

ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранению Российской Федерации

Кафедра общей гигиены

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИКРОКЛИМАТА
ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ, ДЕТСКИХ И ПОДРОСТКОВЫХ
УЧРЕЖДЕНИЙ

Учебно-методическое пособие для студентов

Казань, 2020

Печатается по решению Центрального координационно-методического совета Казанского государственного медицинского университета

Составители:

Старший преподаватель кафедры общей гигиены КГМУ, к.м.н. Растатурина Л.Н.

Старший преподаватель кафедры общей гигиены КГМУ, Тазетдинова А.Б.

Старший преподаватель кафедры общей гигиены КГМУ, к.м.н. Тухватуллина Л.Р.

Рецензенты:

профессор кафедры общей гигиены КГМА – филиал ФГБОУ ДПО
РМАНПО Минздрава России, д.м.н, Фролова О.А.,
доцент кафедры гигиены, медицины труда с курсом медэкологии КГМУ,
к.м.н. Тафеева Е.А.

Гигиеническая оценка микроклимата лечебно-профилактических, детских и подростковых учреждений / Л.Н.Растатурина, А.Б.Тазетдинова, Л.Р.Тухватуллина. – Казань: КГМУ, 2020г. – 22 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для изучения гигиенических требований к микроклимату помещений различного назначения в ЛПУ, а также детских и подростковых учреждений. Представлены методы исследования и оценки температурного режима, влажности и подвижности воздуха.

ВВЕДЕНИЕ

Воздух является одним из важнейших элементов среды, окружающей человека. Воздушная среда необходима для дыхания человека, животных, растений. Она является также резервуаром, принимающим газообразные продукты обмена веществ.

При гигиенической оценке воздуха учитывают физические свойства: температуру, влажность, скорость движения, барометрическое давление, электрическое состояние, радиоактивность, напряженность солнечной радиации; химический состав - содержание нормальных составных частей и посторонних примесей, механические примеси - содержание пыли, дыма; микроорганизмы — число бактерий, их патогенность. Каждый из перечисленных факторов способен оказать непосредственное влияние на организм, однако в природе они действуют одновременно и можно говорить лишь о преимущественном значении одного из них.

Цель занятия: ознакомить студентов с воздействием на организм человека воздушной среды и принципами нормирования отдельных ее параметров.

Студент должен знать: влияние микроклиматических условий на организм человека, критерии гигиенической оценки параметров микроклимата, устройство и порядок работы приборов для определения атмосферного давления, температуры, влажности и подвижности воздуха.

Студент должен уметь: определять основные параметры состояния воздушной среды, давать гигиеническую оценку и разрабатывать профилактические мероприятия.

Вопросы для самоконтроля

1. Строение атмосферы.
2. Виды терморегуляции.
3. Пути теплоотдачи.
4. Понятие об акклиматизации.
5. Какие показатели являются сезонными?
6. Понятие о погоде.
7. Климат и климатообразующие факторы.
8. Перечислите физические показатели воздуха.
9. Какими приборами измеряется температура воздуха?
10. Понятие о влажности воздуха.
11. Какими приборами измеряется влажность воздуха?
12. Какими приборами измеряется подвижность воздуха на улице и в помещениях?
13. Какими приборами измеряется атмосферное давление?

АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ КАК ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

Физические свойства атмосферного воздуха связаны с климатическими особенностями географического региона. Газообразные и пылеобразные примеси воздушной среды зависят от характера, источника их поступления, условий разбавления и процессов самоочищения в атмосфере.

Давно известна связь ряда электрометеорологических факторов с определенными изменениями в организме человека. Полагают, что наиболее важное биологическое значение по постоянству действия принадлежит ионизации воздуха. Это процесс расщепления газовых молекул и атомов под влиянием ионизаторов на электроны и остатки, заряженные равным количеством положительного электричества. Таким образом, появляется пара противоположно заряженных первичных легких атмосферных ионов, которые затем превращаются в тяжелые, участие которых в электропроводности воздуха ничтожно. Повышенная концентрация легких ионов, особенно отрицательных, может иметь оздоровительное и терапевтическое значение.

Источником радиоактивности воздушной среды являются космические лучи и излучения, возникающие при радиоактивном распаде естественных и искусственных радиоактивных элементов.

Источниками загрязнения атмосферного воздуха являются автотранспорт, промышленные предприятия и в сельской местности ядохимикаты.

Погода - это состояние физических процессов, происходящих в атмосфере в данный момент времени на ограниченном участке земной поверхности. Важнейшими элементами метеорологического комплекса, составляющего погоду, является солнечная радиация, температура, влажность, атмосферные осадки и ряд оптических и электрических явлений в атмосфере.

Существуют периодические и аperiodические изменения погоды. Периодические изменения погоды происходят постепенно в течение дня или года. Аperiodические изменения погоды связаны с течением воздушных масс.

Смена погоды обусловлена заменой воздушной массы над той или иной территорией. В зависимости от происхождения воздушные массы делятся на арктический воздух, воздух средних широт, тропический воздух. Наиболее резкие изменения погоды отмечают при прохождении над территорией так называемого фронта, т.е. пограничного слоя между двумя разными по своим особенностям воздушными массами. В участках с пониженным атмосферным давлением возникают циклоны. Антициклоны образуются в участках с повышенным атмосферным давлением.

Различают несколько типов погоды: жаркая, сухая, теплая, облачная, дождливая. Выделено 4 климатических района по признаку средних температур января и июля: холодный, умеренный, теплый и жаркий.

Климат - это многолетний режим погоды, обусловленный климатообразующими факторами или обычное, ежегодно повторяющееся состояние погоды в данной местности. Климатообразующими факторами

являются: географическая широта и долгота, характер подстилающей поверхности, рельеф местности, деятельность человека.

Установлена определенная связь между резкими изменениями погоды и состоянием здоровья определенных больных. Значительное понижение давления часто с одновременным выпадением осадков, повышением влажности и подъемом температуры воздуха оказывают неблагоприятное влияние на лиц, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями, особенно гипертонической болезнью, вызывая у них приступы стенокардии, одышку, головную боль. Отмечена зависимость сосудистых кризов при гипертонической болезни от изменения геомагнитного поля и перемен в ионизационном состоянии атмосферы. Низкие температуры воздуха, высокая влажность, колебания барометрического давления и электрического потенциала атмосферы рассматриваются как факторы, вызывающие приступы бронхиальной астмы. С резкими изменениями погоды связывают также появление спастических приступов боли у больных язвенной, желчно-каменной и почечно-каменной болезнями.

В период резких колебаний метеофакторов возникают "сезонные заболевания". К сезонным относятся такие простудные заболевания как грипп, катар верхних дыхательных путей, ангина и другие.

Неблагоприятные реакции организма, связанные с изменениями погодных условий называют метеотропными. Эти реакции возникают у людей определенной предрасположенности, метеолабильность которых зависит от состояния их физиологических систем.

Акклиматизация - процесс активного приспособления организма к непривычным для него климатическим условиям. При акклиматизации привычный уровень равновесия организма с внешней средой перестраивается и постепенно, в различные сроки, вновь устанавливается более или менее устойчивое равновесие.

В физиологическом отношении акклиматизация есть способность организма осуществлять для себя наиболее выгодные соотношения с новыми климатическими условиями, связанные с образованием нового динамического стереотипа, который возникает путем установления временных и постоянных рефлекторных связей с внешней средой через ЦНС.

Основными адаптивными реакциями на севере являются увеличение теплопродукции, возрастание размеров грудной клетки, увеличение гемоглобина в крови. Относительное увеличение гамма-глобулинов и уровня минерализации скелета также можно рассматривать как факторы, повышающие выносливость организма в условиях низких температур.

Акклиматизация на Севере проходит в три фазы (по Данишевскому Г.М.): 1) начальная, для которой характерны физиологические сдвиги; 2) перестройка динамического стереотипа, реализующаяся по благоприятному и неблагоприятному вариантам; 3) стойкая акклиматизация.

К жаркому климату человек приспособляется тяжелее. Процесс адаптации протекает также в три фазы:

1) подготовительная (предохранительная) - происходит соответствующее распределение воды и солей в организме для обеспечения потребностей в терморегуляции;

2) напряжения — данная фаза характеризуется сгущением крови, увеличением ее вязкости, количества эритроцитов и содержанием гемоглобина;

3) восстановительно-адаптационная - характеризуется восстановлением или приближением к исходным величинам некоторых показателей крови и ряда других функций организма.

В процессе акклиматизации к жаркому климату наблюдаются реакции со стороны сердечно-сосудистой, дыхательной и выделительной систем (урежение пульса, снижение уровня артериального давления на 15-25 мм. рт. ст., уменьшение частоты дыхательных движений, более равномерное распределение по поверхности тела кожного сала, более интенсивное и равномерное испарение пота). Процесс адаптации облегчается при рациональной одежде, жилье, питании.

Организм человека обладает совершенными механизмами терморегуляции — физической и химической, которые позволяют ему приспосабливаться к различным температурным условиям и кратковременно переносить без ущерба для здоровья значительные колебания температуры. В соответствии с внешней температурой вступает в действие, как механизм выработки тепла, так и механизм, регулирующий его потерю.

Химическая терморегуляция - выработка тепла организмом за счет окислительных процессов. При высокой температуре воздуха окислительные процессы снижаются, и теплообразование уменьшается, при низкой — происходит обратное. Температура тела человека при этом остается постоянной.

Физическая терморегуляция обеспечивает увеличение или уменьшение теплоотдачи. При высокой внешней температуре кожные сосуды расширяются, увеличивается выделение воды потовыми железами, повышается температура кожи и в результате этого отдача тепла с поверхности тела возрастает; при низкой температуре кожные сосуды сужаются, кровь перемещается к внутренним органам, кожа охлаждается и поэтому разница между температурой кожи и воздуха становится меньше, отдача тепла уменьшается.

Пути теплоотдачи. Физическая терморегуляция осуществляется следующими путями:

1) радиация - излучение тепла в сторону более холодных предметов и поверхностей;

2) испарение влаги путем потоотделения;

3) конвекция - нагревание прилегающего к поверхности тела слоя воздуха с последующим его смещением;

4) кондукция — теплопроводение за счет разности температуры поверхности тела и соприкасающихся с ним поверхностей.

Вместе с тем лишь испарение может рассматриваться как теплоотдача в чистом виде, в то время как другие пути могут явиться и путями накопления тепла в организме. Если температура среды будет выше температуры

поверхности тела, пути конвекции, радиации и проведения превращаются в факторы тепловой нагрузки.

Однако возможности терморегуляции не безграничны и нарушение теплового равновесия может стать причиной глубоких патологических сдвигов. При особо неблагоприятных условиях может наступить тепловой удар (высокая температура и влажность, безветрие), а при действии прямых солнечных лучей на открытую голову возникает солнечный удар. В условиях низкой температуры воздуха возникает опасность переохлаждения организма вследствие усиленной теплоотдачи.

Детям и подросткам свойственна большая чувствительность к изменению микроклимата в связи с возрастными особенностями терморегуляции. Кожа ребенка по сравнению с кожей взрослых отличается рядом особенностей: она относительно тоньше, в ней больше капилляров, и кроме того, чем моложе ребенок, тем большая поверхность кожи приходится на 1 кг массы тела (например, у новорожденного на 1 кг массы тела приходится 704 см² поверхности кожи, у ребенка 1 года – 528 см², 6 лет – 456 см², 15 лет – 378 см², у взрослого – 221 см²). Эти особенности кожи детей обуславливают значительно большую теплопотерю по сравнению с организмом взрослых. Для детей характерна несовершенство процессов физической терморегуляции, в основе которой лежит вазомоторная функция вегетативной нервной системы. Уровень зрелости и тренированности функций терморегуляции детей постепенно повышается по мере их взросления.

Высокая чувствительность детского организма к микроклиматическим условиям выдвигает необходимость обеспечения теплового комфорта помещений и тренировки приспособительных механизмов.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИКРОКЛИМАТА ПОМЕЩЕНИЙ

Физическое состояние воздушной среды - **микроклимат** – характеризуется величиной барометрического давления, температурой, влажностью, скоростью движения воздуха и мощностью тепловых излучений. Следует отметить, что при небольших отклонениях физических факторов воздушной среды от зоны комфорта самочувствие здоровых людей может не измениться, тогда как у больных людей часто возникают, так называемые, метеотропные реакции. Особенно чувствительны к изменению метеофакторов люди, страдающие сердечно-сосудистыми, нервно-психическими и простудными заболеваниями.

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

Температуру воздуха измеряют несколькими типами термометров. Различают термометры фиксирующие и измеряющие.

Измеряющие термометры показывают температуру в данный момент времени. Они бывают ртутные, спиртовые, биметаллические, электрические и др.

Ртутные термометры более точные, т.к. расширение и сжатие ртути происходит равномерно и применять их можно в широком диапазоне (от -35°C до $+357^{\circ}\text{C}$).

Спиртовые термометры недостаточно точны. Однако спиртовыми термометрами можно измерить низкие температуры до -130°C . Кроме того, спиртовые термометры безопасны.

Биметаллические термометры состоят из двух различных металлов, скрепленных вместе в виде одной изогнутой пластины. Реагируя на изменения температуры, пластина изгибается в ту сторону, на которой находится металл, расширяющийся слабее. Степень искривления пластинки, положение которой зависит от температуры, отмечается на шкале с помощью стрелки.

В **электрических термометрах** для измерения температуры используется электрический ток.

Термометры градуируются по нескольким шкалам, которые привязывают к двум реперным точкам. Наиболее широко используются точки таяния снега и кипения воды при нормальном барометрическом давлении. Эти две точки фиксируются раз и навсегда, а расположенный между ними интервал делится на то или иное число градусов. В нашей стране наиболее распространена шкала Цельсия, на этой шкале точка таяния льда отвечает 0°C , а точка кипения воды -100°C . Интервал между этими точками разделен на 100.

В США и Великобритании продолжают пользоваться шкалой Фаренгейта, точка таяния льда соответствует $+32^{\circ}\text{C}$, а точка кипения воды $+212^{\circ}\text{C}$. Интервал между этими точками разделен на 180 делений.

Фиксирующие термометры. Максимальный термометр служит для определения максимальной температуры за определенный период наблюдения. Он представляет собой прибор, в котором столбик ртути в капилляре поддерживается на таком уровне, на котором он был при наивысшей температуре воздуха. Небольшое сужение в капилляре не позволяет столбику ртути опускаться при понижении температуры. При повышении температуры воздуха ртуть свободно проходит через это сужение. При понижении же температуры воздуха ртуть сжимается, столбик ее в узком месте разрывается, и отсчет по шкале термометра остается таким, каким он был в момент наивысшей температуры.

Минимальный термометр фиксирует минимальную температуру за исследуемый период. Он может быть спиртовым и ртутным. Более распространен спиртовой минимальный термометр. Внутри капиллярной трубки в спирте находится небольшой подвижный штифт из темного стекла, имеющий на концах утолщение. Перед наблюдением поднимают нижний конец термометра вверх, штифт при этом под действием силы собственной тяжести падает вниз до мениска спирта. Затем термометр устанавливают в рабочее положение - горизонтально. При повышении температуры спирт, расширяясь, свободно проходит мимо штифта, не сдвигая его с места; сила трения утолщений на концах штифта вполне достаточна, чтобы удержать его на месте. Иная картина наблюдается при понижении температуры, когда столбик спирта

уменьшается, и поверхностная пленка увлекает за собой штифт и устанавливает его в положении, соответствующем минимуму наблюдавшейся температуры. В последнем случае сила трения штифта о стенки капилляра будет меньше силы сопротивления поверхности пленки, чем и обуславливается передвижение штифта. Отчет температуры производят по концу штифта, наиболее удаленному от резервуара.

Для непрерывной регистрации температуры за определенный отрезок времени применяется *термограф* - самопишущий термометр. Существуют две разновидности термографов: в одних термографах воспринимающей частью служит биметаллическая пластинка, в других - плоская изогнутая трубка, наполненная чаще всего толуолом. Изменения температуры передаются стрелке с пером, которое поднимается или опускается и, таким образом, на ленте барабана получается непрерывная запись температуры в виде кривой. Показания термографов периодически проверяют по точному ртутному термометру. Перо в начале работы устанавливают на уровне той температуры, которую показывает в данный момент контрольный термометр.

Различают истинную и климатическую температуру. *Истинная температура* показывает температуру воздуха без воздействия на термометр тепловой радиации. Для измерения истинной температуры источник радиации экранируют. *Климатическая* - показывает суммарное значение температуры воздуха и влияния тепловой радиации на термометр. Для гигиенической характеристики условий труда в некоторых горячих цехах и профилактики перегреваний имеют значение оба показателя.

ПРАВИЛА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ПОМЕЩЕНИИ

С целью выявления перепадов температур в помещении изучают температурный режим. Температуру в помещении измеряют по правилу конверта (полная схема) – по горизонтали в 5 точках: в углах помещения на расстоянии 0,2 м от каждой стены и посередине. Температурный перепад при этом не должен быть более 2 °С.

Для выявления колебаний температур по вертикали измерения проводят на уровне 0,1 м, 1,0 м и 1,5 м от пола. Перепад не должен быть более 2,5 °С.

По краткой схеме измерения температуры проводятся в трех точках – по диагонали помещения.

Чтобы получить среднюю температуру в помещениях, все показания суммируют и делят на количество измерений.

Среднесуточную температуру получают из измерений, выполненных утром, днем, вечером и ночью.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ГИГИЕНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДРУГИХ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ВОЗДУХА

1) Назначение помещений - для продолжительного или кратковременного пребывания людей, уровень энергозатрат людей, находящихся в помещении (различают состояние покоя, работы легкой, средней, тяжелой) и уровень теплозащитных свойств одежды.

2) Время года - теплый (среднесуточная температура наружного воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$) или холодный (среднесуточная температура наружного воздуха ниже $+10^{\circ}\text{C}$) период.

3) Климатическая зона.

4) Дифференциация допустимых параметров температуры в отношении различных возрастных групп.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

Влажность воздуха зависит от содержания в нем водяных паров. Гигиеническое значение влажности воздуха определяется, главным образом, ее влиянием на тепловой обмен человека. Высокая влажность воздуха в сочетании с его высокой температурой затрудняет отдачу тепла.

Если температура воздуха близка или выше температуры тела, отдача тепла осуществляется только благодаря испарению пота с поверхности кожи. Но последнее возможно только при условии низкой влажности воздуха. При высокой влажности затрудняется отдача тепла и путем испарения, вследствие чего происходит перегревание организма.

Высокая влажность воздуха в сочетании с низкой температурой способствует отдаче тепла путем проведения и конвекции, что может привести к охлаждению организма и возникновению простудных заболеваний.

Слишком низкая влажность воздуха (относительная влажность 10-15%) в сочетании с высокой температурой вызывает чувство жажды, сушит слизистые оболочки рта и верхних дыхательных путей, однако сухой воздух при всех условиях переносится легче, чем влажный.

Наиболее благоприятной является относительная влажность в пределах 30-60% при температуре воздуха $18-20^{\circ}\text{C}$ и слабом его движении (0,2-0,4 м/с).

Влажность воздуха характеризуется следующими величинами:

Абсолютная влажность - упругость водяных паров, находящихся в данный момент в воздухе (выражается в миллиметрах ртутного столба), или количество водяных паров в граммах, содержащихся в 1 м^3 воздуха в момент исследования.

Максимальная влажность - упругость водяных паров при полном насыщении воздуха влагой при данной температуре, или количество водяных паров в граммах, необходимое для полного насыщения 1 м^3 воздуха при данной температуре. Максимальная влажность воздуха зависит от температуры. Чем выше температура воздуха, тем больше требуется водяных паров для полного его насыщения.

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

Дефицит насыщения - разность между максимальной и абсолютной влажностью.

Физиологический дефицит насыщения - разность между максимальной влажностью воздуха при температуре 37°C (температура тела) и абсолютной влажностью воздуха в момент исследования. Он указывает, сколько граммов воды может извлечь из организма кубический метр вдыхаемого воздуха.

Точка росы - температура, при которой воздух становится насыщенным водяными парами.

Абсолютная влажность воздуха определяется приборами, которые называются психрометрами. Психрометры бывают двух типов: стационарные и аспирационные.

Стационарный *психрометр Августа* состоит из двух одинаковых ртутных или спиртовых термометров, условно называемых "влажным" и "сухим". Резервуар "влажного" термометра обернут кусочком тонкой материи (батист, марля), конец которого опущен в сосуд с дистиллированной водой. Верхний край сосуда должен находиться на расстоянии 3-4 см от резервуара термометра. С поверхности влажной материи происходит испарение воды. На процесс испарения затрачивается тепло, поэтому "влажный" термометр будет охлаждаться и показывать более низкую температуру, чем "сухой". При определении влажности воздуха прибор следует оградить от источников излучения и случайных движений воздуха. Отсчеты показаний обоих термометров производят через 10-15 мин после установки прибора. Абсолютную влажность вычисляют по следующей формуле:

$$A = f \cdot a(t_1 - t_2)B,$$

где A - искомая абсолютная влажность;

f - максимальное напряжение водяных паров при температуре "влажного" термометра;

a - психрометрический коэффициент, который при определении влажности атмосферного воздуха принимается равным 0,00074, при определении влажности комнатного воздуха - 0,0011;

t₁ - показания сухого термометра;

t₂ - показания влажного термометра;

B - барометрическое давление в момент наблюдения.

Пример. При исследовании влажности воздуха в операционной сухой термометр показал 21°C, влажный - 17°C. Барометрическое давление 756 мм. рт. ст.

По табл.1 находим максимальную влажность при температуре влажного термометра, т.е. при 17°C. Она равна 14,53 мм. Подставляем все значения в формулу:

$$A = 14,53 - 0,0011 \times (21 - 17) \times 756 = 11,21 \text{ мм. рт. ст.}$$

Зная абсолютную влажность, можно вычислить относительную влажность по формуле:

$$R = A \times 100/F,$$

где R - искомая относительная влажность;

А - абсолютная влажность;

F - максимальная влажность при температуре сухого термометра.

В нашем примере максимальная влажность $F_{21^{\circ}}$ равна 18,65 мм рт. ст., отсюда: $R = 11,21 \times 100/18,65 = 60\%$

Заключение: Относительная влажность в операционной составляет 60%, что не соответствует требованиям нормативной документации (см. табл.3).

Таблица 1

**Максимальное напряжение водяных паров в мм. рт. столба
при разных температурах**

Градус	Десятые доли градуса									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
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	5,33	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	11,30	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	2,69	20,82	20,94
23	21,07	21,20	21,32	21,45	21,58	21,71	21,84	21,98	22,11	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	26,74	26,90	27,06	27,21	27,37	27,54	27,70	27,86	28,02	28,18
28	28,35	28,51	28,69	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

Относительную влажность воздуха можно определить по психрометрической таблице, если наблюдения проводятся в помещении, где имеет место равномерное движение воздуха со средней скоростью 0,2 м/с.

Аспирационный *психрометр Ассмана* также состоит из двух одинаковых термометров - "сухого" и "влажного". Резервуары термометров заключены в металлические трубки, которые одновременно защищают их и от лучистого тепла. Резервуар влажного термометра обернут батистом. В верхней части прибора имеется часовой механизм, соединенный с вентилятором, который обеспечивает засасывание воздуха с постоянной скоростью через металлические трубочки с резервуарами термометров. Перед определением влажности воздуха батист на резервуаре "влажного" термометра смачивают дистиллированной водой с помощью пипетки. Заводят часовой механизм до отказа. При этом исследуемый воздух засасывается в трубки, омывает резервуары термометров, затем поступает в вертикальную металлическую трубку, расположенную между термометрами, и удаляется через отверстия в верхней части прибора. Так как воздух движется с постоянной скоростью, испарение воды с поверхности резервуара "влажного" термометра происходит более равномерно, чем в стационарном психрометре, и не зависит от скорости движения воздуха в помещении. Поэтому аспирационный психрометр является более совершенным прибором.

Отсчет показаний термометров производят во время работы прибора, то есть тогда, когда температура влажного термометра станет минимальной, примерно через 3-4 мин после включения механизма.

Вычисление абсолютной влажности при определении ее аспирационным психрометром производится по формуле:

$$A = f - 0,5(t_1 - t_2)B/755,$$

где A - искомая абсолютная влажность;

f - максимальная влажность при температуре влажного термометра;

0,5 - постоянный психрометрический коэффициент;

t₁ - температура "сухого" термометра;

t₂ - температура "влажного" термометра;

B - барометрическое давление в момент наблюдения;

755 - среднее барометрическое давление.

Пользуясь аспирационным психрометром, относительную влажность можно определить по психрометрической таблице. Искомую влажность находят в точке пересечения линии, идущей горизонтально от показания "сухого" термометра, с линией, проведенной вертикально от показания "влажного" термометра.

Пример. При исследовании влажности воздуха в операционной "сухой" термометр показал 15°C, "влажный" - 10°C, барометрическое давление 754 мм рт.ст. В табл. 1 находим максимальную влажность по температуре сухого термометра f, которая при 10°C равна 9,21 мм. рт. ст. Подставляем в формулу все величины:

$$A = 9,21 - 0,5 \times (15 - 10) \times 754/755 = 6,72 \text{ мм рт.ст.}$$

Вычисление относительной влажности (R) производится по уже известной формуле:

$$R = A/F \times 100\% = 6,72/12,79 \times 100 = 52\%$$

Заключение: Относительная влажность в операционной составляет 52%, что не соответствует требованиям нормативной документации (см. табл.3).

Рекомендации: Обеспечить увлажнение воздуха в приточных установках.

Гигрометры - приборы, с помощью которых можно непосредственно определить относительную влажность. Прибор представляет собой раму, в которой вертикально натянут обезжиренный волос. Один конец волоса укреплен на верхней части рамы, другой (нижний) перекинут через блок и к нему прикреплен небольшой груз, при помощи которого волос всегда находится в слегка натянутом состоянии. К блоку прикреплена стрелка. При увеличении влажности воздуха волос удлиняется, при уменьшении влажности - укорачивается. Изменения длины волоса приводят в движение стрелку, которая перемещается по шкале. На шкале нанесены цифры относительной влажности в процентах.

Гигрограф - самопишущий прибор, который применяется для непрерывной регистрации изменений относительной влажности воздуха в течение длительного времени. Прибор устроен аналогично термографу. В качестве воспринимающей части, реагирующей на изменение влажности воздуха, служит пучок волос, который при помощи системы рычажков соединяется со стрелкой, заканчивающейся пером. В зависимости от влажности воздуха длина пучка волос изменяется, что приводит в движение систему и на ленте барабана вычерчивается кривая относительно влажности воздуха.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БАРОМЕТРИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ.

Значительные отклонения от нормального атмосферного давления могут стать причиной серьезных нарушений состояния здоровья. В обычных условиях некоторые люди весьма чувствительны даже к небольшим колебаниям атмосферного давления.

Единицей измерения атмосферного давления является высота ртутного столба, уравнивающего это давление. Давление атмосферы, которое уравнивает столб ртути высотой 760 мм при температуре 0°C. на уровне моря и на широте 45°. принято считать нормальным. При этом атмосфера давит на 1 см² поверхности земли с силой 1 кг (точнее 1,0333 кг). Давление 1 кг на 1 см² принято выражать одной атмосферой. В настоящее время введена новая единица измерения давления - миллибар (мб), 1 мб=0,7501 мм.рт.ст.

В единицах СИ величина давления выражается в гектопаскалях, гПа - это давление, которое оказывает тело массой 1 г на 1 см² поверхности.

Атмосферное давление измеряют с помощью **ртутного барометра** или барометра-анероида. В качестве воспринимающей части, реагирующей на

изменение давления, имеют безвоздушную металлическую коробочку с тонкими стенками. При повышении давления стенки коробочки сдвигаются, а при понижении выпрямляются.

Для непрерывной регистрации колебаний атмосферного давления в течение определенного отрезка времени используют **барограф**. Основная часть прибора, реагирующая на изменения давления воздуха, состоит из нескольких анероидных коробочек, соединенных друг с другом. Движения крышек коробочек передаются с помощью системы рычажков стрелке с пером, которое вычерчивает кривую на ленте вращающегося барабана.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА

Скорость движения воздуха определяется расстоянием, которое проходит воздух в единицу времени, и выражается в метрах в секунду. Движение воздуха способствует отдаче тепла путем проведения и конвекции при низкой температуре воздуха и путем испарения при высокой температуре и низкой относительной влажности воздуха. Усиление отдачи тепла зимой способствует охлаждению организма человека, а летом в жаркую погоду, наоборот, освобождает его от излишков тепла и тем самым улучшает самочувствие.

В помещениях при закрытых форточках и дверях скорость движения воздуха обычно не превышает 0,05-0,2 м/с. Скорость движения воздуха как правило не должна превышать 0,4 м/с, так как большие скорости вызывают неприятное ощущение сквозняка.

Для определения скорости воздуха применяются динамические **анемометры**, основанные на вращении током воздуха легких лопастей, обороты которых передаются счетному механизму с циферблатом и указательной стрелкой. Анемометры имеются двух систем: чашечные и крыльчатые.

Чашечный анемометр предназначается главным образом для метеорологических наблюдений в открытой атмосфере и позволяет измерять скорость движения воздуха в больших пределах от 1 до 50 м/с. В верхней части прибор имеет четыре полых полушария, которые под влиянием тока воздуха вращаются вокруг вертикальной оси. Нижний конец оси при помощи зубчатой передачи соединен со стрелками на циферблате, которые, передвигаясь по шкале, указывают число делений. Большая стрелка показывает единицы и десятки, маленькие стрелки (в зависимости от их количества) показывают сотни, тысячи и более делений. Сбоку циферблата имеется рычажок, с помощью которого включается и выключается счетчик оборотов стрелок. Перед началом измерения при выключенном счетчике записывают показания всех стрелок. Прибор устанавливают перпендикулярно воздушному потоку и дают чашечкам некоторое время вращаться вхолостую. Затем одновременно включают счетчик анемометра и пускают в ход секундомер. Наблюдение продолжают 5-10 минут, после чего счетчик выключают и записывают новые показания. По разнице в показаниях счетчика до и в конце наблюдения определяют число делений в

секунду. Затем определяют скорость движения воздуха, пользуясь прилагаемым к прибору графиком.

Крыльчатый анемометр устроен так же, как чашечный, но воспринимающей частью у него являются не полушария, а легкие алюминиевые крылья, огражденные широким металлическим кольцом. Прибор более чувствителен и позволяет измерять скорость от 0,5 до 15 м/с, чаще всего используется при обследовании вентиляции. Продолжительность наблюдения ограничивается 3-4 минутами. Снятие показаний и расчет скорости производят так же, как и в случае с чашечным анемометром.

Пример. Показания прибора до измерения составляли 7425, после измерения в течение 3 мин - 7695. Таким образом, разница в показаниях $7695 - 7425 = 270$ делений. Находят число делений в секунду: $270/180 = 1,5$. По графику, прилагаемому к прибору, определяем, что 1,5 деления в секунду соответствуют 0,8 м/с.

В помещениях скорость движения воздуха обычно небольшая, и анемометром ее измерить невозможно ввиду его малой чувствительности, поэтому необходимо пользоваться другим прибором - кататермометром, с помощью которого определяют малые скорости движения воздуха (менее 1 м/с).

Кататермометр представляет собой спиртовой термометр с цилиндрическим или шаровым резервуаром. В шаровом кататермометре резервуар имеет форму шара, на шкале нанесены деления от 33 до 40 °С. Для определения скорости движения воздуха, резервуар кататермометра погружают в горячую воду (60-80°С) и держат его в ней до тех пор, пока спирт не заполнит примерно половину верхнего расширения капилляра. После этого резервуар насухо вытирают, и прибор подвешивают в том месте, где нужно измерить скорость движения воздуха. Нагретый резервуар кататермометра будет постепенно отдавать тепло во внешнюю среду путем излучения, проведения и конвекции. Вследствие охлаждения прибора спирт из верхнего расширения капилляра станет переходить в резервуар. По секундомеру определяют время, в течение которого столбик спирта опустится либо с 38° до 35°С (измерение проводят 2-3 раза и находят среднее время).

Каждый кататермометр за время опускания столбика спирта с 38 до 35°С теряет с 1 см² поверхности резервуара определенное, постоянное для данного прибора количество тепла. Эта величина носит название фактора и обозначается F. Она указана на тыльной стороне прибора (в милликалориях). Время, в течение которого кататермометр потеряет это количество тепла, будет различно в зависимости от температуры и скорости движения воздуха, т.е. от охлаждающей способности воздуха, которую и определяют по формуле:

$$H = F/T,$$

где H - охлаждающая способность воздуха, то есть количество тепла в милликалориях, которое теряется с 1 см² поверхности резервуара кататермометра за 1 с при опускании спирта с 38 до 35°С;

F - фактор прибора;

T - время в секундах, в течение которого столбик спирта опустился с 38° до 35°C.

Определив H, вычисляют скорость движения воздуха по формуле:

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

где V - скорость движения воздуха в метрах в секунду;

H - охлаждающая способность воздуха в мкал/с·см²,

Q - разность между средней температурой кататермометра (36,5°C) и температурой окружающего воздуха;

0,20 и 0,40 - эмпирические коэффициенты.

Пример. При определении охлаждающей способности воздуха в операционной на уровне 1 м от пола время падения столбика спирта (t) составляло 80 с, фактор прибора F - 496, температура воздуха 18°C.

Определим охлаждающую способность воздуха

$$H = F/t = 496:80 = 6,2 \text{ мкал/с см}^2$$

$$\text{Рассчитаем } Q = 36,5^0 - 18^0 = 18,5^0$$

$$\text{Рассчитаем } H/Q = 6,2 : 18,5 = 0,33$$

Подставляем полученные результаты в формулу:

$$V = \left(\frac{\frac{H}{Q} - 0,20}{0,40} \right)^2 = \left(\frac{0,33 - 0,20}{0,4} \right)^2 = 0,1 \text{ м/с}$$

Заключение. Скорость движения воздуха в операционной отвечает требованиям нормативной документации (см. табл.3)

Определить подвижность воздуха можно также по специальной таблице по величине H/Q (см. табл.2).

Таблица 2

**Таблица для определения скорости движения воздуха
по шаровому кататермометру**

H/Q	v	H/Q	v	H/Q	v
0,33	0,048	0,50	0,44	0,67	1,27
0,34	0,062	0,51	0,48	0,68	1,31
0,35	0,077	0,52	0,52	0,69	1,35
0,36	0,09	0,53	0,57	0,70	1,39
0,37	0,11	0,54	0,62	0,71	1,43
0,38	0,12	0,55	0,68	0,72	1,48
0,39	0,14	0,56	0,73	0,73	1,52

0,40	0,16	0,57	0,80	0,74	1,57
0,41	0,18	0,58	0,88	0,75	1,60
0,42	0,20	0,59	0,97	0,76	1,65
0,43	0,22	0,60	1,00	0,77	1,70
0,44	0,25	0,61	1,03	0,78	1,75
0,45	0,27	0,62	1,07	0,79	1,79
0,46	0,30	0,63	1,11	0,8	1,84
0,47	0,33	0,64	1,15	0,81	1,89
0,48	0,36	0,65	1,19	0,82	1,94
0,49	0,40	0,66	1,22	0,83	1,98

ЗАДАЧИ

1. При обследовании микроклимата палаты для новорожденных показания сухого термометра психрометра Ассмана составили 24°C, влажного 22°C. Время охлаждения шарового кататермометра с 38°C до 35°C составило 182 секунды (фактор прибора F равен 524 мкал/см²·с). Рассчитайте абсолютную и относительную влажность по формулам. Определите подвижность воздуха. Оцените параметры микроклимата, дайте гигиенические рекомендации.

2. В групповой комнате детского сада при обследовании микроклиматических условий получены следующие данные: температура сухого термометра психрометра Августа составила 21⁰ С, влажного 16°C, время охлаждения шарового кататермометра - 120 секунд (фактор прибора F равен 486 мкал/см²·с). Рассчитайте абсолютную и относительную влажность по формулам. Определите подвижность воздуха. Оцените параметры микроклимата, дайте гигиенические рекомендации.

3. При обследовании микроклимата в кабинете лечебной физической культуры показания сухого термометра психрометра Ассмана составили 18°C, влажного - 16,5°C. Время охлаждения шарового кататермометра с 38°C до 35°C составило 120 секунд (фактор прибора 624 мкал/см²·с). Рассчитайте абсолютную и относительную влажность по формулам. Определите подвижность воздуха. Оцените параметры микроклимата, дайте гигиенические рекомендации.

4. В спортивном зале школы при обследовании микроклиматических условий получены следующие данные: температура сухого термометра психрометра Августа составила 15⁰ С, влажного 10°C, время охлаждения шарового кататермометра - 110 секунд (фактор прибора F равен 520 мкал/см²·с). Рассчитайте абсолютную и относительную влажность по формулам. Определите подвижность воздуха. Оцените параметры микроклимата, дайте гигиенические рекомендации.

5. При обследовании условий микроклимата в палате для недоношенных детей были получены следующие результаты: температура сухого термометра психрометра Ассмана составила 25⁰ С, влажного 18°C, время охлаждения шарового кататермометра - 96 секунд (фактор прибора F равен 490

мккал/см²·с). Рассчитайте абсолютную и относительную влажность по формулам. Определите подвижность воздуха. Оцените параметры микроклимата, дайте гигиенические рекомендации.

СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Таблица 3

Расчетная температура воздуха в помещениях различного назначения

Помещения	Температура, °С
Лечебно-профилактические учреждения (выписка из СанПиН 2.1.3.2630-10)	
Палаты для взрослых больных	20
Палаты для больных гипотиреозом	24
Палаты для больных тиреотоксикозом	15
Послеоперационные палаты, реанимационные залы, палаты интенсивной терапии, родовые, операционные, наркозные, палаты для ожоговых больных	22
Послеродовые палаты, предродовые, процедурные, перевязочные, кабинеты функциональной диагностики	22
Палаты для недоношенных, травмированных, грудных и новорожденных детей	25
Боксы и полубоксы, палатные секции инфекционного отделения	22
Кабинеты врачей, комнаты персонала, комнаты отдыха для больных, массажные, кабинеты лечебной физкультуры, зубо врачебные кабинеты	20
Стерилизационные для операционных, залы лечебной физкультуры, регистратуры, справочные, вестибюли	18
Помещения радоновых ванн, грязелечебные залы	25
Детские дошкольные и подростковые учреждения (выписка из СанПиН 2.4.2.2821-10 и СанПиН 2.4.1.3049-13)	
Групповая, раздевальная 2-й группы раннего возраста и 1-й младшей группы	22
Групповые, раздевальные: 2 младшей группы средней и старшей групп	21
	20
Спальня: ясельных групп дошкольных групп	21
	19
Классные помещения, учебные кабинеты, лаборатории	18
Учебные мастерские	15
Спортивный зал	15-17

В операционных, наркозных, послеоперационных палатах, родовых, реанимационных залах и палатах интенсивной терапии относительную влажность воздуха следует принимать 55-60%. В других помещениях лечебно-профилактических учреждений относительную влажность воздуха в зимнее время следует принимать 30-50%. Скорость движения воздуха не должна превышать 0,15 м/с.

ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ:

1. Румянцев Г.И (ред). Гигиена.- М.: ГЭОТАР Медицина, 2000. - 608 с.
2. Пивоваров Ю.П., Гоева О.Э. Величко А.А. Руководство к лабораторным занятиям по гигиене. - М.: Медицина, 1983
3. Гурова А.И. Горлова О.Е. Практикум по общей гигиене. - М.: Изд-во Университета дружбы народов, 1991

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ:

1. Минх А.А. Методы гигиенических исследований. - М.: Медицина, 1971.
2. Марзеев А.Н., Жаботинский В.М. Коммунальная гигиена. - М.: Медицина, 1979.
3. СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно- эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»
4. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;
5. СанПиН 2.4.2.2821-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях"
6. СанПиН 2.4.1.3049-13 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций»

Содержание

Введение.....	3
Атмосферный воздух как окружающая среда.....	4
Гигиеническая оценка микроклимата помещений.....	7
Измерение температуры воздуха.....	8
Правила определения температуры воздуха в помещении.....	9
Основные принципы гигиенического нормирования температуры и других параметров микроклимата воздуха.....	10
Определение влажности воздуха.....	10
Определение барометрического давления.....	14
Определение скорости движения воздуха.....	15
Задачи.....	18
Справочный материал.....	19
Литература.....	20