧАЕВ ОСТРЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ. ВОЗНИКЛА НЕОБХОДИМОСТЬ ОПРЕДЕЛИТЬ СУТОЧНЫЕ ПЕРЕПАДЫ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА. ВЫБЕРИТЕ ПРИБОР:

- а. Гигрограф.
- б. Барограф.
- в. Термограф.
- г. Виброграф.
- д. Термометр

3. В АСЕПТИЧЕСКОМ БЛОКЕ ПОВЫШЕНА ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА И ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ. КАК БУДЕТ ПРОХОДИТЬ ТЕПЛООБМЕН В ЭТИХ УСЛОВИЯХ?

- а. Увеличится теплоотдача.
- б. Увеличится теплоотдача, снизится теплопродукция.
- в. Будет наблюдаться тепловое равновесие.
- г. Снизится теплоотдача.
- д. Снизится теплопродукция.

4. ВОЗНИКЛА НЕОБХОДИМОСТЬ ИЗУЧИТЬ В ЦЕХЕ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ФАБРИКИ ОТНОСИТЕЛЬНУЮ ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА. ВЫБЕРИТЕ НАИБОЛЕЕ ПРОСТОЙ МЕТОД:

- а. Табличный с помощью психрометра.
- б. По формуле Шпрунга.
- в. По формуле Ренье.
- г. Измерение психрометром.
- д. Расчетный метод.

5. ПРИ ЛАБОРАТОРНОМ ОБСЛЕДОВАНИИ В АСЕПТИЧЕСКОЙ АПТЕКИ СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА СОСТАВЛЯЕТ 0,6 М/С, ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА 18 °С, ВЛАЖНОСТЬ – 40%. ДАЙТЕ ОЦЕНКУ ПОДВИЖНОСТИ ВОЗДУХА:

- а. Соответствует гигиенической норме.
- б. Понижена подвижность воздуха.
- в. Повышена подвижность воздуха.
- г. Скорость нормируется 0,6 м/с.
- д. Скорость нормируется 0,1 м/с.

6. ВОЗНИКЛА НЕОБХОДИМОСТЬ ИЗУЧИТЬ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫЙ РЕЖИМ И ИЗМЕРИТЬ СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА В ЦЕХЕ СТЕРИЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ФАРМ. ФАБРИКИ. ВЫБЕРИТЕ ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ:

- а. Кататермометр.
- б. Актинометр.
- в. Чашечный анемометр.
- г. Психрометр.
- д. Крыльчатый анемометр.

7. ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕМПЕРАТУРНО–ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА И ПОДВИЖНОСТИ ВОЗДУХА В УЧЕБНОЙ КОМНАТЕ ИСПОЛЬЗОВАЛИ ТЕРМОМЕТР, КАТАТЕРМОМЕТР И ПСИХРОМЕТР АССМАНА. ЧТО ПОЛОЖЕНО В ОСНОВУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ПСИХРОМЕТРА АССМАНА?

- а. Показания сухого термометра.
- б. Показания влажного психрометра.
- в. Разница температур сухого и влажного термометра.
- г. Показания сухого и влажного термометров.
- д. Сумма температур сухого и влажного термометра.

8. В МОЕЧНОЙ АСЕПТИЧЕСКОГО БЛОКА СОДЕРЖАНИЕ ПАРОВ В ВОЗДУХЕ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 23<sup>0</sup> С СОСТАВЛЯЕТ 10 Г/М<sup>3</sup>, ПРИ НАСЫЩЕНИИ ВОЗДУХА ВОДЯНЫМИ ПАРАМИ ИХ КОНЦЕНТРАЦИЯ СОСТАВЛЯЕТ 20 Г/М<sup>3</sup>. ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 37° НАСЫЩЕНИЕ ВОДЯНЫМИ ПАРАМИ ПРОИСХОДИТ ПРИ КОНЦЕНТРАЦИИ 43 Г/М<sup>3</sup> . УКАЖИТЕ, ЧЕМУ РАВНА АБСОЛЮТНАЯ ВЛАЖНОСТЬ:

- а. 10г/м<sup>3</sup>
- б. 20г/м<sup>3</sup>
- в. 43г/м<sup>3</sup>
- г. 50г/м<sup>3</sup>
- д. 25г/м<sup>3</sup>

9. ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМПЕРАТУРНО–ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АПТЕКЕ УСТАНОВЛЕНО, ЧТО ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА 23°С, СУТОЧНЫЕ ПЕРЕПАДЫ 7°С, ОТОПЛЕНИЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ. ОЦЕНИТЕ СУТОЧНЫЙ ПЕРЕПАД ТЕМПЕРАТУРЫ:

- а. В пределах нормы.
- б. Не должен превышать 2°С.
- в. Должен быть не менее 5°С.
- г. Не соответствует норме.
- д. Допускается в пределах 6°.

10. ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ МИКРОКЛИМАТА В АССИСТЕНТСКОЙ АПТЕКИ УСТАНОВЛЕНО, ЧТО ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА 25°С, ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ 45 %, ПОДВИЖНОСТЬ ВОЗДУХА 0,1 М/С. УКАЖИТЕ ПРЕИМУЩЕСТВЕННЫЙ ПУТЬ ТЕПЛООТДАЧИ:

- а. Конвекцией.
- б. Испарением.
- в. Проведением.
- г. Излучением.
- д. Дыханием.

### Гигиена воды

1. ОБНАРУЖЕНИЕ ОДНОВРЕМЕННО АММИАКА, НИТРИТОВ И НИТРАТОВ В ВОДЕ ЯВЛЯЕТСЯ ПОКАЗАТЕЛЕМ:

- а. цветения
- б. жесткости
- в. постоянного и длительного фекального загрязнения
- г. старого фекального загрязнения
- д. свежего фекального загрязнения

2. ВОДА ДОЛЖНА БЫТЬ ПИТЬЕВОГО КАЧЕСТВА В ТОЧКАХ ВОДОПРОВОДА:

- а. перед поступлением в распределительную сеть
- б. перед поступлением в распределительную сеть и в местах водоразбора
- в. вперед поступлением в распределительную сеть, в местах водоразбора и в местах водозабора
- г. в местах водозабора

3. ПРИ НОРМИРОВАНИИ СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ УЧЁТ КЛИМАТИЧЕСКОГО РАЙОНА ПРОВОДИТСЯ:

- а. для фтора
- б. для фтора и мышьяка
- в. для фтора, мышьяка, свинца
- г. для всех химических веществ, нормируемых в питьевой воде

4. ИНФЕКЦИЯ, ВЫЗЫВАЕМАЯ ПРОСТЕЙШИМИ И РАСПРОСТРАНЯЮЩАЯСЯ ВОДНЫМ ПУТЁМ:

- а. лямблиоз
- б. холера
- в. гепатит А
- г. брюшной тиф
- д. эпидемический паротит

5. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ РАСПРОСТРАНЯЮТСЯ НА ВЕЩЕСТВА:

- а. природного происхождения
- б. природного происхождения и реагенты, применяемые для обработки воды
- в. антропогенного происхождения
- г. природного происхождения, реагенты, применяемые для обработки воды, антропогенные загрязнители воды источника

6. К ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ ВОДЫ ОТНОСЯТСЯ:

- а. запах, привкус
- б. запах, привкус, цветность
- в. запах, привкус, цветность, мутность
- г. запах, привкус, цветность, мутность, жёсткость

7. РАЗМЕР 1 ПОЯСА ЗСО ПОДЗЕМНОГО ИСТОЧНИКА ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗАВИСИТ:

- а. от степени защищенности источника
- б. от степени защищенности и водообильности
- в. от степени защищенности и величины водоотбора
- г. от степени защищенности, водообильности и величины водоотбора

8. МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ВОДЫ МОЖЕТ БЫТЬ ОСНОВНОЙ ПРИЧИНОЙ:

- а. водной лихорадки
- б. судорожной болезни
- в. флюороза
- г. эндемического зоба
- д. кариеса

9. ОСОБЕННОСТИ СОЛЕВОГО СОСТАВА ВОДЫ ЯВЛЯЮТСЯ ФАКТОРЫ РИСКА ПО:

- а. дизентерии
- б. диабету
- в. мочекаменной болезни
- г. гепатиту А

10. ПИТЬЕВАЯ ВОДА ДОЛЖНА:

- а. иметь благоприятные органолептические свойства
- б. не содержать солей
- в. быть безвредной по химическому составу
- г. быть безопасной в эпидемическом отношении
- д. быть безопасной в радиационном плане

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### **Основная литература:**

- Большаков А.М., Новикова И.М. Общая гигиена. Учебник для фармацевтических ф-тов, Изд-во Медицина, М., 2002.
- Большаков А.М. Руководство к лабораторным занятиям по общей гигиене. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Медицина, 2004.

### **Рекомендуемая дополнительная литература:**

- Румянцев Г.И., Гигиена. Учебник, М.: ГЭОТАР, 2009.
- Пивоваров Ю.П., Королик В.В., Зиневич Л.С. Гигиена и основы экологии человека. Учебник. М.: Академия, 2004, 2006, 2008
- Пивоваров Ю.П., Королик В.В. Руководство к лабораторным занятиям по гигиене и основам экологии человека. М.: Академия, 2008
- СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений