

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

МЕДИЦИНСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра гигиены

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ
И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**
Учебно-методическое пособие

Бишкек 2023

УДК 614.71(075.8)

Г 46

Рецензенты:

О.Т. Касымов – д.м.н., профессор
В.С. Тойгомбаева – д.м.н., профессор
А.Ж. Султашев – к.м.н., и.о. доцента

Составители:

М.Р. Ажиматова, М.Ж. Кудаярова

Печатается по решению Ученого совета
медицинского факультета КРСУ,
протокол №9 от 4 июня 2020 г.

Г 46 ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ И
ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ: Учебно-методическое
пособие / сост. М.Р. Ажиматова, М.Ж. Кудаярова.
Бишкек: КРСУ, 2023. 95 с.

В учебно-методическом пособии изложена информация по разделу Гигиеническая оценка воздушной среды и охрана окружающей среды. Рассматриваются такие разделы как: гигиеническая оценка температуры, влажности воздуха помещений; Гигиеническая оценка скорости движения воздуха и уровней атмосферного давления; Гигиеническая оценка микроклимата; Гигиеническая оценка микробного загрязнения воздушной среды в ЛПУ.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов 3–4 курса медицинских факультетов.

© ГОУВПО КРСУ, 2023

Тема № 1. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРЫ, ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА ПОМЕЩЕНИЙ

Вид занятия: практическое

Цель занятия: гигиеническая оценка температуры, влажности воздуха и кратности воздухообмена помещений.

План занятия:

- Ознакомление с устройством и принципами работы с приборами для измерения температуры, влажности воздуха (спиртовыми, ртутными термометрами, термографом, психрометрами, гигрометрами, гигрографом). Регистрация показаний приборов до и после проведения измерений.
- Составление заключения о результатах измерений температуры, влажности воздуха помещений и кратности воздухообмена в сопоставлении с существующими нормами.

Контрольные вопросы:

1. Какова интенсивность солнечной радиации, определяющая температуру воздуха
2. Температурные режимы помещений и их влияние на человеческий организм
3. Какими приборами и как измеряют температуру воздуха
4. Как определить влажность воздуха и оценить ее влияние на организм человека
5. Какими приборами, как и в каких единицах, измеряют относительную влажность воздуха
6. Каковы нормы оптимального температурного, влажностного режима в жилых и больничных помещениях.

Блок информации

1. СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ

Солнечная радиация имеет чрезвычайно большое биологическое и гигиеническое значение. Под солнечной радиацией понимают весь испускаемый Солнцем интегральный (суммарный) поток радиации, который представляет собой электромагнитные колебания с различной длиной волны. В гигиеническом отношении особый интерес представляет оптическая часть солнечного спектра, которая включает электромагнитные поля и излучения с длиной волны выше 100 нм. В этой части солнечного спектра различают три вида излучения ("неионизирующее излучение"):

- ультрафиолетовое (УФ) – с длиной волны 290–400 нм;
- видимая часть солнечного спектра с длиной волны 400–760 нм;
- инфракрасное (ИК) – с длиной волны 760–2800 нм.

Наиболее активной в биологическом отношении является ультрафиолетовая часть солнечного спектра. В результате поглощения УФ-лучей в коже здорового человека образуется две группы веществ: специфические (витамин D) и неспецифические (гистамин, холин, ацетилхолин, аденозин). У поверхности Земли преобладает УФ-излучение, оказывающее эритемно-загарное действие. УФ-лучи оказывают стимулирующее влияние на организм, повышают его устойчивость к различным инфекциям.

Инсоляция – облучение поверхностей солнечным светом (солнечной радиацией) или поток прямой солнечной радиации на горизонтальную поверхность.

Биологическое действие ультрафиолетовой части солнечного спектра. Особенности влияния на организм.

Ультрафиолетовая недостаточность, ее проявления и профилактика

Ультрафиолетовое (УФ) лучи – с длиной волны 290–400 нм; Наиболее активной в биологическом отношении является ультрафиолетовая часть солнечного спектра, которая у поверхности Земли представлена потоком волн в диапазоне от 290 до 400 нм.

УФ-спектр не однороден. В нем различают следующие три области:

- A. Длинноволновое УФ-излучение с длиной волны 400–320 нм.
- B. Средневолновое УФ-излучение с длиной волны 320–280 нм.
- C. Коротковолновое УФ-излучение с длиной волны 280–100 нм.

В результате поглощения УФ - лучей в коже здорового человека образуется две группы веществ: специфические (витамин D) и неспецифические (гистамин, холин, ацетилхолин, аденозин). Образующиеся продукты белкового расщепления являются теми неспецифическими раздражителями, которые гуморальным путем влияют на весь сложный рецепторный аппарат и через него на эндокринную и нервную систему. Являясь неспецифическим стимулятором физиологических функций, эти лучи оказывают благоприятное влияние на белковый, жировой, углеводный, минеральный обмен, иммунную систему организма, что проявляется в общеоздоровительном, тонизирующем и профилактическом действии солнечного излучения на организм. УФ-лучи оказывают стимулирующее влияние на организм, повышают его устойчивость к различным инфекциям. Особенно эффективно применение ультрафиолета для профилактики детских воздушно-капельных инфекций и простудных заболеваний. Простудные заболевания у детей, облучаемых в период природной УФ-недостаточности, сокращаются в несколько раз, улучшается общее состояние, показатели физического развития. УФ-облучение

благоприятно сказывается на течении инфекционного процесса – увеличивается эффективность лечебных мероприятий, уменьшается число осложнений, ускоряется выздоровление. В детской практике используются солнечно-воздушные ванны, как элемент не только закаливания, но и проведения профилактики УФ-недостаточности. Кроме того используют прогулки, игры, экскурсии на свежем воздухе. Так для детей первого года жизни достаточно того, чтобы в зимнее время во время получасовых прогулок два раза в день, были открыты кисти рук и лицо, чтобы предупредить возникновение рахита. Но при использовании солнечной радиации необходимо соблюдать меры предосторожности, например, температура воздуха не должна быть слишком высокой, чтобы не было теплового удара, а также слишком низкой, чтобы не возникло переохлаждение и т.д.

Инфракрасное излучение. Количественные и качественные характеристики. Особенности влияния на организм

Инфракрасная радиация занимает в лучистом спектре интервал от 670 до 2800 нм и оказывает тепловой эффект. Инфракрасный спектр обычно делят на коротковолновое излучение с длиной волны 760–1400 нм и длинноволновое с длиной волны более 1400 нм. Такое деление связано с их различным биологическим действием. Длинноволновые инфракрасные лучи имеют меньшую энергию, чем коротковолновые, обладают меньшей проникающей способностью, а поэтому полностью поглощаются в поверхностном слое кожи, нагревая ее. Непосредственно вслед за интенсивным нагреванием кожи возникает тепловая эритема, которая проявляется в покраснении кожи вследствие расширения капилляров. Коротковолновые инфракрасные лучи, обладая большей энергией, способны глубоко проникать, а поэтому им больше присуще общее действие на организм. Например, в результате рефлекторного расширения как кожных, так и более крупных кровеносных сосудов увеличивается приток крови к периферии, происходит перераспределение массы крови в организме. В результате повышается темпера-

тура тела, учащается пульс, учащается дыхание, усиливается выделительная функция почек. Коротковолновая инфракрасная радиация может проникать через кости черепа, вызывая эритематозное воспаление мозговых оболочек (солнечный удар). ИК-лучи при длительном воздействии вызывают и органические изменения органа зрения.

2. ТЕМПЕРАТУРНЫЕ РЕЖИМЫ ПОМЕЩЕНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ

Гигиеническое значение температуры воздуха определяют, прежде всего ее влиянием на теплообмен организма, который является одним из видов взаимодействия организма с внешней средой. Благодаря совершенству механизмов терморегуляции, контролируемых центральной нервной системой, человек приспособливается к различным температурным условиям и может кратковременно переносить значительные отклонения от оптимальных температур.

Основная масса тепла теряется с поверхности кожи путем:

- излучения к более холодным окружающим предметам (около 45%);
- проведения, или конвекции, то есть послойного нагревания воздуха, прилегающего к телу и находящегося обычно в некотором движении (около 30 %);
- испарения влаги с поверхности кожи и слизистых оболочек дыхательных путей (около 25 %).

Приведенные величины теплопотерь являются приближенными и характерны для состояния покоя при комнатной температуре. При высокой или низкой температуре воздуха и во время физической работы эти величины значительно изменяются. Однако, как ни совершенны процессы терморегуляции, при значительных колебаниях внешней температуры они порой не могут обеспечить теплового равновесия организма.

При низкой температуре воздуха вследствие значительной теплоотдачи может возникнуть переохлаждение организма, при

котором происходит нарушение кровообращения, снижение сопротивляемости иммунологических свойств организма. Переохлаждение способствует возникновению простудных заболеваний, а также болезней периферической нервной системы, мышц и суставов. Наряду с указанными общими нарушениями могут отмечаться и местные нарушения: отморожение рук, ног, ушей, носа и др. При выполнении физических упражнений в условиях низкой внешней температуры возникает и опасность повреждения мышц и связок, так как при этом уменьшается их эластичность.

В условиях высокой внешней температуры вследствие затруднения теплоотдачи может наступить перегревание организма. У человека, находящегося в покое, нарушения терморегуляции наблюдаются, когда температура воздуха превышает 30–31 °С (при относительной влажности 80–90 %) или 40 °С (при относительной влажности 40–50 %). Естественно, что при выполнении мышечной работы перегревание может возникнуть при более низкой температуре воздуха. Следует учесть, что при температуре воздуха выше 38–40 °С в организме накапливается тепло также в результате нагревающего действия воздуха и окружающих предметов.

Изменения температуры не должны превышать:

- В направлении от внутренней до наружной стены – 2 °С
- В вертикальном направлении – 2,5 °С на каждый метр высоты
- В течение суток при центральном отоплении – 3 °

3. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И ОЦЕНКИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ

Приборы для определения температуры воздуха

Ртутные термометры – позволяют измерять температуру воздуха в пределах –35 °С до +357 °С. Ограничение возможности определения с помощью ртутных термометров более низких температур связано с точкой замерзания ртути, которая равна –

38,89С (температура кипения +357,25°С). Как правило, при гигиенических исследованиях используются ртутные термометры со шкалой, разделенной с точностью до 0,2°С. Чаще всего используются ртутные термометры психрометров.

Необходимо помнить, что работа с ртутными термометрами требует особой осторожности, так как при изливании ртути при поломке термометра создается реальная опасность токсических поражений.

Спиртовые термометры - менее точны, так как при нагревании до температуры выше 0°С спирт увеличивается в объеме неравномерно. Однако использование спиртовых термометров оправдано в связи с тем, что в отличие от ртутного термометра, с помощью их можно измерять более низкие температуры – до –130°С (с учетом точки замерзания этилового спирта). В бытовых условиях использование спиртовых термометров также вполне допустимо, так как позволяет фиксировать температуру воздуха в реальных пределах (точка закипания спирта – +78,39°С). В отдельных случаях, когда не требуется особой точности измерения температуры воздушной среды, спиртовые термометры могут использоваться и гигиенических исследованиях.

При отсчете температуры по ртутному термометру ее фиксируют по верхнему мениску, по спиртовому – по нижнему.

Перед наблюдением нижний конец термометра приподнимают и штифт падает вниз до мениска спирта. Затем термометр устанавливают горизонтально. При повышении температуры спирт, расширяясь, проходит мимо штифта, не сдвигая его с места. При понижении же температуры столбик спирта уменьшается и поверхностная пленка увлекает за собой штифт вниз, к резервуару, устанавливая штифт в положение, соответствующее минимуму наблюдавшейся температуры. Отсчет температуры производят по концу штифта, наиболее удаленному от резервуара термометра.

Максимальный термометр – ртутный термометр, позволяющий измерить самую высокую температуру за определенный период наблюдения. Известны максимальные термометры различной конструкции, однако все они сохраняют показания самой высокой температуры, несмотря на ее понижения за данный промежуток времени. Наиболее распространенной конструкцией максимального термометра является термометр, в дно резервуара с ртутью которого впаивают стеклянный стержень, который входит узким концом в капиллярную трубку. При повышении температуры ртуть проходит между стержнем и стенками трубки. При снижении температуры столбик ртути не в состоянии преодолеть сопротивление, возникающее при трении ртути о стенку трубки и стержня, и показывает бывший максимум температуры. Чтобы вогнать ртуть обратно в резервуар, необходимо энергично встряхнуть термометр. По указанному принципу устроен хорошо всем известный медицинский термометр. Последний, однако, предназначен не для измерения воздуха, а для температуры кожи и слизистых.

В других максимальных термометрах, которые используются крайне редко, в капиллярную трубку термометра над ртутью помещают иглу-указатель. При повышении температуры ртуть, поднимаясь, продвигает иглу по капилляру. При понижении температуры ртуть опускается, а игла-указатель остается на месте максимума температуры за период наблюдения. Во время работы тот и другой максимальные термометры должны находиться в горизонтальном положении. При снятии показаний верхний конец термометра слегка приподнимают.

Минимальный термометр – спиртовой термометр, внутри капиллярной трубки которого в спирту находится подвижной штифт из темного стекла с утолщениями на концах.

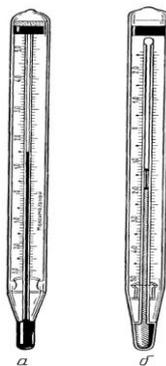


Рис. 1. Максимальный (а) и минимальный (б) термометры

Электрический термометр. В качестве датчиков электрических термометров (электротермометров) используются термопары и термисторы. Принцип действия термопары основан на различной теплоемкости металлов, в результате чего различные металлы, соединенные в пару (в данном случае термопару) при изменении температуры имеют различную степень нагрева. При этом возникает термоэлектрический ток, величина которого прямо пропорциональна температуре, фиксируемый потенциометром, градуированном в °С.

Принцип действия других электротермометров состоит в том, что при изменении температуры в воспринимающем устройстве (резисторе) при изменении температуры среды пропорционально изменяется сопротивление, а значит при подключении резистора в электрическую цепь изменяется и сила тока, по уровню которой и отсчитывают на шкале прибора температуру в °С.

В практике гигиенических и физиолого-гигиенических исследований используют, как правило, электротермометры сопротивления, то есть воспринимающими устройствами – резисторами (электротермометры ТСМ-2 и ТПЭМ-1).

Используемый для измерения температуры под языком точечный датчик подключается с помощью контактной колонки к гнезду, имеющему ту же окраску на лицевой панели прибора. Переключатель «датчики» ставят в положение напротив цифры 2, соответствующей точечному датчику, переключатель шкал – в положение 2, соответствующее поддиапазону температур, в котором ожидаются показания. Нажимают кнопку «Контроль» и одновременно ручкой «Установка на К» проверяют наличие рабочего тока, устанавливая стрелку прибора на красную черту.

После стерилизации датчика протираем ватой со спиртом его помещают под язык. Показания снимают по шкале 2 после экспозиции 30 с. С помощью поверхностного датчика можно измерить температуру кожи, а также любых поверхностей, температура которых находится в рамках шкалы прибора.

Электротермометр ПТЭМ-1

(рисунок 2) состоит из указателя, по шкале которого производят отсчет измеряемой температуры, и набора датчиков (кожного, мышечного и ректального). При работе с прибором датчик присоединяют к указателю с помощью штепсельного разъема, ручку ставят в положение «выключено», при этом стрелка указателя должна совпадать с отметкой шкалы $+29^{\circ}\text{C}$ (в случае несовпадения ее следует установить с помощью корректора), ручку переводят в положение «калибровка напряжения», стрелку указателя устанавливают на отметку шкалы $+42^{\circ}\text{C}$ вращением ручки резистора, далее ручку ставят на требуемый диапазон измерений, отмеченный красной или синей точкой на панели указателя. Датчик помещают в исследуемой точке и снимают показания.

Электротермометр типа ТСМ-2 предназначен для измерения температуры тела, кожи и отдельных органов человека в пределах от $+16^{\circ}\text{C}$ до $+42^{\circ}\text{C}$. Шкала на панели прибора разбита на два диапазона: 1 – от $+1^{\circ}\text{C}$ до $+29^{\circ}\text{C}$, 2 – от $+29^{\circ}\text{C}$ до $+42^{\circ}\text{C}$. Прибор снабжен тремя датчиками: ректальным, поверхностным и точечным, каждый из которых имеет соответствующую цветовую маркировку.

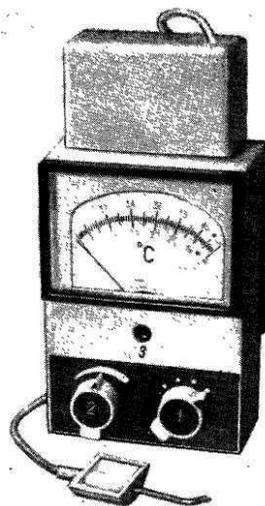


Рис. 2. Электротермометр ПТЭМ-1

Термограф. Для определения хода температуры воздуха на протяжении определенного промежутка времени (сутки, неделя и т.д.) используют термограф (рисунок 3). Воспринимающим устройством данного прибора является изогнутая металлическая пластинка, наполненная толуолом. При изменении температуры воздуха объем толуола изменяется, соответственно изменяется и кривизна металлической пластинки в которую он помещен. Изменения кривизны металлической пластинки (при повышении температуры пластинка выпрямляется, при понижении – сгибается) с помощью системы рычажков передаются на перо, которое записывает показания температуры на бумажной ленте, помещенной на вращающийся барабан с электрическим приводом или с механическим заводом.

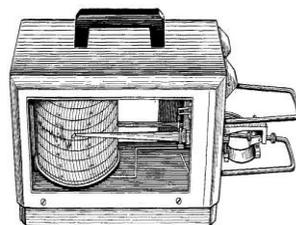


Рис. 3. Термограф

Выпускаются термографы, в которых барабан осуществляет полное вращение вокруг своей оси за сутки или за неделю. В зависимости от этого термографы носят названия суточных или недельных. Так как ленты термографов градуированы соответствующим образом, можно записывать температуры воздуха с последующим анализом ее в течение любого времени. При анализе ленты термографа представляется возможность, в частности, анализировать температуру воздуха не только каждый час, но и в меньшие промежутки времени.

Имеются термографы, воспринимающей частью которых является биметаллическая пластинка, состоящая из двух спаянных изогнутых пластинок из металла различной теплоемкости. При изменении температуры воздуха один из металлов увеличивается в объеме в большей степени, что приводит к изменению кривизны биметаллической пластинки пропорционально изменению температуры. Изменение кривизны пластинки также пе-

редается с помощью системы рычажков на записывающее устройство.

Показания термографа следует периодически проверять по ртутному термометру. С помощью специального винта, имеющегося у воспринимающей температуру пластинки, необходимо отрегулировать положение стрелки, установив перо на уровне показания контрольного термометра. Чтобы заменить ленту, открывают футляр прибора и снимают барабан с оси. Затем отнимают пружину, закрепляющую ленту, снимают последнюю и на ее место накладывают новую с таким расчетом, чтобы левый край ее заходил за правый в месте расположения указанной пружины. После этого в перо добавляют 1–2 капли невысыхающих чернил и кончик его с помощью специального рычажка устанавливают в соприкосновении с бумажной лентой барабана, вставленного на место. Часовой механизм барабана заводят, вставляя ключ в направлении, указанном в верхней части барабана.

Чернила для записи на ленте термографа в случае, если закончились придающиеся к прибору, готовят последующей прописи: глицерин – 200 мл, анилиновая краска в порошке – 2,3 г, гуммиарабик, предварительно разведенный в 10 мл воды, – 3 г, спирт – 10 мл (спирт приливают в конце).

Многие из представленных выше приборов для измерения температуры воздуха имеют историческое значение на смену им приходят современные электронные приборы, позволяющие с большой точностью и оперативно производить исследования в различных условиях. В частности, для измерения температуры поверхностей могут быть использованы термометры цифровые ДанаТерм 1501–1503 (рисунок 4) или термометр универсальный TESTO 925 (рисунок 5).

Термометры цифровые ДанаТерм 1501–1503 – одноканальные термометры, предназначенные (в зависимости от типа датчика) для измерения температуры неагрессивных сред методом погружения или для контактных измерений температуры поверхностей. Могут быть применены в научных исследовани-

ях, в технологических процессах в промышленности, при производстве и хранении продуктов питания, в целях санитарно-эпидемиологического надзора, в медицине, ветеринарии, в быту. В качестве температурного датчика используется термометр сопротивления или термопара (в зависимости от модели прибора) с индивидуальной градуировкой.



*Рис. 4. Термометр цифровой
ДанаТерм 1501-1503*



*Рис. 5. Термометр
универсальный TESTO
925*

Термометр универсальный TESTO 925 предназначен для повседневных оперативных измерений температуры поверхности в жестких производственных условиях. В качестве чувствительного элемента используется термопара (NiCr-Ni). Зонд соединен с прибором с помощью кабеля. Измеренное значение выводится на большом жидкокристаллическом экране. Температура выводится в °C или °F. Прибор обладает функцией удержания текущего значения. Дополнительно прибор может оснащаться пирометрическим зондом. Может использоваться при оценке микроклимата помещений для измерения направленности лучистого тепла.

Изучение температурных условий

Для изучения температурных условий в помещениях различного назначения выбирают несколько точек, в которых можно прогнозировать влияние на температуру воздуха того или иного фактора. Например, в жилых помещениях, учебных аудиториях выбирают, как минимум три точки, в которых с помощью термометров, помещенных на специальные штативы на высоте 0,1; 0,75; 1,5 м от пола (или 0,1 и 1,5 м) измеряют температуру воздуха через 10 минут после начала определения. Как правило, для определения равномерности температуры в горизонтальном направлении измеряют температуру на расстоянии 0,2 м от наружной стены, посередине помещения, у внутренней стены. Разница по горизонтали от стен с окнами до противоположных им стен не должна превышать в жилых помещениях и учебных аудиториях 2°C. Разница по вертикали (0,1,–1,5 м) не должна превышать 2,5°C. Разница между средней температурой воздуха в помещении и температурой ограждающих поверхностей не должна превышать 5°C. Оптимальными температурами воздуха считаются 18–22°C.

4. ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ, МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ И ОЦЕНКИ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

Влажность воздуха в значительной степени влияет на теплообмен человека с окружающей средой, поскольку то или иное значение влажности воздуха определяет возможность перегревания или переохлаждения организма. Это связано с изменением физических свойств воздуха в зависимости от содержания влаги и, с другой стороны, – влиянием влажности на интенсивность потоотделения.

Влажность приземного слоя атмосферы является одним из важнейших элементов характеристики климата земной поверхности, определяет количество атмосферных осадков. Конденсируясь в туман, воздушная влага обуславливает помутнение ат-

мосферы, вследствие чего происходит задержка солнечной радиации из-за ее поглощения и рассеивания. В особенности это относится к наиболее биологически активной коротковолновой части солнечного спектра (ультрафиолетовые лучи).

В промышленных районах туман может поглощать различные промышленные газы, в том числе и токсические, которые, реагируя с водой, образуют различные вредные соединения, осаждающиеся на здания, тротуары, одежду людей и т.д. У людей появляется ощущение металлического привкуса во рту, жжение в носоглотке, слезотечение.

При гигиенической оценке влажности воздуха используют, как правило, следующие понятия.

Абсолютная влажность – упругость водяных паров (парциальное давление) в момент исследования, выраженная в миллиметрах ртутного столба, или масса водяных паров, находящихся в 1 м^3 воздуха в момент исследования, выраженная в г.

Максимальная влажность – упругость или масса водяных паров, которые могут полностью насытить 1 м^3 воздуха при данной температуре. Так как при определенной температуре величина максимальной влажности является постоянной, то ее определяют по справочным таблицам (таблицы 1 и 2).

Относительная влажность – отношение абсолютной влажности к максимальной, выраженное в процентах.

Дефицит насыщения – разница между максимальной и абсолютной влажностью.

Точка росы – температура воздуха, при которой водяные пары начинают образовывать конденсат.

Для учета гигиенического значения влажности принимается во внимание не столько абсолютная влажность, сколько относительная, так как она в большей степени дает возможность судить о влиянии водяных паров воздуха на теплообмен. Также в этом плане информативен показатель дефицита насыщения. Данное положение становится понятным, если учесть, что при различных значениях абсолютной влажности в зависимости от температуры воздуха, определяющей максимальную влажность, относительная влажность или дефицит насыщения могут быть различными.

Влажность в сочетании с температурным фактором оказывает большое влияние на организм. Так, например, низкий уровень относительной влажности при высокой температуре воздуха вызывает сухость слизистых оболочек и появление микротрещин. Высокая температура воздуха переносится значительно легче при низких показателях относительной влажности, так как создаются более оптимальные условия для теплоотдачи за счет потоотделения, испарения пота. При высоких уровнях влажности воздуха в сочетании с высокой температурой (климат тропиков) человек чувствует себя хуже, так как затрудняется отдача тепла испарением. Из-за этих условий может ухудшаться общее самочувствие, понижается работоспособность.

Сочетание высокой влажности воздуха с низкой температурой вызывает противоположный эффект – быстрое переохлаждение организма за счет увеличения отдачи тепла, так как при низких температурах влажный воздух становится сравнительно хорошим проводником тепла и вызывает ощущение зябкости. Продолжительное и частое пребывание людей в условиях повышенной влажности и низкой температуры воздуха отягощает течение таких заболеваний, как нефрит, полиневрит, ангина, ревматизм, пневмония, катар верхних дыхательных путей, грипп.

Максимальное напряжение водяных паров
при разных температурах воздуха, мм рт. ст.

Таблица 1

toC	Десятые доли градуса									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-5	3,16	3,13	3,11	3,09	3,06	3,04	3,02	2,99	2,97	2,95
-4	3,40	3,38	3,35	3,33	3,30	3,28	3,25	3,23	3,21	3,18
-3	3,67	3,64	3,62	3,59	3,56	3,53	3,51	3,48	3,46	3,43
-2	3,95	3,92	3,89	3,86	3,84	3,81	3,78	3,75	3,72	3,70
-1	4,26	4,22	4,19	4,16	4,13	4,10	4,07	4,04	4,01	3,98
0	4,58	4,61	4,65	4,68	4,72	4,75	4,78	4,82	4,86	4,89
1	4,93	4,96	5,00	5,03	5,07	5,11	5,14	5,18	5,22	5,26
2	5,29	5,23	5,37	5,41	5,45	5,49	5,52	5,56	5,60	5,64
3	5,68	5,72	5,77	5,81	5,85	5,89	5,93	5,97	6,02	6,06

4	6,10	6,14	6,19	6,23	6,27	6,32	6,36	6,41	6,45	6,50
5	6,54	6,59	6,64	6,68	6,73	6,78	6,82	6,87	6,92	6,96
6	7,01	7,06	7,11	7,16	7,21	7,26	7,31	7,36	7,41	7,46
7	7,51	7,56	7,62	7,67	7,72	7,78	7,83	7,88	7,94	7,99
8	8,04	8,10	8,16	8,21	8,27	8,32	8,38	8,44	8,49	8,55
9	8,62	8,67	8,73	8,79	8,84	8,90	8,96	9,02	9,09	9,15
10	9,21	9,27	9,33	9,40	9,46	9,52	9,58	9,65	9,71	9,78
11	9,84	9,91	9,98	10,04	10,11	10,18	10,24	10,31	10,38	10,45
12	10,52	10,59	10,66	10,73	10,80	10,87	10,94	11,01	11,08	11,16
13	11,23	11,30	11,38	11,45	11,53	11,60	11,68	11,76	11,83	11,91
14	11,99	12,06	12,14	12,22	12,30	12,38	12,46	12,54	12,62	12,71
15	12,79	12,87	12,95	13,04	13,12	13,20	13,29	13,38	13,46	13,55
16	13,63	13,72	13,81	13,90	13,99	14,08	14,17	14,26	14,35	14,44
17	14,53	14,62	14,72	14,81	14,90	15,00	15,09	15,19	15,28	15,38
18	15,48	15,58	15,67	15,77	15,87	15,97	16,07	16,17	16,27	16,37
19	16,48	16,58	16,67	16,79	16,89	17,00	17,10	17,21	17,32	17,43
20	17,54	17,64	17,75	17,86	17,97	18,08	18,20	18,31	18,42	18,54
21	18,65	18,76	18,88	19,00	19,11	19,23	19,35	19,47	19,59	19,71
22	19,83	19,95	20,07	20,19	20,32	20,44	20,56	20,69	20,82	20,94
23	21,07	21,20	21,32	21,45	21,58	21,71	21,82	21,98	22,10	22,24
24	22,38	22,51	22,65	22,78	22,92	23,06	23,20	23,34	23,48	23,62
25	23,76	23,90	24,04	24,18	24,33	24,47	24,62	24,76	24,91	25,06
26	25,21	25,36	25,51	25,66	25,81	25,96	26,12	26,27	26,43	26,58
27	26,76	26,90	27,06	27,21	27,37	27,54	27,70	27,86	28,02	28,18
28	28,35	28,51	28,68	28,85	29,02	29,18	29,35	29,52	29,70	29,87
29	30,04	30,22	30,39	30,57	30,74	30,92	31,10	31,28	31,46	31,64
30	31,82	32,01	32,19	32,38	32,56	32,75	32,93	33,12	33,31	33,50
31	33,70	33,89	34,08	34,28	34,47	34,67	34,86	35,06	35,26	35,46
32	35,66	35,86	36,07	36,27	36,48	36,68	36,89	37,10	37,31	37,52
33	37,73	37,94	38,16	38,37	38,58	38,80	39,02	39,24	39,46	39,68
34	39,90	40,12	40,34	40,57	40,80	41,02	41,25	41,48	41,71	41,94
	35	41,78	38	49,26	41	58,34	55	118,04	85	433,60
	35,5	42,96	38,5	50,61	42	61,50	60	149,38	90	525,76
	36	44,16	39	52,00	43	64,80	65	187,54	95	633,90
	36,5	45,39	39,5	53,41	44	68,26	70	233,70	100	760,00
	37	46,65	40	54,87	45	71,88	75	289,10	105	906,10
	37,5	47,94	40,5	56,35	50	92,51	80	355,10	110	1074,6

Максимальное напряжение водяных паров
надо льдом при температурах ниже 0о, мм рт. ст.

Таблица 2

toC	Десятые доли градуса									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-20	0,77	0,76	0,76	0,75	0,74	0,74	0,73	0,72	0,72	0,71
-19	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,81	0,80	0,80	0,79	0,78
-18	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,88	0,87	0,86
-17	1,03	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94
-16	1,13	1,12	1,11	1,10	1,09	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04
-15	1,24	1,23	1,22	1,20	1,19	1,18	1,17	1,16	1,15	1,14
-14	1,36	1,34	1,33	1,32	1,31	1,30	1,28	1,27	1,26	1,25
-13	1,49	1,47	1,46	1,45	1,43	1,42	1,41	1,39	1,38	1,37
-12	1,63	1,61	1,60	1,58	1,57	1,56	1,54	1,53	1,51	1,50
-11	1,78	1,76	1,75	1,73	1,72	1,70	1,69	1,67	1,66	1,64
-10	1,95	1,93	1,91	1,89	1,88	1,86	1,84	1,83	1,81	1,80
-9	2,12	2,11	2,09	2,07	2,05	2,03	2,02	2,00	1,98	1,96
-8	2,32	2,30	2,28	2,26	2,24	2,22	2,20	2,18	2,16	2,14
-7	2,53	2,51	2,49	2,47	2,45	2,42	2,40	2,38	2,36	2,34
-6	2,76	2,74	2,71	2,69	2,67	2,64	2,62	2,60	2,58	2,55
-5	3,01	2,98	2,96	2,93	2,91	2,88	2,86	2,83	2,81	2,78
-4	3,28	3,25	3,22	3,19	3,17	3,14	3,11	3,09	3,06	3,03
-3	3,57	3,54	3,51	3,48	3,45	3,42	3,39	3,36	3,33	3,30
-2	3,88	3,85	3,82	3,78	3,75	3,72	3,69	3,66	3,63	3,60
-1	4,22	4,18	4,15	4,11	4,08	4,04	4,01	3,98	3,94	3,91
0	4,58	4,54	4,50	4,47	4,43	4,40	4,36	4,32	4,29	4,25

При оценке влажности воздуха последний считается сухим, если относительная влажность до 55%, умеренно сухим – 56–70%, умеренно влажным – 71–85%, сильно влажным – свыше 85%.

Гигиенический норматив относительной влажности в жилых помещениях, в учебных аудиториях, больничных палатах составляет 30–60%. При температуре воздуха 16–20°C и очень слабом движении воздуха влажность должна быть в пределах 40–60%. Во время выполнения физической работы при температуре около 20°C относительная влажность воздуха должна составлять 30–40%, при температуре выше 25°C – снижаться до 20%.

Большое значение придается нормированию влажности воздуха в производственных помещениях, которое осуществляется в комплексе с температурным фактором.

Меры борьбы с высокой влажностью в помещениях заключаются в соблюдении установленных гигиенических норм объема воздуха на одного человека (воздушный куб), устройстве рациональной вентиляции, изоляции стен здания от грунтовой воды. В кухнях и ванных помещениях предусматривают повышенные нормы вентиляции. В производственных помещениях должны проводиться мероприятия, направленные на уменьшение поступления в воздух водяных паров, обеспечение своевременного их удаления (специальная вентиляция), а также недопущение конденсации водных паров на стенах, потолках.

Особое значение имеет поддержание оптимальной влажности воздуха в больничных помещениях в связи с тем, что, как указывалось выше, она при высоком уровне может в значительной степени усугублять течение целого ряда заболеваний.

5. ИЗМЕРЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

Психрометр стационарный (психрометр стационарный, психрометр Августа) (рисунок 6). Принцип действия данного прибора основан на разности показаний двух одинаковых термометров, один из которых («сухой») показывает температуру окружающего воздуха, а другой («влажный») собственную температуру, зависящую от интенсивности испарения воды с поверхности его резервуара. Резервуар «влажного» термометра обернут гигроскопичной тканью (марля, батист), смачиваемой

дистиллированной водой. Чем ниже относительная влажность воздуха, тем интенсивнее испарение воды с поверхности влажного термометра и тем значительнее разница в показаниях термометров. По величине этой разности, называемой «психрометрической», и температуре воздуха с помощью специальных формул, таблиц или номограмм определяют сначала абсолютную, затем относительную влажность.

Данный прибор широко используется в тех случаях, когда необходим постоянный контроль за влажностью воздуха. В частности, он используется на метеорологических станциях, где помещается в так называемые «психрометрические будки», защищающие термометры психрометра от воздействия привходящих влияний (движение воздуха, лучистое тепло), могущих в значительной степени исказить результаты определения влажности из-за возможного влияния на интенсивность испарения влаги с «влажного» термометра. Данный прибор используется в ряде производств, где влажность воздуха может определять качество выпускаемой продукции, например, в табачном производстве.

Постоянный контроль за влажностью воздуха необходим в книгохранилищах, библиотеках и т.д. целесообразно проводить постоянный контроль за влажностью воздуха в помещениях лечебно-профилактических учреждений.

Как правило, в стационарных психрометрах используются более точные ртутные термометры. Однако в бытовых условиях, где отсутствует необходимость в высокой точности определения, в целях безопасности можно использовать спиртовые термометры («бытовой психрометр»).

Порядок определения влажности воздуха с помощью стационарного психрометра. Термометры «сухой» и «влажный», помещаются на специальный штатив или открытый футляр, обеспечивающий расстояние между термометрами не менее 4-5см. воспринимающий резервуар оборачивают марлей или батистом, закрепляют их на нем, а конец материала опускают в стаканчик с дистиллированной водой.

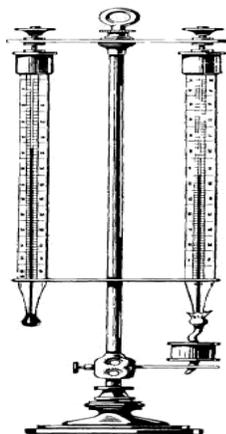


Рис. 6. Психрометр стационарный

Расстояние от термометра до верхнего края стаканчика должно быть не менее 3–4 см. По возможности обеспечивают защиту резервуаров термометров от влияния движения воздуха и лучистого тепла с помощью специальных кожухов или устанавливают психрометр в соответствующих местах с наименьшим влиянием указанных условий, хотя полностью нивелировать воздействия данных факторов в стационарном психрометре не представляется возможным.

Показания прибора снимаются, когда прекратится снижение ртутного столба в капилляре влажного термометра. Для постоянного контроля за влажностью воздуха необходимо контролировать уровень дистиллированной воды в резервуаре и своевременно пополнять его. В этом случае исследователю остается лишь в определенное время снять показания термометров и приступить к расчетам влажности воздуха.

Абсолютную влажность при работе со стационарным психрометром рассчитывают по формуле Реньо:

$$K = f - a(t - t_1)B, \text{ где}$$

K – искомая абсолютная влажность мм рт. ст.;

f – максимальное напряжение водяных паров при температуре влажного термометра (находят по таблицам 3 или 4), мм рт. ст.;

A – психрометрический коэффициент (находят по таблице 5);

t – температура сухого термометра, °C

t_1 – температура влажного термометра, °C;

B – барометрическое давление, мм рт. ст.

Пример определения абсолютной и относительной влажности воздуха с помощью стационарного психрометра. При определении влажности воздуха было установлено, что температура «сухого» термометра составила 26,2°C, «влажного» термометра – 19,4°C, скорость движения воздуха была во время исследования 0,16 м/с, барометрическое давление – 753 мм. рт. ст.

Величины психрометрических коэффициентов а
в зависимости от скорости движения воздуха

Таблица 3

Ско- рость дви- жения возду- ха, м/с	Психромет- рический коэффици- ент а	Ско- рость дви- жения возду- ха, м/с	Психромет- рический коэффици- ент а	Ско- рость дви- жения возду- ха, м/с	Психромет- рический коэффици- ент а
0,13	0,00130	0,30	0,00100	0,90	0,00070
0,16	0,00120	0,40	0,00090	3,00	0,00069
0,20	0,00110	0,80	0,00080	4,00	0,00067

Находим по таблице величину f(максимальную влажность при температуре «влажного» термометра). f равна 16,89 мм. рт. ст. Далее, по таблице находим психрометрический коэффициент (а), который при скорости движения воздуха 0,16 м/с равен 0,00120. Подставляем все, имеющиеся значения в формулу и рассчитываем абсолютную влажность воздуха в мм. рт. ст.

$$K = 16,89 - 0,00120(26,2 - 19,4) \cdot 753 = 10,75 \text{ мм рт. ст.}$$

Таким образом, абсолютная влажность составила 10,75 мм. рт. ст.
Определение относительной влажности производится по формуле:

$$R = \frac{K \cdot 100}{F}, \text{ где}$$

- R – искомая относительная влажность, %;
- K – абсолютная влажность, мм рт. ст.;
- F – максимальная влажность при температуре сухого термометра, мм рт. ст.;
- 100 – перевод в проценты.

Для определения относительной влажности по таблице находим максимальную влажность при температур «сухого» термометра (F), которая оказывается равной 25,51 мм. рт. ст. Подставляем значения K и F в формулу и рассчитываем относительную влажность воздуха в процентах.

$$R = \frac{10,75 \cdot 100}{25,51} = 42,14\%.$$

Таким образом, уровень относительной влажности в помещении свидетельствует о том, что воздух можно считать сухим, способствующим оптимальному теплообмену при данных температурных условиях.

Для приблизительного определения относительной влажности воздуха можно использовать данные таблицы 8. Округляем температуру по сухому термометру и находим ее в левой колонке. В сетке таблицы находим значение температуры влажного термометра. Далее, находим ячейку таблицы, в которой пересекаются векторы температур по сухому и влажному термометрам. Затем из найденной ячейки проводим вертикальный вектор вниз и в последней графе находим относительную влажность воздуха в %.

Пример. Условия примера: температура по сухому термометру составляет 22,2°C, по влажному термометру – 16,8°C.

Решение. Округляем температуру по сухому термометру и получаем 22°C. В сетке таблицы в графе, соответствующей этой температуре, находим значение температуры по влажному термометру. Так как в сетке отсутствует температура 16,8°C, берем в расчет температуру 16,7°C. Из найденной ячейки таблицы опускаем вектор до нижней графы и находим приблизительную относительную влажность воздуха, которая равна 50 %.

Аспирационный психрометр (психрометр Ассмана) (рисунки 7). Принцип работы данного прибора идентичен предыдущему, однако он является более совершенным, так как в нем заложены конструктивные особенности, позволяющие в большой степени предотвратить влияние на точность определения влажности скорости движения воздуха и лучистой энергии. «Су-

хой» и «влажный» термометры аспирационного психрометра, их резервуары защищены от воздействия лучистого тепла щитками из никелированной нержавеющей стали. Через трубки, выполненные из данного материала, защищающие резервуары термометров с помощью вентиляторов с механическим или электрическим приводом равномерно просасывается исследуемый воздух, что нивелирует влияние на показания термометров посторонних потоков воздуха. При сильном ветре вентилятор защищается специальным щитком, входящим в комплект прибора. Данные конструктивные особенности аспирационного психрометра позволяют получать более точных результатов. Однако данный прибор предназначен для разовых исследований и не позволяет проводить постоянный контроль влажности воздуха. В связи с этим оправдано использование в гигиенической практике как стационарного, так и аспирационного психрометров.

Порядок определения влажности воздуха с помощью аспирационного психрометра. Прибор подвешивают на штативе в месте измерения, специальной пипеткой не наклоняя психрометр смачивают дистиллированной водой ткань, покрывающую резервуар «влажного» термометра, включают вентилятор и через 4-5 минут после пуска на полном ходу вентилятора снимают показания термометров. В зимнее время показания термометров снимают через 15 минут, для чего имеет место необходимость подзаводки вентилятора.

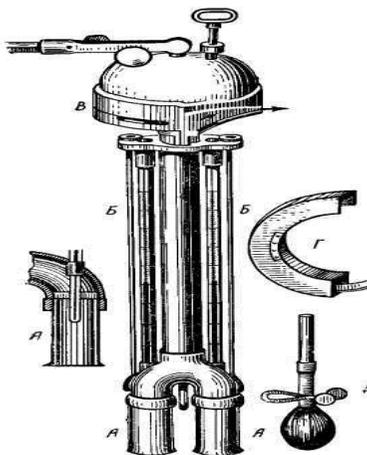


Рис. 7. Аспирационный психрометр (психрометр Ассмана)

Пример определения абсолютной влажности воздуха с помощью аспирационного психрометра. При определении влажности воздуха с помощью аспирационного психрометра имели место те же данные, которые представлены в примере определения с помощью стационарного психрометра, то есть было установлено, что температура «сухого» термометра составила 26,2°С, «влажного» термометра – 19,4°С, скорость движения воздуха при работе с аспирационным психрометром не учитывается, так как с помощью вентилятора создается постоянный поток воздуха, барометрическое давление – 753 мм. рт. ст., по таблице находим значение f , которое, которое как и в предыдущем примере, составляет 16,89 мм. рт. ст. Абсолютная влажность рассчитывается по формуле:

K – искомая абсолютная влажность, мм рт. ст.;

f – максимальное напряжение водяных паров при температуре влажного термометра (находят по таблицам 5 или 6), мм рт. ст.;

0,5 – постоянный психрометрический коэффициент;

t – температура сухого термометра, оС

t_1 – температура влажного термометра, оС;

B – барометрическое давление, мм рт. ст.

755 – среднее значение барометрического давления на уровне земли, мм рт. ст.

Подставляем в формулу 5 указанные в примере значения и рассчитываем искомую абсолютную влажность:

$$K = 16,89 - 0,5(26,2 - 19,4) \frac{753}{755} = 13,50 \text{ мм рт. ст.}$$

$$R = \frac{13,50 \cdot 100}{25,51} = 52,92\%$$

То есть, в данном случае, как и при определении влажности с помощью стационарного психрометра, воздух должен определяться как сухой, способствующий нормальному теплообмену организма с окружающей средой.

Для приблизительного определения относительной влажности воздуха можно использовать данные таблицы 9. Алгоритм работы с таблицей 9 близок к таковому при пользовании таблицей 8.

Пример. Условия примера: температура по сухому термометру составляет $22,2^{\circ}\text{C}$, по влажному термометру – $16,8^{\circ}\text{C}$, то есть идентичны предыдущему примеру.

Решение. В крайних левой или правой колонках находим округленную температуру 22°C . Температуру по влажному термометру $16,8^{\circ}\text{C}$ округляем до 17°C . В сетке таблицы, на пересечении горизонтального и вертикального векторов, соответствующих температурам по сухому и влажному термометрам, находим искомую относительную влажность воздуха, которая будет равна 61 %.

Гигрометр. В гигиенической практике можно пользоваться различными видами гигрометров – волосяным, пленочным, конденсационным. Однако наиболее приемлемым и простым для постоянного контроля влажности воздуха является волосяной гигрометр (рисунок 8), с помощью которого можно определять относительную влажность воздуха. Основной частью волосяного гигрометра (воспринимающей) является обезжиренный в этиловом спирте человеческий светлый волос. Такой волос обладает способностью удлиняться во влажном воздухе и укорачиваться в сухом. Причем установлено, что относительное изменение длины обезжиренного волоса прямо пропорционально изменению относительной влажности воздуха. Вместе с тем, показано, что данный прибор не обеспечивает абсолютной точности исследования, так как при удлинении волоса при различной влажности происходит неодинаково: при небольшой влажности оно более значительно, чем при высокой.

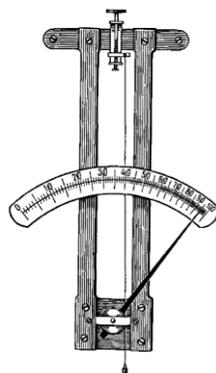


Рис. 8. Гигрометр волосяной

Устройство прибора. На металлической рамке укреплен человеческий обезжиренный волос. Верхний его конец скреплен с винтом-регулятором, снабженным гайкой и контргайкой. Ослабляя контргайку и поворачивая гайку, можно сместить винт и тем самым переместить волос вверх или вниз.

Нижний конец волоса закреплен на дужке, сидящей на горизонтальном стержне. Последний вместе со стрелкой прибора скреплен с осью. Стрелка перемещается по шкале, установленной посередине рамки. Стержень оканчивается грузиком, натягивающим волос. При удлинении волоса грузик опускается и поворачивает стержень по часовой стрелке. Стрелка гигрометра, скрепленная со стержнем, поворачивается вправо, то есть в сторону возрастающих цифр шкалы прибора, градуированной в процентах относительной влажности. Если волос укорачивается, дужка со стержнем поворачивается в обратную сторону, а стрелка прибора перемещается по шкале влево.

Определение влажности по волосяному гигрометру производят непосредственно отсчетом по шкале. Наблюдение в новом месте ведут до тех пор, пока стрелка прибора не примет устойчивого положения. Продолжительность исследования при этом 20-30 минут. Если же прибор установлен для постоянного наблюдения, то результат фиксируется на каждый необходимый момент. Отсчитывают только целые деления шкалы. Точность показаний прибора составляет +5%. Волосяной гигрометр выверяют по данным аспирационного психрометра.

В пленочном гигрометре в качестве воспринимающего материала используется биологическая пленка, также укорачивающаяся или удлиняющаяся в зависимости от влажности воздуха. Устройство прибора идентично волосяному гигрометру.

Конденсационный гигрометр Ламбрехта определяет абсолютную влажность воздуха с помощью определения точки росы по появлению тонкого налета (росы) на зеркальной поверхности. По среднему значению точки росы в таблице находят упругость водяного пара, насыщающего воздух при данной температуре. Зная температуру воздуха в момент определения, вычисляют и его относительную влажность. Данный прибор в ги-

гиенической практике практически не используется в связи со сложностью работы с ним в сравнении с другими гигрометрами.

Гигрограф (рисунок 9). Данный прибор используется для непрерывных наблюдений за изменениями относительной влажности в течение определенного времени (сутки, неделя и т.д.). Устройство и действие прибора основано на том же принципе, что и волосяного гигрометра. Воспринимающей частью в нем служит натянутый на рамку пучок обезжиренных человеческих волос. Пучок оттянут за середину крючком, соединяющим его с передаточным механизмом. Изменение длины пучка под влиянием изменения влажности воздуха с помощью системы рычагов передается на стрелку, заканчивающуюся пером.

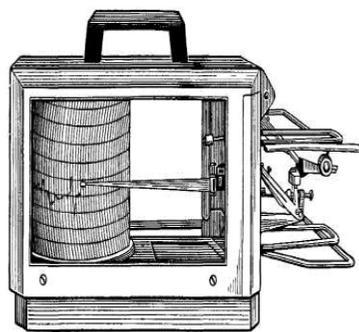


Рис. 9. Гигрограф

Кривизну рычагов подбирают таким образом, чтобы уменьшение чувствительности волоса при высоких влажностях воздуха компенсировалось увеличением движения пера при изменении длины пучка волос. Это позволяет получать на ленте гигрографа равномерную шкалу делений. Шкала бумажной ленты состоит из тонких горизонтальных линий и вертикальных дуг, обозначающих время. Одно деление шкалы приблизительно составляет 1% относительной влажности. Правила постановки ленты гигрографа и регулировки его те же, что для других самопишущих приборов. Показания гигрографа сверяют по аспирационному психрометру.

6. НОРМЫ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО, ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА В ЖИЛЫХ И БОЛЬНИЧНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Таблица 4

Помещения ЛПУ	Температура воздуха, °С	Результирующая температура, °С
Палаты для взрослых больных, послеродовые палаты	20	20–22
Палаты для больных гипотиреозом	24	24–27
Палаты для больных тиреотоксикозом	15	15–17
Послеоперационные палаты, реанимационные, палаты интенсивной терапии, родовые, наркозные, операционные	22	25–30
Палаты для недоношенных, травмированных, грудных и новорожденных детей	25	25–27
Боксы и полубоксы	22	22–25
Предродовые, фильтры, приемно-смотровые боксы	22	22–25
Помещения для санитарной обработки больных	25	25–28

Оптимальная температура воздуха в палатах лечебно-профилактических учреждений должна быть несколько выше, чем в жилых помещениях (не менее 20 градусов). Гигиеническому нормированию подлежит относительная влажность воздуха. Почти все исследователи считают оптимальной относительную влажность воздуха от 40 до 60%. Скорость движения воздуха 0,1–0,2 м/с.

Ситуационные задачи:

Задача №1

В жилой комнате температура воздуха, согласно показаниям сухого термометра стационарного психрометра Августа, составила 21 °С, показания влажного термометра – 19 °С. Атмосферное давление – 760 мм рт. ст. Определите относительную влажность по формуле и по таблице. Соответствует ли она нормируемой величине? Чему будет равен физический дефицит насыщения?

Задача №2

Параметры микроклимата в жилом помещении исследовались аспирационным психрометром Ассмана. Температура сухого термометра составила 23 °С; влажного – 17 °С; барометрическое давление – 738 мм рт. ст. Чему будет равна относительная влажность воздуха? Сопоставьте ее с нормируемой величиной. Определите температуру точки росы.

Задача №3

В жилой комнате температура воздуха, согласно показаниям сухого термометра станционного психрометра Августа, составила 21 °С, влажного – 19 °С. Атмосферное давление составляет 740 мм рт. ст., психрометрический коэффициент равен 0,0011. Определите относительную влажность по формуле и по таблице. Соответствует ли она нормируемой величине? Определите температуру точки росы.

Задача №4

Дайте гигиеническую оценку параметрам микроклимата в жилой комнате квартиры пятиэтажного дома в зимний период. Отопление в нем центральное, водяное, низкого давления. Показания сухого термометра аспирационного психрометра 19 °С, влажного – 17 °С. Перепады между средней температурой воздуха и температурой внутренней поверхности наружной стены на высоте 1,5 м в течение суток составляли ± 6 °С; температура пола 15 °С. Скорость движения воздуха 0,3 м/с, барометрическое давление 745 мм рт. ст.

Задача №5

Микроклимат двух закрытых помещений характеризуется следующими показателями: в первом – температура воздуха 23 °С, а относительная влажность – 63 %, во втором – соответственно 15 °С и 82 %. В каком из помещений воздух сможет вместить большее количество влаги?

Задача №6

Дайте гигиеническую оценку микроклимата двух закрытых помещений, если в первом из них температура воздуха 18 °С, а относительная влажность 62 %, во втором – соответственно 30 °С и 68 %. Определите физический дефицит насыщения воздуха для обоих помещений. В каком из них возможность отдачи тепла с поверхности тела человека посредством испарения будет более выраженной?

Задача №7

Изучались метеорологические условия труда машинистов разливочных кранов мартеновского цеха в летний период года (температура наружного воздуха 23–25°С). Категория работы по степени тяжести – II а. Установлено, что температура воздуха в кабинах 38–40°С, относительная влажность 40–45%, скорость движения воздуха 0,1–0,3 м/с, интенсивность инфракрасной радиации во время разлива металла – до 600 ккал/м³ ч (через стекла и от стен). Температура внутренних поверхностей ограждений в отдельные моменты достигала 40–50°С. Результаты оценки функционального состояния организма представлены в таблице.

Время исследования	Показатели в °С			
	t тела, °С	t кожи, °С		
		лба	кисти	груди
До работы	36,6±0,7	33,9±0,29	32,7±0,41	33,01±0,9
Во время работы	37,22±0,1	35,28±0,3	35,21±0,7	35,19±0,1
После окончания работы	36,8±0,19	33,8±0,25	34,17±0,2	33,42±0,2

Дайте ответы на следующие вопросы:

1. Оцените метеорологические условия машинистов разливочных кранов.
2. Какими приборами можно измерить температуру кожи и тела?

3. Объясните найденные физиологические сдвиги у работающих.

4. Какие мероприятия необходимо предложить для оздоровления условий труда машинистов крана?

Задача №8

В термическом цехе машиностроительного завода проводится закалка металлических деталей для придания им повышенной твердости. Процесс складывается из следующих этапов: нагрев изделий в печах при температуре 800–900°C, быстрое охлаждение в ваннах (водных, масляных), вторичный нагрев до 250–350°C в ваннах, наполненных растворами солей, маслами, и последующее медленное охлаждение. В цехе имеются 4 закалочные электропечи и 8 масляных ванн, оборудованные местной вытяжной вентиляцией. Избытки явного тепла в цехе составляют 81 ккал/м³ ч. Температура поверхности закалочных печей равна 120°C. При изучении микроклимата на рабочих местах термистов у печей зимой было найдено, что температура колеблется от 25 до 30°C, тепловое излучение до 1800 ккал/м³ ч, относительная влажность 50–60%, скорость воздуха 0,5–0,7 м/сек. Работа термистов относится к категории работ средней тяжести – II б.

Дайте ответы на следующие вопросы:

1. Оцените метеорологические условия в цехе.
2. Как осуществляется теплообмен у работающих в таких условиях?

Задача №9

В термическом цехе машиностроительного завода производится горячая обработка металла, направленная на изменение его физикохимической структуры и придание металлу определенной твердости, вязкости, электропроводности и т.п. Закалка металла складывается из двух операций: нагрев изделий в печах до температуры 800–900°C, быстрое охлаждение в ваннах (водных, масляных), вторичный нагрев до 250–350°C в ваннах, наполненных растворами солей, маслами, и последующее медленное охлаждение. На плане показано оборудование и его раз-

мещение. Избытки явного тепла в цехе составляют 81 ккал/м³ ч. Температура поверхности печей равна 80°С, температура поверхности загрузочных окон составляет 480°С. Интенсивность лучистого тепла на рабочих местах до 1200 ккал/м³ ч. Рабочие места термистов оборудованы воздушными душами. Работа термистов относится к категории работ средней тяжести.

Дайте ответы на следующие вопросы:

1. Назовите приборы, необходимые для измерения метеорологических условий. 2. Определите допустимые параметры метеорологических условий на рабочих местах термистов.

3. Как осуществляется теплообмен у работающих в этих условиях?

Задача №10

В промывном цехе фабрики происходит отделка суконных тканей. Она заключается, прежде всего, в валке, цель которой – уплотнение ткани, сцепление, перепутывание шерстинок между собой; это достигается обработкой на сукновальной машине – сжатием, давлением и трением ткани в мыльном растворе (50°С). Далее ткань промывается в теплой воде (40°С) и отжимается на центрифуге. Транспортировка товара из ткацкого цеха в промывной 15 и от промывных барок к центрифуге производится на ручных вагонетках, от сукновальных машин к промывным баркам – непосредственной механической передачей в жгутах. Сукновальные машины и барки – открытые. Работа отделочниц относится к категории легких по степени тяжести. Избытки явного тепла в этом помещении – не более 11 ккал/м³ ч. При изучении метеорологических условий на рабочих местах летом (температура наружного воздуха 22°С) было найдено, что температура воздуха составляет 29–30°С, относительная влажность до 85-90%, скорость движения воздуха менее 0,3 м/с.

Дайте ответы на следующие вопросы:

1. Какими приборами можно измерить относительную влажность?

2. Укажите пути теплоотдачи у работающих в этих условиях.

Тема №2. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА И УРОВНЕЙ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ

Вид занятия: практическое.

Цель занятия: гигиеническая оценка преобладающего направления ветра, скорости движения воздуха и уровня атмосферного давления.

План занятия:

- Ознакомление с методикой определения «розы ветров» с ее изображением на схеме.
- Определение скорости движения воздуха крыльчатыми и чашечными анемометрами, кататермометром в помещении с расчетом скорости движения воздуха (в м/с).
- Определение уровней атмосферного давления в помещении с помощью барометров и барографа (в мм. рт. столба) с пересчетом в миллибары, гектопаскали
- Определение величин парциального давления газов (N, O₂, CO₂) в атмосферном воздухе.

Контрольные вопросы:

- Как определить и начертить на схеме «розу ветров».
- Чем обусловлено атмосферное давление на разной высоте над уровнем моря
- Объяснить принцип работы анемометров.
- Чем обусловлена скорость движения воздушных масс на разной высоте и географической широте
- Роль и влияние резких перепадов атмосферного давления на человеческий организм
- Как определить уровни атмосферного давления с помощью барометров, барографа и в каких единицах.

Блок информации

1. ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА

В гигиенических исследованиях имеет значение как изучение направления движения воздушных масс, так и его скорости. Направление движения воздуха определяет климато-погодные условия в отдельных регионах. В некоторых случаях оно является решающим климато-погодным фактором. Направление движения воздушных масс связано с созданием в приземном слое атмосферы участков с различным барометрическим давлением, в результате чего воздушные массы движутся из участков с повышенным давлением в зоны с пониженным давлением. Скорость данного передвижения (скорость ветра) зависят от барометрического градиента (разницы показателей барометрического давления).

В гигиенических исследованиях изучение направления движения воздушных масс (ветра) имеет большое значение при гигиеническом обосновании возможности размещения в определенных климатических зонах предприятий с разным классом вредности, при установлении санитарно-защитных зон от источников загрязнения атмосферы, при функциональном зонировании жилых и промышленных районов города и населенных пунктов, в частности при решении вопросов размещения промышленных предприятий, лечебно-профилактических, детских учреждений, рекреационных зон, спортивных сооружений, отдельных зданий различного назначения, в том числе жилых, и т.д.

Что касается влияния движения воздуха непосредственно на организм человека, то оно в основном сводится к увеличению теплоотдачи с поверхности тела. В условиях низкой температуры окружающей среды это имеет неблагоприятное значение, способствуя увеличению теплоотдачи за счет конвекции, что приводит нередко к излишнему охлаждению организма и развитию различных заболеваний, имеющих этиопатогенетическую связь с данным фактором. В жаркие же дни ветер является благоприятным фактором, соответственно увеличивая теплоотдачу

путем конвекции и испарения, предохраняя организм от перегрева. Однако при температуре воздуха выше температуры тела и высокой влажности повышенная скорость движения воздуха не способствует увеличению теплоотдачи, а наоборот, обеспечивает дополнительную тепловую нагрузку на организм за счет постоянного воздействия нагретого воздуха. Тепловая нагрузка в данных условиях не может быть уменьшена путем испарения пота и конвекции.

Следует отметить, что сильный и особенно продолжительный ветер может обуславливать ухудшение самочувствия и нервно-психического состояния человека, а также вызывать обострение некоторых хронических заболеваний. Вместе с тем, большая скорость движения воздуха (>20 м/с) нарушает нормальный ритм дыхания, увеличивает нагрузку при ходьбе и выполнении физической работы на открытом воздухе. Поэтому наиболее оптимальным с гигиенической точки зрения, даже в летнее время, является умеренный ветер со скоростью 4 м/с.

Практическая реализация учета направления ветров осуществляется с помощью графического изображения повторяемости ветров в той или иной местности, носящего название «розы ветров». Роза ветров обычно строится по результатам многолетних наблюдений для различных промежутков времени – год, полугодие, сезон, месяц. В градостроительстве учитывается роза ветров, построенная на основании не менее, чем за 50-летний период наблюдений. Исходными данными для построения розы ветров служат результаты ежедневных наблюдений направления ветров на метеорологических станциях. При этом учитывается число возникновения ветров в процентах по каждому румбу из 8 или 16, чаще из 8.

Для построения розы ветров необходимы исходные данные о повторяемости направлений ветра в процентах за конкретный промежуток времени. При этом учитываются и дни штиля. От центра по направлению румбов откладывают в условном, удобном масштабе отрезки линий, соответствующие проценту повторяемости направления ветра, концы которых соединяют ло-

манной линией. Штиль на розе ветров изображают в виде окружности, расположенной в центре графика.

Анализ розы ветров необходим при проведении предупредительного санитарного надзора за планировкой и застройкой городов, в частности, за разработкой генеральных планов населенных пунктов. Очень важен учет розы ветров, как указывалось выше, при решении вопросов размещения лечебно-профилактических, детских учреждений с целью предупреждения негативных влияний окружающей застройки на состояние атмосферного воздуха в районе этих учреждений.

Пример построения розы ветров. Перед гигиенистом, рассматривающим проект размещения лечебно-профилактического учреждения в черте населенного пункта, стоит задача его согласования с учетом розы ветров. Повторяемость ветров по результатам 50-летних наблюдений была следующей: С – 19%, СВ – 42%, В – 12%, ЮВ – 5%, Ю – 8%, ЮЗ – 6%, З – 4%, СЗ – 4%.

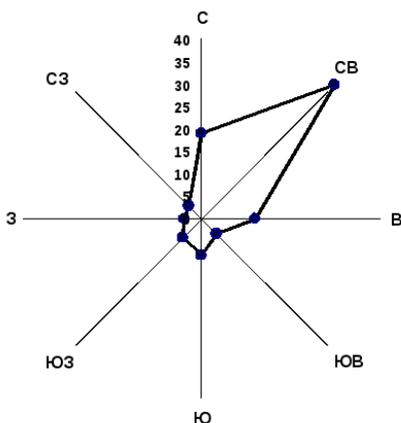


Рис. 10. Роза ветров

Выбирается масштаб для построения розы ветров. В данном случае удобен масштаб, предполагающий соответствие 1,5 см 10% повторяемости направления ветров. На рисунке 10 демон-

стрируется роза ветров, построенная с учетом представленных выше условий. При ее анализе очевидно, что при решении вопросов планировки и застройки населенных мест лечебно-профилактические, детские учреждения, рекреационные зоны должны располагаться с северной, северо-восточной и восточной сторон населенного пункта, так как это предотвратит поступление в районы их размещения воздушных масс из зон населенного пункта, воздух которых может загрязняться за счет выбросов промышленных предприятий, автотранспорта и т.д. Соответственно промышленные предприятия или объекты, могущие обусловить загрязнение атмосферного воздуха, должны располагаться со стороны других румбов.

Очень важен учет розы ветров при решении вопросов ориентации фасадов зданий. Если предположить, что построенная роза ветров характерна для зимнего времени, то по возможности следует избегать С, СВ и В ориентации основных фасадов зданий для предупреждения негативного воздействия на микроклимат помещений высокого ветрового напора, могущего повлечь за собой значительное снижение температуры воздуха в них.

2. АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЯ

Воздух обладает весом и массой, равной пяти квадратильонам 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. За нормальное атмосферное давление условно принято давление на уровне моря, широте 45° при температуре 0°C - **760 мм.рт.ст. или 1 атмосфера**. При указанных условиях атмосфера давит на 1 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).

3. ПРИНЦИП РАБОТЫ АНЕМОМЕТРОВ

Анемометры. В санитарно-гигиенической практике наиболее широко используются портативные анемометры – чашечный анемометр и крыльчатый анемометр (рисунок 11). Воспринимающая часть чашечного анемометра представляет собой вертушку из 4 полых полушарий (чашечек), закрепленную на металлической оси, нижний конец которой связан со счетным механизмом (тахометром). Стрелки на циферблате прибора показывают число оборотов полушарий вокруг оси: большая – число единиц и десятков, а две маленькие – число сотен и тысяч. Для включения и выключения счетчика оборотов на коробке прибора имеются рычаг и два кольца. В случае, если имеет место необходимость измерение движения воздуха на какой-либо высоте, прибор можно закрепить на шесте с помощью винта в нижней части. При этом для дистанционного включения и выключения счетчика на рычаге включения жестко закрепляется шнур и про-

пускается через кольца. Пометив концы шнура, можно включать и выключать счетчик.

Порядок измерения скорости движения воздуха (ветра). Записывают показания всех стрелок (на малых циферблатах учитывают только целые деления). Устанавливают прибор на шесте или держат в вытянутых руках в зависимости от конкретных задач. При этом прибор должен находиться в строго вертикальном положении. Далее, выжидают 1–2 минуты, пока не наступит полное вращение вертушки, после чего шнуром или непосредственно ручками включают одновременно счетчик прибора и секундомер.

Наблюдение ведется в течение 10 минут. После данной экспозиции включают счетчик и секундомер и вновь записывают показания стрелок счетчика. Затем вычисляют разность между двумя показаниями счетчика, делят эту величину на время наблюдения, выраженное в секундах, и получают число оборотов в 1 секунду.

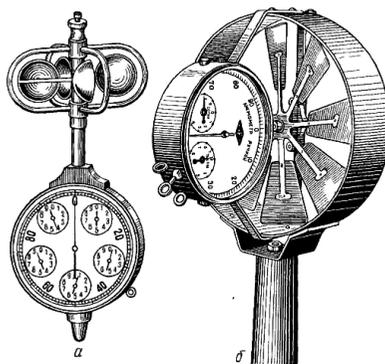


Рис. 11. Анемометры чашечный (а) и крыльчатый (б)

Эта величина приблизительно соответствует искомой скорости движения воздушного потока. Для получения более точной величины пользуются таблицей или графиком перевода числа оборотов в скорость. Таблица или график прилагаются к прибору.

Чашечный анемометр служит для определения средних скоростей ветра в пределах 1,0–2,0 м/с. с помощью данного прибора можно производить не только метеорологические наблюдения в открытой атмосфере, но и определять скорость движения воздушных потоков в вентиляционных системах, в частности, с целью гигиенической оценки эффективности вентиляции в помещениях и устройствах различного назначения.

Крыльчатый анемометр по принципу работы идентичен предыдущему прибору. Однако в данном приборе имеются некоторые конструктивные особенности, повышающие его чувствительность и нижние пределы определения скорости движения воздушных потоков. Воспринимающей частью в крыльчатом анемометре служит мельничка (крыльчатка) из легких металлических лопастей, посаженных на соединенную со счетчиком оборотов горизонтальную ось.

При работе прибор ориентируется по потоку так, чтобы счетный механизм был позади потока относительно крыльчатки. Для преодоления инерции сопротивления прибора крыльчатке достаточно вращаться в холостую всего 0,5 минуты. Продолжительность наблюдения ограничивается 2 минутами. Порядок расчета скорости потока воздуха такой же, как у чашечного анемометра. С помощью крыльчатого анемометра представляется возможность измерять скорость воздушных потоков от 0,3 до 5,0 м/с.

Кататермометр. Данный прибор представляет собой особый спиртовой термометр со шкалой 35–38°C или 33–40°C. В настоящее время применяется практически исключительно для измерения малых скоростей движения воздуха, хотя, пользуясь кататермометром, можно ориентировочно определить, с какими его показаниями при различных условиях производственной деятельности совпадает оптимальное самочувствие людей, и оценить охлаждающую способность метеорологических факторов (температуры и скорости движения воздуха).

В зависимости от конструкции кататермометры бывают цилиндрические (кататермометр Хилла) или шаровые (рисунок 21), представляют собой термометр, в котором верхний конец капиллярной трубки имеет расширение, которое частично заполняется спиртом при нагревании. Принцип того и другого кататермометров заключается в том, что скорость снижения температуры приборов зависит кроме температуры воздуха от скорости его движения. При работе с цилиндрическим кататермометром измеряют время снижения температуры с 38 до 35°C, с шаровым – с 38 до 35°C, 39 до 34°C, 40 до 38°C. причем нетрудно заметить, что среднее значение указанных температурных перепадов всегда равно 36,5°C, то есть средней температуре человека. Это позволяло при первоначальном назначении приборов в какой-то степени имитировать охлаждающее воздействие воздуха на организм человека («охлаждающая способность воздуха»). В процессе охлаждения с 1 см² поверхности резервуара кататермометров теряется постоянное количество тепла. Эта величина (катафактор) является константой (постоянной величиной) прибора и обозначается на каждом кататермометре в виде его постоянного фактора, выраженного в мкал/см².

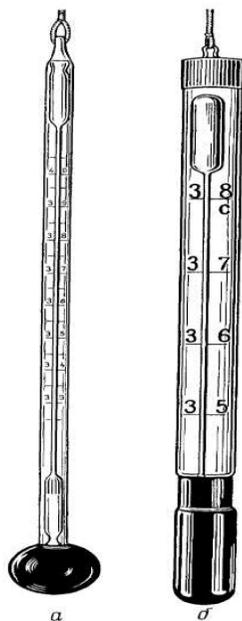


Рис. 12. Кататермометры шаровой (а) и цилиндрический (кататермометр Хилла) (б)

Порядок работы с кататермометрами. Перед измерением кататермометр опускают в воду при температуре 65–80°C и держат, пока спирт заполнит не менее половины расширения капилляра. После этого кататермометр тщательно вытирают, вешают на штатив в точке измерения и по секундомеру устанавливают время охлаждения в указанных выше интервалах температур. Очень важно, чтобы кататермометр в период наблюдения находился в неподвижном состоянии, в противном случае будет имитироваться дополнительное движение воздуха. Измерения в одной точке повторяют несколько раз, отбрасывают первый результат, а из последующих выводят среднее значение величины охлаждения (Н). Вычисление величины охлаждения по цилиндрическому кататермометру производят по формуле:

$$H = \frac{F}{a}, \text{ где}$$

Н – искомая величина охлаждения, мкал;

F – катафактор, мкал/см²;

a – число секунд, в течение которых столбик спирта опустился с 38 до 35°C.

При работе с шаровым кататермометром, если наблюдения проводятся в температурном интервале 38–35°C, вычисление величины Н производят по той же формуле, что и для цилиндрического кататермометра. При наблюдениях в других интервалах для вычисления Н пользуются формулой:

$$H = \frac{\Phi(T_1 - T_2)}{a}, \text{ где}$$

Н – искомая величина охлаждения, мкал;

$\Phi = \frac{F}{3}$ – константа, мкал/см²×град.);

T1–T2– интервалы температур в °С (40–33 или 39–34);
 а – число секунд, в течение которых столбик спирта опустился в соответствующих температурных интервалах. с 38 до 35 °С.
 По величине охлаждения (Н) и значению температуры воздуха в период исследования скорость движения воздуха вычисляют по формулам:

для скорости движения воздуха $< 1 \text{ м/с}$ ($\frac{H}{Q} \text{ до } 0,6$)

$$V = \frac{\frac{H}{Q} - 0,20}{0,40}^2$$

для скорости движения воздуха $> 1 \text{ м/с}$ ($\frac{H}{Q} > 0,6$)

$$V = \frac{\frac{H}{Q} - 0,13}{0,47}^2$$

В приведенных формулах приняты следующие условные обозначения:

V – искомая скорость движения воздуха, м/с;

H – величина охлаждения сухого кататермометра, мкал;

Q – разность между средней температурой тела (36,5 °С) и температурой окружающего воздуха, °С;

0,20 и 0,40; 0,13 и 0,47 – эмпирические коэффициенты.

К настоящему времени для измерения скорости движения воздуха созданы электронные приборы нового поколения, к которым, в частности, относится электронный анемометр АПР-2 (рисунок 13).

Прибор предназначен для измерения скорости воздушного потока в шахтах и рудниках, в системах вентиляции и кондиционирования, а также для метеорологических исследований на суше и на море. В качестве чувствительного элемента используется съемный зонд крыльчатка, который крепится на телескопической штанге,двигающейся и выдвигающейся из корпуса прибора. Это позволяет, с одной стороны, провести измерения в труднодоступных местах, а с другой, защитить датчик при транспортировке и работе в обычной ситуации. Прибор имеет функцию самотестирования на достоверность проводимых измерений и позволяет получить усредненное значение скорости за период времени от 10 с до 999 с. Анемометр имеет цифровой жидкокристаллический дисплей и обеспечивает измерения скорости потока с точностью до второго знака после запятой.



Рис. 13. Электронный анемометр АПП-2

Шкала скорости движения воздуха в баллах

Таблица 5

Балл	Описательная характеристика	Скорость движения воздуха, м/с	Балл	Описательная характеристика	Скорость движения воздуха, м/с
0	Штиль (безветрие)	0,0–0,5	7	Очень сильный ветер	12,5–15,2
1	Едва заметный ветерок	0,6–1,7	8	Чрезвычайно сильный ветер	15,3–18,2
2	Очень слабый ветер	1,8–3,3			
3	Слабый ветер	3,4–5,2	9	Буря (шторм)	18,3–21,5
4	Небольшой ветер	5,3–7,4	10	Сильная буря	21,6–25,1
5	Свежий ветер	7,5–9,6	11	Очень сильная буря	25,2–29,0
6	Сильный ветер	9,7–12,4	12	Ураган	29,0 и >

4. СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ МАСС НА РАЗНОЙ ВЫСОТЕ И ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ШИРОТЕ

Воздушные массы – большие объёмы воздуха в нижней части земной атмосферы – тропосфере, имеющие горизонтальные размеры во много сотен или несколько тысяч километров и вертикальные размеры в несколько километров, характеризующиеся примерной однородностью температуры и влагосодержания по горизонтали.

Однородность свойств воздушной массы достигается формированием её над однородной подстилающей поверхностью в сходных условиях теплового и радиационного баланса.

Кроме того, необходимы такие циркуляционные условия, при которых воздушная масса длительно циркулировала бы в регионе формирования. Значения метеорологических элементов в пределах воздушной массы меняются незначительно – горизонтальные градиенты малы. Резкое возрастание градиентов метеорологических величин, или, по крайней мере, изменение величины и направления градиентов происходит в переходной зоне между двумя воздушными массами – зоне атмосферного фронта.

Объекты, возникающие в тропосфере в результате взаимодействия воздушных масс – переходные зоны (фронтальные поверхности), фронтальные облачные системы облачности и осадков, циклонические возмущения, имеют тот же порядок величины, что и сами воздушные массы – сравнимы по площади с большими частями материков или океанов, время их существования – более 2-х суток.

Очагами формирования воздушных масс обычно бывают регионы, где воздух опускается, а затем распространяется в горизонтальном направлении – этому требованию отвечают антициклонические системы. Антициклоны чаще, чем циклоны, бывают малоподвижными, поэтому формирование воздушных масс обычно и происходит в обширных малоподвижных (квазистационарных) антициклонах. Кроме того, требованиям очага отвечают малоподвижные и размытые термические депрессии, возни-

кающие над нагретыми участками суши. Наконец, формирование полярного воздуха происходит частично в верхних слоях атмосферы в малоподвижных, обширных и глубоких центральных циклонах в высоких широтах. В этих барических системах происходит трансформация (превращение) тропического воздуха, втянутого в высокие широты в верхних слоях тропосферы, в умеренный воздух.

Воздушные массы классифицируют, прежде всего, по очагам их формирования в зависимости от расположения в одном из широтных поясов. Согласно географической классификации, воздушные массы можно подразделить на основные географические типы по тем широтным зонам, в которых располагаются их очаги :

- Арктический или антарктический воздух (АВ),
- Умеренный воздух (УВ),
- Тропический воздух (ТВ),
- Экваториальный воздух (ЭВ).

Данные воздушные массы, кроме того, можно подразделять на морские (м) и континентальные (к).

Как показывает практика, поскольку умеренная воздушная масса имеет значительную меридиональную протяжённость (в СНГ примерно от 45–48° до 60–65° северной широты), её термические (и другие) свойства значительно различаются в северной и в южной частях этой обширной географической зоны, поэтому правильнее подразделить умеренную ВМ на две самостоятельные – северную умеренную (СУВ) и южную умеренную (ЮУВ).

5. ВЛИЯНИЕ РЕЗКИХ ПЕРЕПАДОВ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ НА ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ

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.

6. ПРИБОРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ

Барометр – прибор, измеряющий показания давления воздуха на окружающие предметы, был изобретен в 17 веке выдающимся итальянским ученым Э. Торричелли. Первоначально выглядел как стеклянная трубка с отметками, внутри её наполняла ртуть. В момент проведения исследования столбик ртути находился на 760 мм, теперь этот показатель принято считать уровнем нормального давления, по которому судят, повышается давление или наоборот понижается. Прибор такого вида благодаря высокой степени точности и сейчас применяются на различных метеостанциях и в научных лабораториях.

Принцип работы барометра

Внешне жидкостный барометр имеет вид стеклянных трубок, взаимодействующих друг с другом как сообщающиеся сосуды в соответствии с гидростатическими законами. Заполняет их ртуть или другие легкие по весу жидкости (глицерин, масло).



Рис. 14. Барометр

На сегодняшний день существуют такие разновидности:

- Жидкостные барометры;
- Ртутные;
- Барометры - анероиды;
- Электронные.

Чашечный барометр –

стеклянная трубка с закрытым концом и чашкой, показания давления определяют, замеряя высоту столбика жидкости, который начинается от уровня чашки и заканчивается отметкой верхнего мениска.

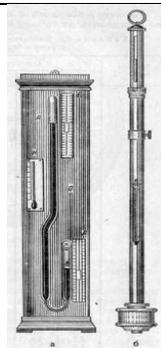


Рис. 15. Чашечный барометр

Сифонный – трубка с закрытым длинным концом, сифонно-чашечный – две трубки, одна в открытом виде, другая в закрытом + чашка, в них показания давления воздуха устанавливают с помощью определения разности уровней столбика жидкости в первой и второй трубке.

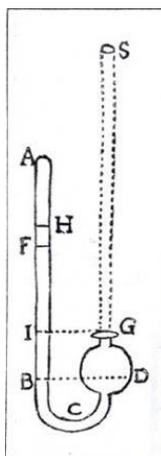


Рис. 16. Сифонный барометр

Ртутный барометр – пара сообщающихся сосудов, внутри – ртуть, верх одной стеклянной трубки, длиной примерно в 90 см, закрыт, там нет воздуха. В зависимости от изменений в давлении ртуть под воздействием воздуха поднимается либо опускается в стеклянной трубке, а небольшой поплавок показывает движение ртутной массы и останавливается на отметке, показывающей её уровень в миллиметрах. Норма – ртуть на отметке 760 мм рт. ст., показания выше этого значения – идет процесс повышения давления, ниже – понижения. Барометры такого типа практически не используются в обычном обиходе, ведь ртуть является опасным ядовитым веществом, конструкция барометра довольно громоздка и требует осторожного отношения. Поэтому они широко применяются только в лабораторных условиях, на различных научных метеорологических станциях и в промышленности, там, где важная абсолютная точность передачи данных.

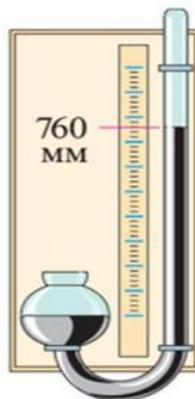


Рис. 17. Ртутный барометр

Классический барометр-анероид

(1 – корпус; 2 – гофрированная пустотелая металлическая коробочка; 3 – стекло; 4 – шкала; 5 – металлическая плоская пружина; 6 – спиральная пружина; 7 – нить; 8 – передаточный механизм; 9 – стрелка-указатель) Система работы механического барометр-анероида, в котором отсутствует какая-либо жидкость, основан на принципе воздействия давления воздуха на металл. В середине прибора располагается коробочка с тонкими гофрированными стенками из металла, под силой действия воздуха стенки сжимаются или разжимаются, рычажок поворачивает стрелку в ту или иную сторону. Бывают настенного и

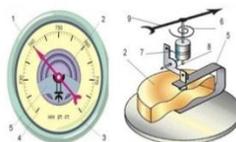


Рис. 18. Классический барометр-анероид

настольного типа, очень удобны и практичны в использовании, поэтому их очень часто используют в домашних условиях, в офисах и различных учреждениях.

Электронный (или цифровой) барометр – современная разновидность данного прибора, линейные показатели обычного барометра-анероида преобразовываются в электронный сигнал, который обрабатывается микропроцессором и выводится на жидкокристаллический экран. Имеет компактные размеры, прост и удобен в использовании, например, для рыбалки, туризма или как дачный вариант. На данный момент уже существует цифровой вариант барометров, которые встроены как дополнительная функция в мобильное устройство или в часы-барометры.



Рис. 19. Электронный (или цифровой) барометр

Ситуационные задачи:

Задача №1

Скорость движения воздуха в жилом помещении определялась с помощью шарового кататермометра. Фактор прибора – 680, время его охлаждения с 40 до 33 °С – 120 с. Температура воздуха в помещении 21 °С. Определите охлаждающую способность воздуха и скорость его движения, сопоставьте полученные данные с гигиенической нормой.

Задача №2

Определите скорость движения воздуха в помещении по кататермометру с цилиндрическим резервуаром. Фактор кататермометра (F) – 520. Время охлаждения прибора с 38 до 35 °С составило 105 с. Температура воздуха в помещении 19 °С. Определите охлаждающую способность воздуха и скорость его движения, сопоставьте полученные данные с гигиенической нормой. Что такое фактор кататермометра?

Задача №3

С помощью шарового кататермометра исследовалась теплопроводность сухой и влажной ткани. Фактор прибора – 645. Время его охлаждения с 40 до 33 °С при испытании сухой ткани составляло 220 с, влажной – 70 с. Во сколько раз возросли теплотери увлажненной ткани?

Задача №4

Дайте гигиеническую оценку параметрам микроклимата в жилой комнате квартиры пятиэтажного дома в зимний период. Отопление в нем центральное, водяное, низкого давления. Показания сухого термометра аспирационного психрометра 19 °С, влажного – 17 °С. Перепады между средней температурой воздуха и температурой внутренней поверхности наружной стены на высоте 1,5 м в течение суток составляли ± 6 °С; температура пола 15 °С. Скорость движения воздуха 0,3 м/с, барометрическое давление 745 мм рт. ст.

Задача №5

Микроклимат двух закрытых помещений характеризуется следующими показателями: в первом – температура воздуха 23 °С, а относительная влажность – 63 %, во втором – соответственно 15 °С и 82 %. В каком из помещений воздух сможет вместить большее количество влаги?

Задача №6

Решается вопрос выбора места для строительства нового сельскохозяйственного поселка. За длительный период наблюдения повторяемость ветров в данной местности распределялась следующим образом: С – 37 дней, С-В – 34 дня, В – 30 дней, Ю-В – 28 дней, Ю – 37 дней, Ю-З – 50 дней, З – 58 дней, С-З – 80 дней, штиль – 11 дней. Постройте розу ветров и определите место, где следовало бы разместить животноводческий комплекс. Перечислите приборы для исследования направления и скорости движения воздуха.

Задача №7

В течение года повторяемость ветров по румбам в данной местности была следующей: С – 37 дней; С-В – 34 дня; В – 30 дней; Ю-В – 29 дней; Ю – 37 дней; Ю-З – 50 дней; З – 67 дней; С-З – 71 день; безветренная погода отмечалась 11 дней. Постройте розу ветров и определите место, где должны быть размещены промышленные предприятия.

Задача №8

В ткацком цехе, оборудованном автоматическими станками марки АТ-85, производятся шелковые ткани. Ткачиха выполняет за рабочий день до 2500 рабочих приемов и совершает путь около 10 км. Помещение характеризуется незначительными избытками явного тепла. Цех расположен в безоконном и бесфонарном здании с кондиционированием воздуха. При измерении параметров 18 микроклимата в зимний период оказалось, что температура воздуха 21–23°C, относительная влажность 68–73%, скорость движения воздуха 0,5–0,6 м/с.

Дайте ответы на следующие вопросы:

1. Назовите приборы, необходимые для измерения метеорологических параметров.
2. Оцените метеорологические условия в цехе.
3. Какими путями преимущественно осуществляется теплоотдача организма в этих условиях?
4. Определите место, где должны быть размещены промышленные предприятия.

Задача №9

Изучались условия труда грузчиков холодильника, занятых укладкой продуктов в холодильные камеры. Работа грузчиков механизирована. Продукты доставляются в холодильные камеры на самоходных тележках, где с помощью вилочных автопогрузчиков поднимаются на необходимую высоту и укладываются в штабели. Загрузка рабочего дня составляет 86%. Занятость рабочих в холодильных камерах чередуется с работой на открытых платформах холодильников (50% рабочего времени в холодиль-

ных камерах). Температура воздуха в холодильных камерах от -18° до -20°С. Температура пола и стен от -20 до -22°С. Относительная влажность 80–96%, скорость движения воздуха до 0,2 м/с. Дайте ответы на следующие вопросы:

1. Назовите приборы, которыми можно измерить метеорологические параметры.

2. Какими путями осуществляется теплоотдача организма в этих условиях?

3. Назовите мероприятия, необходимые для предупреждения переохлаждения организма.

Задача №10

В механическом цехе машиностроительного завода производится холодная обработка металлических изделий на токарных, сверлильных, фрезерных станках. Избытки явного тепла в помещении составляют 9 ккал/м³ ч. Работа токарей связана с переноской и поднятием тяжестей (10 кг), выполняется стоя. При изучении метеорологических условий на рабочих местах в зимний период года было выявлено, что температура воздуха колеблется от 8 до 15°С (самая низкая была на рабочих местах вблизи дверных проемов), влажность воздуха 50%, скорость движения воздуха от 0,5 до 0,8 м/с.

Дайте ответы на следующие вопросы:

1. Какими приборами можно измерить названные метеорологические параметры?

2. Оцените метеорологические условия в цехе.

3. Какие мероприятия необходимы для борьбы с охлаждением работающих в закрытых помещениях в холодный период года?

Тема №3. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИКРОБНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ЛПУ

Вид занятия: практическое.

Цель занятия: гигиеническая оценка микробного загрязнения воздуха

План занятия:

- Ознакомить студентов с методами исследования микробного загрязнения воздуха.
- Ознакомить студентов с современными допустимыми уровнями бактериальной обсемененности воздушной среды помещений лечебно-профилактических учреждений (СанПиН 2.1.3.137503).
- Дать гигиеническую оценку бактериальной загрязненности воздуха (решить ситуационную задачу).
- Рассчитать необходимое количество искусственных источников ультрафиолетового излучения для дезинфекции воздуха помещения.

Контрольные вопросы:

- Фазы микробного аэрозоля и их эпидемиологическое значение
- Санитарно-гигиенические исследования микробного загрязнения воздушной среды.
- Методы отбора проб воздуха для бактериологического исследования
- Методика бактериологического исследования воздуха с помощью прибора Кротова
- Гигиеническая оценка микробного загрязнения воздуха помещений ЛПУ
- Допустимые уровни бактериальной обсемененности воздушной среды помещений ЛПУ (СанПиН 2.1.3.1375-03)
- Применение ультрафиолетового излучения для обеззараживания воздуха
- Расчет количества установок для дезинфекции воздуха
- Санитарно-гигиенический режим в больнице

Блок информации

Гигиеническая оценка микробного загрязнения воздушной среды в ЛПУ

Микрофлора атмосферного воздуха представлена в основном сапрофитными кокками, споровыми бактериями, грибами и плесенями. В воздухе закрытых помещений накапливаются микроорганизмы, выделяемые людьми через дыхательные пути (стрептококки, стафилококки и др.). Чем больше скученность людей в помещении, тем выше общая обсемененность микроорганизмами и особенно стрептококками. В воздухе нежилых помещений стрептококки отсутствуют.

Микробная загрязненность воздуха имеет большое эпидемиологическое значение, так как через воздух (аэрогенно) могут передаваться от больного к здоровому человеку возбудители многих инфекционных заболеваний – натуральной и ветряной оспы, чумы, сибирской язвы, туляремии, туберкулеза, коклюша, дифтерии, кори, скарлатины, эпидемического паротита, гриппа, пневмонии, менингита и др.

Основы учения об инфекциях, передаваемых воздушным путем, были заложены русским гигиенистом П. Н. Лашенковым, который заведовал кафедрой гигиены Томского Императорского университета с 1905 по 1925 г. В 1897 г. он экспериментально доказал, что передача инфекции через воздух может произойти двумя путями:

- капельным – при вдыхании мельчайших капелек слюны, мокроты, слизи, выделяемых больными или бактериюносителями во время разговора, кашля, чихания;
- пылевым – через взвешенную в воздухе пыль, содержащую патогенные микроорганизмы.

Некоторые бактериальные формы, поступающие с воздухом в дыхательные пути, обладают способностью сенсibilизировать организм человека, причем даже погибшие микроорганизмы представляют опасность как аллергены. Описаны случаи развития аллергических реакций при поступлении в дыхательные пути бактерий-сапрофитов, в частности, *Vac. Prodegiosum*, грибов

Cladosporium, Mucor, Penicillium и др. Такие микроорганизмы, как сарцина, псевдодифтерийная палочка, также являются аллергенами.

Фазы микробного аэрозоля и их эпидемиологическое значение

Микроорганизмы находятся в воздухе в виде микробного аэрозоля. Аэрозоль – это система, состоящая из жидких или твердых частиц (дисперсной фазы), взвешенных в газообразной (дисперсионной) среде. В микробном аэрозоле дисперсной фазой являются капельки жидкости или твердые частицы, содержащие микроорганизмы, а дисперсионной средой – воздух.

Микробный аэрозоль, в частности, образуется при дыхании человека, особенно при форсированном выдохе – кашле, чихании, пении, громком разговоре. Установлено, что во время чихания образуется до сорока тысяч мелких капелек, содержащих микроорганизмы.

Различают три фазы микробного аэрозоля: крупноядерную жидкую фазу с диаметромкапель более – 100 мкм, мелкоядерную жидкую фазу с диаметром капель менее 100 мкм, фазу бактериальной пыли с размером частиц в пределах от 1 до 100 мкм.

Капли крупноядерной фазы под действием силы тяжести быстро оседают, поэтому дальность их распространения невелика, а длительность пребывания в воздухе измеряется секундами.

Капли мелкоядерной фазы длительно удерживаются в воздухе помещений и легко перемещаются с вертикальными и горизонтальными потоками воздуха; они высыхают прежде, чем успеют осесть. Остатки этих капель, т. н. капельные ядрышки, внутри которых могут находиться патогенные микроорганизмы, длительное время витают в воздухе.

Капли микробного аэрозоля независимо от их размера в дальнейшем оседают на окружающих предметах, подсыхают и превращаются в бактериальную пыль, которая легко увлекается потоками воздуха, особенно при движении людей в помещениях, при их уборке, перестилании постелей и др. Установлено, что даже при влажной уборке число бактерий в воздухе повышается на 50–75 %, а при сухой – на 400–500 %. Образование

бактериальной пыли может происходить за счет высыхания мокроты, слюны, слизи, гнойного отделяемого, испражнений и других выделений больных. Наличие в помещении пыли, доступной для непосредственного обсеменения ее капельками бактериального аэрозоля, способствует образованию подвижной бактериальной пыли.

Эпидемиологическое значение фазы бактериальной пыли связано с теми видами микроорганизмов, которые не теряют жизнеспособности при высыхании. Устойчивость патогенных микроорганизмов к высушиванию весьма различна. Известно, что в крупноядерной фазе аэрозоля могут сохраняться даже такие малоустойчивые к внешним воздействиям микроорганизмы, как вирусы гриппа, кори, ветряной оспы, так как внутри капли имеется достаточное количество влаги, необходимое для сохранения жизнеспособности бактерий; в мелкоядерной фазе выживают палочки дифтерии, стрептококки, менингококки и др. В фазе бактериальной пыли могут выживать лишь особо устойчивые виды микроорганизмов – микобактерии туберкулеза, спорообразующие бактерии, некоторые виды грибов.

Воздушные потоки в помещении являются существенным фактором, влияющим на распространение микроорганизмов. Горизонтальные потоки воздуха способствуют распространению микробов в пределах помещения, а при наличии общего коридора – в пределах этажа. Вертикальные потоки, обусловленные конвекцией и механической вентиляцией (например, в лестнично-лифтовых пространствах), переносят микробов на верхние этажи.

Санитарно-гигиенические исследования микробного загрязнения воздушной среды

Методы отбора проб воздуха для бактериологического исследования

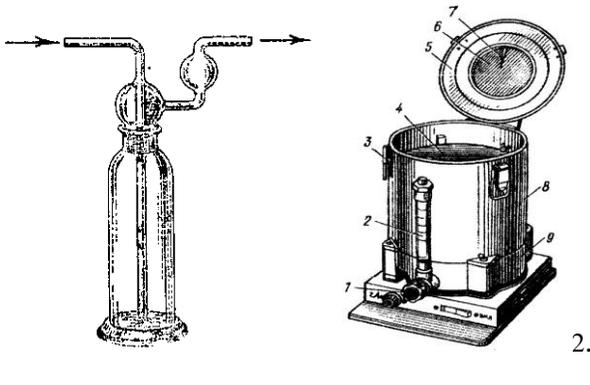
Воздух – особый объект окружающей среды, визуально не определяемый, поэтому отбор проб его имеет некоторые особенности. Для гигиенической оценки бактериального загрязнения воздуха необходимо знать, какое количество воздуха контактировало с питательной средой, так как нормативы регламен-

тируют определенное количество колоний микроорганизмов, вырастающих при посеве 1 м³ (1000 л) воздуха.

В зависимости от принципа улавливания микроорганизмов выделяют следующие методы отбора проб воздуха для бактериологического исследования: седиментационный; фильтрационный; основанный на принципе ударного действия воздушной струи.

Наиболее простым является **седиментационный метод** (метод осаждения), который позволяет уловить самопроизвольно оседающую фракцию микробного аэрозоля. Посев производят на чашки Петри с плотной питательной средой, которые расставляют в нескольких местах помещения и оставляют открытыми на 5–10 минут, затем инкубируют 48 часов при 37 °С и подсчитывают количество выросших колоний.

Этот метод не требует использования аппаратуры при посеве, но его недостатком является низкая информативность, так как невозможно получить точные данные о количестве микроорганизмов вследствие того, что их оседание происходит самопроизвольно, а его интенсивность зависит от направления и скорости потоков воздуха. Кроме того, неизвестен объем воздуха, контактирующего с питательной средой. При этом методе плохо улавливаются мелкодисперсные фракции бактериального аэрозоля, поэтому седиментационный метод рекомендуется использовать только для получения сравнительных данных о чистоте воздуха помещений в различное время суток, а также для оценки эффективности проведения санитарно-гигиенических мероприятий (вентиляции, влажной уборки, облучения ультрафиолетовыми лампами и др.). Фильтрационный метод посева воздуха заключается в пропускании определенного объема воздуха через жидкую питательную среду. Самым простым является способ Дьяконова, при котором воздух (10–12 л) пропускают с помощью электроасpirатора через склянку Дрекселя, заполненную стерильным физиологическим раствором. Затем из склянки отбирают 0,1–1 мл физиологического раствора и делают посев на чашку Петри с плотной питательной средой. После инкубации подсчитывают выросшие колонии и делают пересчет на 1 м³ воздуха.



1.

2.

Рис. 1. Склянка Дрекслея 2. Аппарат Кротова:

- 1 – вентиль микроманометра; 2 – микроманометр;
 3 – накидные замки; 4 – вращающийся диск; 5 – крышка;
 6 – диск; 7 – клиновидная щель; 8 – корпус; 9 – основание.

Принцип ударного действия воздушной струи нашел реализацию в приборе Кротова (рис.). В основании цилиндрического корпуса прибора установлен электромотор с центробежным вентилятором, а в верхней части размещен вращающийся диск, на который устанавливается чашка Петри с плотной стерильной питательной средой. Корпус прибора герметически закрывается крышкой с радиально расположенной клиновидной щелью, через которую аспирируемый вентилятором воздух поступает внутрь, струя воздуха ударяется об агар, в результате чего к нему прилипают частицы микробного аэрозоля. Вращение диска с чашкой Петри при включении прибора в сеть и клиновидная форма щели обеспечивают равномерный посев по поверхности агара. Для учета количества воздуха, прошедшего через прибор, на его передней наружной поверхности установлен реометр, позволяющий регулировать скорость аспирации воздуха от 20 до 40 литров в минуту. Зная время (продолжительность) отбора пробы и скорость пропускания воздуха, определяют количество аспирированного воздуха. На конечном этапе пересчитывают величину бактериального загрязнения воздуха на 1 м³.

Методика бактериологического исследования воздуха с помощью прибора Кротова

1. Подключить прибор к электрической сети.

2. Установить на диск открытую чашку Петри с плотной питательной средой. При определении общей бактериальной обсемененности для посева используют 2 % мясопептонный агар; при определении стафилококков – элективная питательная среда – желточный агар Чистовича; при определении плесневых и дрожжевых грибов – среда Сабуро.

3. Закрывать прибор с чашкой и включить тумблер прибора.

4. С помощью регулятора реометра установить нужную скорость аспирации воздуха (около 25 литров в минуту).

5. После отбора необходимого количества воздуха (для определения общего количества колоний при среднем загрязнении воздуха пропускают около 50 литров; для выделения стафилококков на элективной среде объем аспирированного воздуха увеличивают до 250 литров и более) прибор выключают.

6. Чашку Петри со средой инкубируют в термостате при 37° С в течение 48 часов при определении ОМЧ и стафилококков; при определении плесневых и дрожжевых грибов инкубация продолжается 4–5 суток при температуре 22° С.

7. Количество выросших колоний пересчитывают на 1 м³ воздуха, так как допустимые уровни микробного загрязнения воздуха регламентируют содержание определенного количества колоний микроорганизмов в 1 м³ воздуха.

Пример: после аспирации в течение 5 минут со скоростью 20 л в минуту на чашке Петри выросло 50 колоний микроорганизмов. Следовательно, было отобрано 100 л воздуха, а при отборе 1 м³ (1000 л) микробная обсемененность составила бы 500 колоний.

Гигиеническая оценка микробного загрязнения воздуха помещений ЛПУ

Оценку чистоты воздуха помещений проводят на основании определения общего количества микроорганизмов, содержащихся в 1 м³ воздуха (ОМЧ), и наличия санитарно-показательных

микроорганизмов: патогенных, коагулазоположительных, гемолитических стафилококков, а также стрептококков – обычных обитателей дыхательных путей человека.

Особенно важен контроль за микробным загрязнением воздуха в хирургических, ожоговых и детских отделениях больниц, а также в родильных домах, где возникновение послеоперационных, послеродовых и других госпитальных инфекций наиболее опасно. При систематическом контроле обнаружение небольшого количества патогенных санитарно-значимых микроорганизмов в отделениях, где отсутствует госпитальная инфекция, является закономерным и не выходит за пределы допустимого. Показателем санитарного неблагополучия является большое, особенно нарастающее, обсеменение воздуха этими микроорганизмами.

При оценке результатов исследования микробной обсемененности воздуха необходимо установить, какое место среди обнаруживаемых патогенных стафилококков занимают виды, устойчивые к антибиотикам, и не преобладает ли среди высеваемых культур какой-либо один или немногие фаготипы. Нарастание количества патогенных стафилококков при одновременном сужении круга их типов и повышении удельного веса полирезистентных к антибиотикам форм следует рассматривать как предвестник возможного появления госпитальных инфекций.

Плановые исследования воздуха на общую бактериальную обсемененность и наличие золотистого стафилококка в операционных, асептических, реанимационных палатах хирургических отделений, родильных залах и детских палатах акушерских стационаров проводят один раз в месяц; в асептических отделениях – на наличие грамотрицательных микроорганизмов по показаниям. Однако по эпидемиологическим показателям спектр определяемых в воздухе микроорганизмов может быть расширен.

Гигиеническая оценка микробного загрязнения воздуха помещений ЛПУ проводится путем сопоставления фактического количества колоний микроорганизмов (КОЕ – колониеобразующих единиц) в 1 м³ воздуха с допустимым уровнем, регламентированным действующим в настоящее время нормативным документом СанПиН 2.1.3.1375-03

Таблица

Допустимые уровни бактериальной обсемененности
воздушной среды помещений ЛПУ (СанПиН 2.1.3.1375-03)

Класс чистоты	Название помещений	Общее микробное Число (КОЕ /м ³)		Количество колоний золотистого стафилококка (КОЕ /м ³)	
		до начала работы	во время работы	до начала работы	во время работы
Особочистые (А)	Операционные, родильные залы, асептические боксы для гематологических и ожоговых больных, палаты для недоношенных детей, чистая половина стерилизационной	не более 200	не более 200	не должно быть	не должно быть
Чистые (Б)	Процедурные, перевязочные, предоперационные, палаты и залы реанимации, детские палаты, комнаты сбора и пастеризации грудного молока	не более 500	не более 750	не должно быть	не должно быть
Условно чистые (В)	Палаты хирургических отделений; коридоры, примыкающие к операционным, родильным залам; смотровые, боксы и палаты инфекционных отделений, ординаторские, материальные, кладовые чистого белья	не более 750	не более 1000	не должно быть	не более 2
Грязные (Г)	Все прочие помещения	не нормируется			

Примечание: в помещениях с классами чистоты А, Б, В плесневых и дрожжевых грибов в 1 дм³ (1 л) воздуха не должно быть

Применение ультрафиолетового излучения для обеззараживания воздуха

В состав солнечной радиации, достигающей поверхности Земли, входит 59 % инфракрасного излучения, 40 % видимого и 1 % ультрафиолетового. Схематично спектральный состав солнечного света представлен на рис. 21.

УФ излучение 200–280–320 нм. Видимое излучение 400 нм. Инфракрасное излучение 760–4000 нм

Лучистая энергия Солнца и, в частности, ее наиболее биологически активная область – ультрафиолетовая радиация, является постоянно действующим фактором внешней среды, определяющим в значительной степени процессы естественного самоочищения атмосферного воздуха, природной воды, почвы.

По характеру биологического действия ультрафиолетовую часть солнечного спектра условно разделяют на три области – А, В, С.

Длинноволновая область А (400–320 нм) обладает слабым общестимулирующим, преимущественно эритемным и пигментобразующим (загарным) действием.

Средневолновая область В (320–280 нм) обладает сильным общестимулирующим и витаминообразующим (антирахитическим) действием. В поверхностных слоях кожи из содержащегося в ростковом слое эпидермиса 7,8-дегидрохолестерина образуется холекальциферол – витамин D₃.

Коротковолновая область С (280–200 нм) обладает преимущественно бактерицидным действием вследствие нарушения жизнедеятельности микробных клеток, расщепления их нуклеиновых компонентов. Вегетативные формы микроорганизмов и вирусы погибают под прямыми солнечными лучами в течение 10–15 минут, споровые формы – через 40–60 минут.

Как отмечалось выше, борьба с запыленностью воздуха в помещениях имеет большое практическое значение для профилактики аэрогенных инфекций и аллергических состояний. Наиболее эффективно уничтожение микробов непосредственно в фазе жидкого бактериального аэрозоля. В настоящее время разработаны физические и химические способы санации воздуха в помещениях, которые достаточно эффективны и доступны для

широкого применения. Среди них одно из первых мест занимает обеззараживание воздуха с помощью ультрафиолетовых лучей.

Созданы искусственные источники ультрафиолетового излучения области С – газоразрядные бактерицидные и ртутно-кварцевые лампы. Обычное стекло из-за примесей титана и железа задерживает до 80–90 % ультрафиолетового излучения, поэтому бактерицидные лампы БУВ изготавливают из увиолевого (кварцевого) стекла, очищенного от этих примесей и пропускающего большую часть ультрафиолетового излучения. Лампы заполняются аргоном с дозированным количеством ртути при низком давлении. Максимум излучения ламп БУВ на длине волны 254 нм обеспечивает наибольшее бактерицидное действие лучистой энергии. Промышленность производит лампы мощностью 15 Вт (БУВ-15), 30 Вт (БУВ-30), 60 Вт (БУВ-60) и 30 Вт с повышенной плотностью тока (БУВ-30 П).

Лампы БУВ применяют только для обеззараживания объектов внешней среды: воздуха, воды, различных предметов (посуда, игрушки). Дозирование излучения ламп БУВ должно проводиться особенно тщательно, так как коротковолновое ультрафиолетовое излучение обладает значительным абиотическим действием. Облучение людей прямыми лучами от этих ламп не допускается, так как могут возникнуть ожоги слизистой оболочки глаз – фотофтальмия, произойти неблагоприятные изменения в составе крови и др.

Для ламп БУВ разработаны специальные экраны, направляющие лучи так, чтобы включенная лампа не была видна стоящему человеку. Для установки этих ламп существует настенная, потолочная и передвижная арматура (облучатели ОБН-160; ОБП-300; ОБП-450), а также комбинированные облучатели, предназначенные для осветительных люминесцентных ламп и ламп типа БУВ.

Расчет количества установок для дезинфекции воздуха

Наибольшее практическое значение имеет применение ламп БУВ для дезинфекции и санации воздуха закрытых помещений с большим скоплением людей: торговых залов аптек, ожидальнях

поликлиник, групповых комнат детских садов, помещений рекреаций в школах и т. д.

Существует два метода санации воздуха помещений лампами БУВ – в присутствии людей в помещении и в их отсутствии.

Наиболее эффективно проведение санации воздуха в присутствии людей, так как люди являются основным источником микробного обсеменения воздуха помещений. В этом случае облучают воздух верхней зоны помещения экранированными лампами БУВ, которые размещают по всему помещению не ниже 2,5 м от пола в местах наиболее интенсивных конвекционных потоков воздуха – над дверью, окнами, отопительными приборами. При этом нижние слои воздуха обеззараживаются за счет конвекции. Экранирующая арматура направляет поток лучей лампы вверх под углом в пределах от 5 до 80° над горизонтальной поверхностью.

Разновидностью экранированного облучателя являются рециркуляторы воздуха, рекомендуемые для непрерывного облучения помещений, в которых постоянно находятся люди и к которым предъявляются высокие асептические требования (асептические блоки аптек, операционные, перевязочные, стерильная зона центрального стерилизационного отделения).

Мощность бактерицидного облучения ламп БУВ зависит от электрической мощности, потребляемой лампой от сети. **При определении необходимого количества бактерицидных облучателей исходят из расчета, чтобы на 1 м³ объема помещения приходилось 0,75-1 Вт мощности, потребляемой лампой из сети.**

Пример. Для санации воздуха помещения объемом 90 м³ необходимо оборудовать установкой с лампами БУВ-15. Санация воздуха будет проводиться в присутствии людей. Сколько ламп необходимо?

Пример решения. При заданных условиях для санации 1 м³ воздуха необходимо 0,75–1 Вт мощности ламп, для всего объема помещения суммарная мощность должна составить 67,5–90 Вт. Для этого необходимо 5–6 ламп БУВ-15 (67,5 Вт: 15=4,5; 90 Вт: 15 = 6).

Санация воздуха помещений в отсутствие людей применяется в асептических блоках аптек, бактериологических лабораториях, операционных, перевязочных и др. после влажной уборки. Открытые, не экранированные лампы размещают равномерно по всему помещению либо преимущественно над рабочими столами. Как правило, над дверью также помещают лампу, создающую «завесу» из бактерицидных лучей. Количество ламп и время санации зависят от режима (класса чистоты) данного помещения. Минимальное количество ламп должно быть таким, чтобы на 1 м³ помещения приходилось 2-2,5 Вт потребляемой мощности от сети.

Прямые ртутно-кварцевые лампы (ПРК) являются источниками ультрафиолетового излучения в областях А, В, С и видимой части спектра. Максимум их излучения (25 %) находится в области В, 15 % – в области С, в связи с этим лампы ПРК применяют как для облучения людей с профилактическими и лечебными целями, так и для обеззараживания объектов внешней среды – воздуха, воды и др.

Лампы изготавливают из кварцевого стекла, заполняют дозированным количеством паров ртути и аргона. По мощности лампы ПРК делят на несколько типов: ПРК-2 (375 Вт), ПРК-4 (220 Вт) и ПРК-7 (1000 Вт).

Для ламп ПРК разработаны два типа специальной арматуры (облучателей): для ламп ПРК-7 облучатель ртутно-кварцевый маячного типа большой, стойка которого имеет постоянную высоту; для ламп ПРК-2 и ПРК-4 облучатель ртутно-кварцевый маячного типа малый, стойка которого может быть различной высоты.

Санацию воздуха помещений излучением ламп ПРК можно проводить в присутствии или отсутствии людей. В первом случае лампу устанавливают на высоте 1,7 м от пола с рефлектором, направляющим излучение вверх к потолку. На 1 м³ помещения должно приходиться 2–3 Вт потребляемой от сети мощности. При санации воздуха в отсутствие людей на 1 м³ воздуха должно приходиться 5–10 Вт потребляемой от сети мощности, а время облучения воздуха должно быть максимально длительным.

Правила эксплуатации бактерицидных ламп

Режим дезинфекции зависит от мощности облучателя, объема помещения, критериев эффективности обеззараживания, обусловленных функциональным назначением помещения, и определяется в соответствии с «Методическими указаниями по применению бактерицидных ламп для обеззараживания воздуха и поверхностей».

Открытые (неэкранированные) бактерицидные лампы

применяют только в отсутствии людей в перерывах между работой, ночью или в специально отведенное время – например, за 1–2 часа до начала работы асептической. Минимальное время облучения – 15–20 минут. Выключатели открытых ламп следует размещать перед входом в помещение и оборудовать сигнальной надписью «Не входить, включен бактерицидный облучатель». Нахождение людей в помещениях, в которых включены неэкранированные лампы, ЗАПРЕЩАЕТСЯ. Вход в помещение разрешается только после отключения лампы, а длительное пребывание в указанном помещении – через 15 минут после отключения.

Экранированные бактерицидные лампы могут работать до 8 часов в сутки. Рациональнее производить облучение 3–4 раза в день по 1,5–2 часа с перерывами для проветривания помещения на 30–60 минут, так как при работе лампы образуются озон и окислы азота, вызывающие раздражение слизистой оболочки дыхательных путей. В последние годы созданы безозоновые бактерицидные лампы, что достигается за счет применения специального кварцевого стекла, не пропускающего УФ излучение короче 200 нм, вызывающего образование озона.

Облучение воздуха лампами ПРК проводят по 30 минут несколько раз в день с интервалами, используемыми для проветривания помещения.

Средний срок службы бактерицидной лампы БУВ составляет 1500 часов, ламп ПРК – 800 часов. Необходимо учитывать продолжительность работы каждого облучателя в специальном журнале, фиксируя время включения и выключения лампы. За-

прецедента использовать бактерицидные лампы с истекшим сроком годности.

Важно строгое соблюдение режима использования бактерицидных ламп, поскольку граница между условиями положительного бактерицидного эффекта УФ облучения и отрицательного, связанного с селекцией резистентной микрофлоры под слабым воздействием УФ лучей, недостаточно отчетлива.

УФ лучи эффективны на расстоянии не более 2 метров и при относительной влажности воздуха от 40 до 70 %, при более высокой влажности их бактерицидное действие снижается. На темных поверхностях, обработанных УФ лучами, остается на 10–20 % микробов больше, чем на светлых при тех же условиях. В тени, например, под доской стола или на обратной стороне инструмента, ультрафиолетовое излучение не действует.

К ошибкам, влекущим отрицательные эпидемиологические последствия, относят:

- несоблюдение предписанных режимов облучения; несоответствие типа (открытый, закрытый) и количества облучателей потребностям санации помещений; неучет «возраста» ламп, по мере увеличения которого существенно снижается их бактерицидность;
- поверхностное загрязнение ламп;
- «преувеличение ожидания» эффективности ультрафиолетовых облучателей, способствующее пренебрежению иными, не менее надежными способами санации помещений – проветривание, уборка, обработка химическими дезинфектантами, повышение эффективности вентиляции.

Для оценки бактерицидной эффективности конкретных облучателей осуществляют бактериологическое исследование воздуха и смывов с поверхностей до и после облучения. Санация считается эффективной, если после облучения число микроорганизмов в 1 м³ воздуха снизилось на 80 % и более.

Требуемая объемная бактерицидная доза
в зависимости от категории помещения

Таблица

Категория помещения	Типы помещения	Объемная бактерицидная доза, Дж/м ³
I	Операционные, предоперационные, родовые, стерилизационные зоны ЦСО, детские палаты роддомов	385
II	Перевязочные, палаты реанимационных отделений, помещения нестерильных зон ЦСО, бактериологические и вирусологические лаборатории, фармацевтические цеха	256
III	Палаты и кабинеты лечебно-профилактических учреждений (не включенные в категории I и 2)	167
IV	Школьные классы, бытовые помещения общественных зданий, детские игровые комнаты	130
V	Курительные комнаты, общественные санузлы и лестничные площадки лечебно- профилактических учреждений	105

Санитарно-гигиенический режим в больнице

В приемном отделении соблюдение санитарно-гигиенического режима должно исключать занос инфекции в стационар. После осмотра каждого поступающего пациента клеенку на кушетке необходимо протирать дезинфицирующим раствором, больного осматривают на педикулез. В санпропускнике приемного отделения больные должны (за исключением имеющих медицинские противопоказания) пройти специальную санитарную обработку (душ, ванна), после которой пациенту выдают комплект чистого нательного белья, пижаму, тапочки. Личная одежда и обувь отдается на хранение в специальной таре (полиэтиле-

новые мешки, чехлы из плотной ткани) или передается родственникам и знакомым пациента. В отдельных случаях разрешается нахождение больных в стационаре в чистой домашней одежде. В приемных отделениях должен быть запас средств дезинфекции и дезинсекции, а также мыло, мочалки индивидуального пользования, посуда для хранения «чистых» и бывших в употреблении мочалок, наконечников для клизм.

К наиболее важным элементам санитарного режима относятся те, которые направлены на сохранение чистоты воздуха больничных помещений. Среди них ведущее значение имеет обмен воздуха и борьба с пылью. В каждой больнице должен быть установлен четко выполняемый порядок проветривания палат и коридоров в холодное и переходное время года.

Все помещения больницы, оборудование, медицинский и другой инвентарь должны содержаться в чистоте. Влажная уборка помещений (мытьё полов, протирка мебели, оборудования, подоконников, дверей) должна осуществляться не менее двух раз в сутки с применением моющих (мыльно-содовых растворов) и дезинфицирующих средств. Протирка оконных стекол должна проводиться не реже 1 раза в месяц изнутри и по мере загрязнения, но не реже 1 раза в 3 месяца, снаружи.

Генеральная уборка (обработка стен, полов, оборудования, инвентаря, светильников) помещений палатных отделений и других функциональных помещений должна проводиться по графику не реже 1 раза в месяц. Генеральная уборка (мойка и дезинфекция) операционного блока, перевязочных, родильных залов, процедурных, манипуляционных, стерилизационных проводится 1 раз в неделю. Уборочный инвентарь (ведра, тазы, ветошь, швабры) должен иметь четкую маркировку с указанием помещения и вида уборочных работ, использоваться строго по назначению, обрабатываться и храниться в выделенном помещении.

В палатных отделениях кровать, тумбочку и подставку для подкладного судна протирают дезинфицирующими растворами. Постельные принадлежности после выписки каждого больного должны обрабатываться в дезинфекционной камере. Гигиениче-

скую ванну больные должны принимать 1 раз в 7–10 дней со сменой постельного белья, о чем делается отметка в истории болезни. После смены белья пол и предметы в палате протирают дезинфицирующими растворами.

В операционных, родильных блоках, других помещениях с асептическим режимом, а также в палатах для новорожденных должно применяться стерильное белье. Сбор грязного белья от больных в отделениях должен осуществляться в специальную плотную тару (клеенчатые или полиэтиленовые мешки). Запрещается разборка грязного белья в отделениях. Временное хранение грязного белья (не более 12 часов) допускается в помещениях для грязного белья палатных отделений.

Большое значение при переносе инфекции от одного пациента к другому имеют руки персонала. Медицинский персонал должен мыть и дезинфицировать руки перед осмотром каждого больного или выполнением процедур, а также после выполнения «грязных» процедур (уборки помещений, смены белья больным, посещения туалета). Мытье рук и использование перчаток не исключает друг друга. Медицинский персонал лечебного учреждения должен быть обеспечен комплектами сменной санитарной одежды: халатами, шапочками, сменной обувью. Хранение ежедневной смены санитарной одежды осуществляется в индивидуальных шкафчиках. В наличии должен быть комплект санитарной одежды для экстренной замены ее в случае загрязнения.

Студенты, занимающиеся в отделениях родовспоможения, инфекционном, фтизиатрическом, кожно-венерологическом отделениях и операционных блоках, должны быть обеспечены сменной спецодеждой лечебного учреждения.

При сборе и удалении медицинских и бытовых отходов больницы должно соблюдаться основное требование – безопасный сбор инфицированных отходов в герметично закрытые емкости или непосредственное обеззараживание отходов в месте их образования и быстрое удаление из отделения и с территории больницы.

Ситуационные задачи

Задача № 1

При бактериологическом исследовании воздуха палаты реанимационного отделения городской больницы города К. с помощью прибора Кротова прососали 250 л воздуха. Для посева использовались стандартные чашки Петри с плотными питательными средами. После инкубирования в термостате в течение 48 часов при температуре 36-37⁰С произведен подсчет колоний с пересчетом их количества на 1 м² воздуха палаты. Общая бактериальная обсемененность воздуха составила 1500 колоний, количество золотистого стафилококка – 8, синегнойной палочки – 1. (Нормативные документы: СанПиН 2.1.3.1375 – 03«Гигиенические требования к размещению, устройству, оборудованию и эксплуатации больниц, родильных домов и других лечебных стационаров»)

А. Дайте гигиеническое заключение по бактериальной загрязненности воздуха палаты реанимационного отделения стационара. Б. Ответьте на следующие вопросы: 1. В каком виде микроорганизмы находятся в воздухе помещений? 2. Назовите методы бактериологического исследования воздуха в зависимости от принципа улавливания микроорганизмов с целью контроля их содержания. 3. В каких помещениях лечебно-профилактических учреждений наиболее важен контроль за микробным загрязнением воздуха. 4. Как часто необходимо проводить плановые исследования воздуха в этих помещениях. 5. Какие инфекционные заболевания человека могут передаваться воздушно-капельным путем*). 6. Какие зоонозные заболевания могут передаваться человеку через воздух*). 7. Назовите профилактические мероприятия для предотвращения микробной загрязненности воздуха в лечебно-профилактических учреждениях.

Задача № 2

В хирургическом отделении больницы возросло число послеоперационных осложнений за счет увеличения процента нагноений послеоперационных ран. При санитарно-гигиени-

ческом обследовании хирургического отделения было установлено, что оно размещено на отдельном этаже, вентиляция в палатах естественная за счет проветривания, имеются также приточные и вытяжные каналы с естественным побуждением. Кратность воздухообмена + 3, - 2. В отделении двухсторонняя застройка коридора, палаты ориентированы как на юго-восток, так и на северо-запад. В палатной секции размещено 45 больных. Анализ воздуха 3-кочных палат площадью 15 м², ориентированных на северо-запад, показал следующее: содержание СО₂ - 0,25 %. В смывах с мебели обнаружен патогенный золотистый стафилококк.

1. Дайте заключение о санитарно-гигиенических условиях пребывания больных В хирургическом отделении. 2. Дайте заключение о соблюдении мер санитарно-эпидемической безопасности в отделении. 3. Какие профилактические мероприятия в целях предупреждения послеоперационных осложнений необходимо провести?

Задача № 3

В хирургическом отделении городской больницы за последнее время увеличилось число послеоперационных осложнений вследствие нагноения ран, в основном, на 7-8-й день после операции. Отделение расположено на 2-м этаже пятиэтажного корпуса. В палатной секции (на 30 коек) 9 больных размещены на приставных кроватях, некоторые - 32 в коридоре. В послеоперационной палате находится 3 пациента. Расстояние между кроватями 0,65 м. Отопление центральное водяное. Вентиляция осуществляется за счет открытия фрамуги. При исследовании микроклимата в августе показания сухого термометра психрометра Ассмана составили 25,8 °С, влажного - 22,8 °С, содержание СО₂ - 2,2 %, пыли - 0,2 мг/м³. Бактериальная обсемененность воздуха палаты - 5100 колоний/м³; содержание гемолитического стафилококка - 49 в 1 м³. Дайте гигиеническую оценку планировки, микроклимата и соответствия чистоты воздуха палаты гигиеническим нормам.

Задача № 4

В палатной секции терапевтического отделения для взрослых находится 35 пациентов. В секции 10 палат: 5 – на 4 койки, 3 – на 2 койки, 2 – одноместные. Площадь последней 6 м^2 . Окно в ней ориентировано на северо-восток. Площадь его застекленной части $2,56 \text{ м}^2$, угол падения световых лучей 20° , угол отверстия – 3° . Освещенность естественным светом в палате составляет 80 лк. Показания сухого термометра 24°C , влажного – $20,2^\circ\text{C}$, время охлаждения кататермометра 164 с ($F = 580 \text{ мкал/см}^2 \cdot \text{с}$). В результате анализа воздуха установлено, что содержание в нем пыли составляет $0,16 \text{ мг/м}^3$, микробных тел (обсемененность) – 1900 в 1 м^3 (количество патогенных стафилококков – 4). Дайте гигиеническую оценку микроклимата одноместной палаты отделения. Определите ЭТ. Дайте гигиеническую оценку естественного освещения палаты. Оцените качество воздуха по содержанию в нем пыли и микроорганизмов.

Задача № 5

Районная соматическая больница на 100 коек расположена в центре жилого микрорайона и занимает территорию в 2 га. Система застройки больницы децентрализованная. Расстояние между постройками 15 м. Расстояние от больницы до ближайшего жилого дома 10 м. У входа на ее территорию имеется площадка (10 м^2). Рядом с ним находится трамвайная остановка. По периметру больничного участка располагается полоса зеленых насаждений шириной 4 м. Площадь застройки составляет 19 % от всего участка, площадь озеленения – 23 %. Площадь палаты терапевтического отделения, рассчитанной на 4 человека, 27 м^2 (высота палаты – 3 м). В ней размещено 5 пациентов. 34 Результаты анализа воздуха палаты показали, что содержание в нем CO_2 составляет 0,14 %, пыли – $0,4 \text{ мг/м}^3$, микроорганизмов – 2200 в 1 м^3 (патогенных стафилококков – 12). При исследовании микроклимата палаты установлено, что температура воздуха в ней 23°C , влажность – 62 %, а скорость движения – $0,01 \text{ м/с}$. Дайте гигиеническую оценку планировки территории больницы. Оцените микроклимат, эффективность вентиляции в палате.

Задача № 6

Городская больница на 1000 коек расположена в жилом микрорайоне. Система его застройки децентрализованная. Территория больницы составляет 10,2 га. По периметру больничного участка располагается полоса зеленых насаждений шириной 18 м. Кроме того, на участке имеется садово-парковая зона. В целом озеленение его территории составляет 65 %, хозяйственный двор, проезды, дорожки – 20 %. Терапевтический корпус находится на территории больничного парка, на расстоянии 20 м от красной линии застройки. Палаты интенсивной терапии расположены в тупиковой части коридора с выходом на лестничную площадку. В палате длиной 6 м, шириной 4,5 м установлены 3 койки. Высота палаты – 3,5 м. Анализ воздуха показал, что содержание в нем CO₂ составляет 1,1 %, пыли – 0,11 мг/м³, микроорганизмов – 2800 в 1 м³. Дайте гигиеническую оценку планировки территории больницы. Оцените чистоту воздуха в палате интенсивной терапии. Изобразите розу ветров с юго-восточным направлением господствующего ветра. Спланируйте расположение жилого, промышленного районов населенного пункта; зоны отдыха, парковой зоны с указанием наиболее рационального расположения городской больницы.

Задача № 7

В связи со значительным ростом числа послеоперационных осложнений проведено внеплановое обследование хирургического отделения городской больницы. При анализе воздуха в чистой перевязочной палате установлено: показания психрометра 17 и 13 °С, время охлаждения кататермометра – 65 с (фактор прибора – 491 мкал/см²·с), содержание углекислоты в воздухе – 1,7 %, пыли – 0,17 мг/м³, микробных тел (обсемененность) в конце рабочего дня – 1900 в 1 м³, гемолитического стафилококка – 5. Оцените микроклимат помещения и эффективность работы вентиляционной системы. Назовите неблагоприятные факторы в работе врача-хирурга и меры по профилактике развития профессиональной патологии.

Задача № 8

В хирургическом отделении городской больницы не существует строгого разделения секций на асептическую и гнойную. Длина (глубина) септической перевязочной 5 м, ширина – 4 м, высота – 3,2 м. Показания психрометра – 18 и 15 °С. Время охлаждения кататермометра – 76 с (фактор прибора – 576 мкал/см²). Содержание углекислого газа в воздухе перевязочной к концу рабочего дня – 0,15 ‰, пыли – 0,18 мг/м³, микробных тел (обсемененность воздуха) – 2100 в 1 м³, патогенных стафилококков – 19 (на 250 л воздуха). Оцените микроклимат перевязочной и эффективность работы в ней вентиляционной системы. Перечислите показатели, позволяющие судить о степени чистоты воздуха в лечебно-профилактических организациях.

Тема №4. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИКРОКЛИМАТА

Вид занятия: практическое.

Цель занятия: изучение влияния микроклиматических факторов на организм человека.

План занятия:

1. Погода, климат, микроклимат.
2. Физические свойства воздуха, их гигиеническое значение.
3. Комплексное влияние метеорологических факторов окружающей среды на организм, его оценка. Теплообмен организма с окружающей средой. Индекс тепловой нагрузки (ТНС).
4. Гигиенические нормативы микроклимата помещений различного назначения.
5. Самостоятельная работа

Контрольные вопросы:

- Структура атмосферы
- Геомагнитные поля (ГМП) Земли

- Характеристика метеорологических факторов
- Комплексная характеристика погоды
- Климат
- Акклиматизация
- Оценка микроклимата помещений

Блок информации

Атмосфера имеет многослойную структуру. К земной поверхности прилегает *тропосфера* - наиболее плотный слой воздуха размером от 8 до 18 км в разных широтах. 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.

Стратосфера находится над тропосферой - 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.

Верхняя граница атмосферы Земли – *магнитосфера* (от 3000 до 50000 км), в состав которой входят пояса радиации.

В последние десятилетия была установлена биологическая активность *постоянного геомагнитного поля (ГМП) Земли*. Изменения (или пульсации) геомагнитного поля принято делить на регулярные, устойчивые, непрерывные (Pc - pulsations continues), которые регистрируются в утренние и дневные часы, и иррегулярные, шумоподобные, импульсивные (Pi - pulsations irregular), которые отмечаются в вечерние и ночные часы. Все виды иррегулярных пульсаций являются признаками геомагнитных возмущений, в то время как регулярные пульсации наблюдаются и в очень спокойных условиях. Геомагнитное поле Земли является существенным компонентом среды обитания человека. Если режим устойчивых колебаний является «привычным» для биосистем, то изоляция от него может иметь негативные последствия для организма. В результате проникновения в атмосферу потока летящих на огромной скорости от Солнца заряженных частиц (так называемого солнечного ветра), образующихся в периоды повышения солнечной активности, возникают возмущения ГМП, которые выражаются в глобальном возбуждении обычных пульсаций его напряженности (геомагнитные бури), регистрируемых по всему земному шару в течение десятков часов. В формирование естественного электромагнитного фона Земли входит мировая и локальная грозовая активность. Магниторецепторы у человека находятся в структурах головного мозга и в надпочечниках. Геомагнитные возмущения могут оказывать десинхронизирующее влияние на биологические ритмы и другие процессы в организме, способствовать росту числа инфарктов миокарда и инсультов, а также числу дорожно-транспортных происшествий и аварий самолетов. Однако длительное пребывание людей в экранированных помещениях в условиях дефицита естественного ГМП вызывает ухудшение их самочувствия и состояния здоровья. Дефицит ГМП влечет за собой нарушения со стороны центральной нервной системы: дисбаланс основных нервных процессов в виде преобладания торможения, ухудшение координации движений и снижение уровня внимания, уменьшение

скорости двигательной реакции на световой и звуковой раздражители. Могут проявляться нарушения со стороны сердечно-сосудистой системы, иммунной и эндокринной систем. Человек попадает в гипогеомагнитные условия в жилых многоэтажных зданиях, построенных из железобетонных конструкций, в вагонах метро, салонах легковых автомобилей, в помещениях самолетов, морских судов, на подводных лодках, в банковских хранилищах.

С гигиенической точки зрения воздушная среда не однородна. Учитывая разнообразие физических свойств и вредных примесей, а также условия формирования и загрязнения воздуха, различаются несколько категорий воздушной среды: атмосферный воздух, воздух жилых и общественных зданий и воздух промышленных помещений.

Характеристика метеорологических факторов

Физические свойства атмосферного воздуха нестабильны и связаны с климатическими особенностями географического региона. *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*.

1. *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 С, атмосферного давления – 3 мм. рт.ст.

2. *Клинически раздражающий* тип погоды – погода с нарушением оптимального уровня одного или нескольких метеорологических параметров: это погода солнечная и пасмур-

ная, сухая и влажная (не выше 90% относительной влажности), межсуточные колебания температуры воздуха не превышают 4 С, атмосферного давления – 6 мм. рт.ст., скорость ветра не более 9 м/с.

3. *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.

Изменения погоды могут происходить постепенно (периодически) или резко (апериодически) в течение определенного периода (сутки, недели). В отличие от периодических изменений погоды резкие колебания метеорологических раздражителей (передвижение воздушных масс, барометрическое давление, температура и др.) 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. Часто гелиометеотропные реакции наблюдаются у детей грудного возраста, затем в 5–6 и 11–14 лет, когда происходит физиологическая пере-

стройка механизмов адаптации. Возрастает чувствительность у женщин в период беременности и родов, что выражается в утяжелении токсикозов беременности, увеличении числа угрожающих аборт, преждевременных родов. Профилактика гелиометротропных 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: *тропический* (0° – 13° географической широты; среднегодовая температура = $+20...+24^{\circ}\text{C}$); *жаркий* ($13-26^{\circ}$ северной и южной широты и $+16...+30^{\circ}\text{C}$); *теплый* ($26-39^{\circ}$ широты и $+12...+16^{\circ}\text{C}$); *умеренный* ($39-52^{\circ}$ широты и $+8...+12^{\circ}\text{C}$); *холодный* ($52-65^{\circ}$ широты и $+4...+8^{\circ}\text{C}$); *суровый* ($65-78^{\circ}$ широты и 0° .. -4°C); *полярный* ($69-90^{\circ}$ широты и -4°C и ниже).

В соответствии с упрощенной классификацией на территории России с учетом средних температур января и июля выделены 4 *климатических района*: 1-й – *холодный* с температурой января от -28 до -14°C и июля от 4 до 10°C , 2-й – *умеренный* с температурой января от -14 до -4°C и июля от 10 до 22°C , 3-й – *теплый* с температурой января от -4 до 0°C и июля от 22 до 28°C , 4-й – *жаркий* с температурой января выше -4°C и июля от 28 до 34°C . Кроме того, выделяются местные разновидности климата: морской, континентальный, степной, горный и другие.

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. Примером щадящего являются лесной климат средней полосы России, климат Южного берега Крыма.

Раздражающим является холодный климат Севера, высокогорный климат (выше 2000 м), жаркий климат степей и пустынь. Эта классификация используется и при гигиеническом нормировании некоторых вредных факторов среды.

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, В1, 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 и 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: *начальную*, при которой в организме происходят физиологические приспособительные реакции; фазу *перестройки динамического стереотипа*, которая может развиваться благоприятно или неблагоприятно и тогда третья фаза не наступает; фазу *устойчивой адаптации*.

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.

Состояние микроклиматических факторов обуславливает особенности терморегуляции организма человека, которая в свою очередь определяет тепловой баланс. Он достигается соот-

ношением процессов теплопродукции и теплоотдачи организма. Теплопродукция происходит при окислении пищевых веществ, а также при сокращении скелетной мускулатуры ($Q_{\text{прод.}}$). Кроме того, тело человека может получать конвекционное и радиационное тепло от окружающего воздуха и нагретых предметов, если их температура выше температуры кожи открытых частей тела ($Q_{\text{внеш.}}$). Основные механизмы отдачи тепла телом человека: кондукция в прилегающие к коже слои воздуха и менее теплые предметы ($Q_{\text{конд.}}$) и последующая конвекция нагретого воздуха ($Q_{\text{конв.}}$), излучение по направлению к менее нагретым предметам ($Q_{\text{изл.}}$), испарение пота с кожи и влаги с поверхности дыхательных путей ($Q_{\text{исп.}}$), нагревание до 37°C вдыхаемого воздуха ($Q_{\text{нагр.}}$). Тепловой баланс в общем виде может быть представлен уравнением:

$$\text{Опрод.} + Q_{\text{внеш.}} (< >) Q_{\text{конд.}} + Q_{\text{конв.}} + Q_{\text{изл.}} + \text{Оисп.} + \text{-нагр.}$$

Нормальная жизнедеятельность организма и высокая работоспособность возможны лишь в том случае, если сохраняется температурное постоянство организма в определенных границах ($36,1\text{--}37,2^{\circ}\text{C}$), имеется тепловое равновесие его с окружающей средой, т.е. соответствие между процессами теплопродукции и теплоотдачи.

Неблагоприятное влияние микроклимата обусловлено комплексным воздействием физических факторов воздушной среды: повышением или понижением температуры, влажности или скорости движения воздуха. При повышенной температуре воздуха высокая влажность препятствует испарению пота и влаги и увеличивает опасность перегревания организма. Высокая влажность при низкой температуре увеличивает опасность переохлаждения, поскольку влажный воздух, заполняющий поры одежды, в отличие от сухого – хороший проводник тепла. Высокая скорость движения воздуха увеличивает теплоотдачу через конвекцию и испарение и способствует более быстрому охлаждению организма, если его температура ниже температуры кожи, и,

наоборот, увеличивает тепловую нагрузку на организм при температуре, превышающей температуру кожи.

Для провизора сведения о микроклимате помещений необходимы для оценки условий труда в аптечных учреждениях, поскольку микроклимат оказывает влияние на терморегуляцию организма, для оценки эффективности вентиляции и особенностей производственной среды, в которой хранятся, изготавливаются и выдаются лекарственные средства. Сохранность многих лекарственных препаратов и лекарственных форм, их биологическая активность зависят от микроклиматических условий, терморегуляции людей.

Гигиенической нормой микроклимата является *тепловой комфорт*, который определяется сочетанным действием всех микроклиматических компонентов, обеспечивающих оптимальный уровень физиологических реакций организма и наименьшее напряжение терморегуляторной системы, т.е. оптимальное тепловое состояние человека. При нормировании микроклимата устанавливаются *оптимальные* величины его параметров и *допустимые* границы их колебаний, характеризующиеся незначительными общими или локальными дискомфортными теплоощущениями и умеренным напряжением механизма терморегуляции, т.е. включением приспособительных (адаптационных) реакций организма. В зависимости от состояния (перегревание или переохлаждение) эти реакции проявляются в умеренном расширении (или сужении) сосудов кожи, увеличении (или уменьшении) потоотделения, учащении (или урежении) пульса. В этих условиях возможно продолжительное пребывание человека без нарушения работоспособности и опасности для здоровья. В условиях, близких к комфорту, нормативы микроклимата помещений могут быть едиными для взрослых и детей; при установлении допустимых колебаний показателей микроклимата должен учитываться индивидуальный характер терморегуляции людей, обусловленный полом, возрастом, весом, степенью физиологических приспособительных возможностей. Нормируемые параметры микроклимата должны гарантировать сохранение здоровья и работоспособности даже человеку с пониженной

индивидуальной переносимостью колебаний факторов окружающей среды.

Наиболее оптимальные величины параметров микроклимата для жилых помещений: температура 18–20 °С, относительная влажность 40–60%, скорость движения воздуха 0,1–0,2 м/с.

Гигиенические параметры микроклимата в помещениях нормируются в зависимости от климата для теплого и холодного периода года. Оптимальной температурой для холодного климатического района считается 21–22 °С, умеренной – 18–20 °С, теплой – 18–19 °С, жаркой – 17–18 °С. Расчетные нормы температуры в помещениях дифференцируются в зависимости от их функционального назначения. Так, в большинстве аптечных помещений (ассистентская, асептическая, дефектарская, заготовочная, фасовочная, помещения для хранения лекарственного сырья и лекарственных средств) наиболее благоприятная температура воздуха – 18 °С; в помещениях лечебно-профилактических учреждений: в операционной, предоперационной, реанимационном зале, палатах для детей, ожоговых больных, послеоперационных палатах, палатах интенсивной терапии, процедурной – 22 °С, в палатах для взрослых, кабинетах врачей и других лечебно-вспомогательных помещениях – 20 °С, в палатах для больных гипотиреозом – 24 °С, в палатах для недоношенных и новорожденных – 25 °С, в палатах для больных тиреотоксикозом – 15 °С при относительной влажности - 30-60% и скорости движения воздуха – не более 0,15–0,25 м/с; в учебных помещениях: классах, аудиториях, кабинетах, лабораториях – 18 °С, в спортивных залах, учебных мастерских – 15–17 °С при относительной влажности в пределах 40–60% и скорости движения воздуха 0,1–0,2 м/с.

Микроклимат помещений оценивается по температурному режиму, т.е. перепадам температуры воздуха по горизонтали и вертикали в различных местах помещения. Для обеспечения теплового комфорта температура воздуха в помещениях должна быть относительно равномерной. Изменение температуры по горизонтали от наружной стены к внутренней не должно превышать 2 °С, а по вертикали – 2,5 °С на каждый метр высоты.

Колебание температуры в помещении в течение суток не должно превышать 3 °С.

Для интегральной оценке микроклимата используется *индекс тепловой нагрузки среды (ТНС-индекс)*, характеризующий сочетанное действие на организм человека температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения от окружающих поверхностей. Этот показатель рекомендуется использовать при скорости движения воздуха менее 0,6 м/с и интенсивности теплового облучения менее 1000 Вт/м².

Нормирование микроклиматических условий в производственных помещениях осуществляется применительно к теплому и холодному периодам года с учетом категории работ и соответствующих энерготрат организма (табл. 1).

Оптимальные величины параметров микроклимата
для производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96)

Таблица

Период года	Категория работ (по уровню энерготрат), Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
	1а (< 139)	22–24	21–25	40–60	0,1
	16 (140-174)	21–23	20–24	40–60	0,1
Холодный	11а (175-232)	19–21	18–22	40–60	0,2
	116 (233-290)	17–19	16–20	40–60	0,2
	111 (> 290)	16–18	15–19	40–60	0,3
	1а (< 139)	23–25	22–26	40–60	0,1
	16 (140-174)	22–24	21–25	40–60	0,1
Теплый	11а (175-232)	20–22	19–23	40–60	0,2
	116 (233-290)	19–21	18–22	40–60	0,2
	111 (> 290)	18–20	17–21	40–60	0,3

Для работников аптечных учреждений, относящихся по уровню энерготрат (до 139 Вт) к категории 1а, оптимальные ве-

личины показателей микроклимата регламентированы: в холодный период года температура на уровне 22–24 °С, относительная влажность 40–60%, скорость движения воздуха 0,1 м/с; в теплый период года температура составляет 23–25 °С, относительная влажность 40–60%, скорость движения воздуха 0,1 м/с.

Самостоятельная работа **«Определение и гигиеническая оценка** **микроклимата помещения»**

Задания студенту

1. Ознакомиться с устройством и принципом работы приборов для определения параметров микроклимата и его оценки.
2. Определить с помощью барометра-анероида атмосферное давление.
3. Определить температуры воздуха в 4 точках комнаты, рассчитать среднюю температуру помещения, перепады температуры по горизонтали и вертикали на 1 м высоты, оценить температурный режим.
4. Определить с помощью аспирационного психрометра и рассчитать абсолютную влажность воздуха в учебной комнате, с помощью таблицы максимальных влажностей воздуха рассчитать относительную влажность.
5. Кататермометром определить охлаждающую способность воздуха и рассчитать скорость движения воздуха в учебной комнате.
6. Исследовать электротермометром температуру кожи 2–3 студентов и сделать пробу на потоотделение. Субъективно оценить собственное теплоощущение.
7. Оценить параметры микроклимата помещения, сопоставив их с гигиеническими нормативами, и дать комплексную гигиеническую оценку микроклимата учебной комнаты, учитывая объективные и субъективные реакции организма на микроклиматические факторы.

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Гигиена: учебник / Г. И. Румянцев [и др.], под ред. Г. И. Румянцева. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2008. – 608 с.
2. Общая гигиена / под ред. Н. Л. Бацуковой. – Мн.: Издательство Гревцова, 2012. Ч.1., – 160 с.
3. Общая гигиена. В 2-х частях. Часть 1: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности «сестринское дело» / Т. И. Зиматкина [и др.]. – Гродно: ГрГМУ, 2012. – Ч.1 – 380 с.
4. Общая гигиена. В 2-х частях. Часть 2: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности «сестринское дело» / Т. И. Зиматкина [и др.]. – Гродно: ГрГМУ, 2012. – Ч.2 – 328 с.
5. *Пивоваров, Ю. П.* Гигиена и основы экологии человека / Ю.П. Пивоваров, В. В. Королик. – М., 2004. – 432 с.
6. Общая гигиена: пропедевтика гигиены / Е. И. Гончарук [и др.]. – Киев, 1999. – 652 с.
7. Общая и военная гигиена / под ред. Б. И. Жолуса. – СПб., 1997. – 472 с.
8. *Глиненко, В. М.* Гигиена и экология человека / В. М. Глиненко, В. А. Катаева, А. М. Лакшин, С. Г. Фокин. – М.: МИА, 2010. – 552 с.

Дополнительная:

9. *Знаменский, А. В.,* Госпитальная гигиена: учебное пособие / А. В. Знаменский. – СПб, 2004. – 240 с.
10. *Кучма, В. Р.* Гигиена детей и подростков: учебник для ВУЗов / В.Р. Кучма. – М.: ГЭОТАРМЕД, 2008. – 480 с.
11. *Румянцев, Г.И.* Руководство к лабораторным занятиям по общей гигиене / Г. И. Румянцев, Т. А. Козлова. – М.: Медицина, 1980. – 239 с.
12. *Мельниченко, П. И.* Военная гигиена и военная эпидемиология / П. И. Мельниченко, П. И. Огарков, Ю. В. Лизунов. – М: Медицина, 2006. – 400 с.

13. *Пахирко, А. В.*, Военная гигиена / А. В. Пахирко, И. И. Бурак, В. И. Дорошевич. – Витебск, 2008. – 126 с.
14. *Дорошевич, В. И.* Основы военной гигиены / В. И. Дорошевич, Д. И. Ширко, И. И. Бурак, А. В. Пахирко. – Мн.: Новое знание, 2013. – 200 с.
15. *Зиматкина, Т. И.* Гигиена питания: пособие для студентов лечебного и педиатрического факультетов / Т. И. Зиматкина, С. П. Сивакова, И. А. Наумов. – Гродно: ГрГМУ, 2012. – 192 с.
16. *Гурова, А. И.* Практикум по общей гигиене / А. И. Гурова, О. Е. Горлова. – М. : Изд-во УДН, 1991. – 177 с.
17. *Макшанова, Е. И.* Общая гигиена с основами экологии: пособие для студентов медикодиагностического факультета / Е. И. Макшанова [и др.]. – Гродно: ГрГМУ, 2010. – 348 с.
18. Общая гигиена: пособие для студентов медико-диагностического факультета / Е. И. Макшанова [и др.]. – Гродно: ГрГМУ, 2011. – 496 с.
19. *Пивоваров, Ю. П.* Руководство к лабораторным занятиям по гигиене и основам экологии человека: учеб. пособие для студ. учреждений высш. мед. проф. образования / Ю. П. Пивоваров, В. В. Королик. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 512 с.
20. *Борисоглебская А. П.* Лечебно-профилактические учреждения. Общие требования к проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. – М.: «АВОК-ПРЕСС», 2008.
21. Общая гигиена. Руководство к лабораторным занятиям: учебное пособие. – Кича Д.И. 2009. – 288 с. – ил.
22. Ситуационные задачи по общей и военной гигиене: сборник задач / В. С. Сенчук, Н. Л. Бацукова, В. И. Дорошевич. – 2-изд. Минск: БГМУ, 2010. – 59 с.
23. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Санитарно-эпидемиологические требования к лечебно-профилактическим организациям» Приложение 13
24. Учебное пособие / Л. А. Стрельникова, Л. П. Волкотруб, Т. В. Андропова, О. В. Сафронова / под ред. проф. Л. П. Волкотруб. – Томск: Сибирский государственный медицинский университет, 2007. – 126 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Тема № 1. Гигиеническая оценка температуры, влажности воздуха помещений.....	3
1. Солнечная радиация	4
2. Температурные режимы помещений и их влияние на человеческий организм	7
3. Методы измерения температуры воздуха и оценки температурных условий.....	8
4. Гигиеническое значение, методы измерения и оценки влажности воздуха	16
5. Измерение влажности воздуха	21
6. Нормы оптимального температурного, влажностного режима в жилых и больничных помещениях	31
Тема №2. Гигиеническая оценка скорости движения воздуха и уровней атмосферного давления	36
1. Гигиеническое значение движения воздуха	
2. Атмосферное давления	40
3. Принцип работы анемометров	41
4. Скорость движения воздушных масс на разной высоте и географической широте.....	48
5. Влияние резких перепадов атмосферного давления на человеческий организм	49
6. Приборы для определения атмосферного давления.....	51
Тема №3. Гигиеническая оценка микробного загрязнения воздушной среды в ЛПУ	58
Тема №4. Гигиеническая оценка микроклимата	80
Литература	92

Составители:

*Мээрим Руслановна Ажиматова,
Максат Жумабековна Кудаярова*

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ
И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
Учебно-методическое пособие

Компьютерная верстка *Г. Н. Кирпа*

Подписано в печать 26.01.2023.
Формат 60x84¹/₁₆. Печать офсетная.
Объем 6,0 п.л. Тираж 100 экз. Заказ 102

Отпечатано в типографии КРСУ
720048, г. Бишкек, ул. Анкара, д. 2а