

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ОБЩЕЙ ГИГИЕНЫ

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
И ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ЖИЛЫХ
ПОМЕЩЕНИЙ И ОБЩЕСТВЕННЫХ
ЗДАНИЙ**

Учебно-методическое пособие



Минск БГМУ 2021

УДК 613.5(075.8)
ББК 51.24я73
М54

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве учебно-методического пособия 25.01.2021 г., протокол № 1

А в т о р ы: канд. хим. наук, доц. Т. И. Борщенская; канд. мед. наук, доц. Н. Л. Бацукова; ст. преп. Н. А. Фролов; ст. преп. Т. А. Терехова-Якубовская

Р е ц е н з е н т ы: канд. мед. наук, доц., ведущий научный сотрудник лаборатории комплексных проблем гигиены пищевых продуктов Научно-практического центра гигиены В. Г. Цыганков; каф. гигиены труда Белорусского государственного медицинского университета

Методы исследования и гигиеническая оценка параметров микроклимата жилых помещений и общественных зданий : учебно-методическое пособие / Т. И. Борщенская [и др.]. – Минск : БГМУ, 2021. – 30 с.

ISBN 978-985-21-0771-6.

Рассмотрено гигиеническое значение микроклимата помещений, изложены современные методы оценки параметров микроклимата жилых помещений и общественных зданий. Учебно-методическое пособие поможет освоить решение ситуационных задач по гигиенической оценке микроклиматических условий.

Предназначено для студентов 2-го курса всех факультетов.

УДК 613.5(075.8)
ББК 51.24я73

ISBN 978-985-21-0771-6

© УО «Белорусский государственный медицинский университет», 2021

МОТИВАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМЫ

Общее время занятий:

– 6 учебных часов — для студентов медико-профилактического факультета;

– 2–3 учебных часа — для студентов лечебного, педиатрического, военно-медицинского, стоматологического факультетов и факультета иностранных учащихся.

Микроклимат помещений является важным физическим фактором окружающей среды, влияющим на состояние здоровья и работоспособность людей. Это обуславливает актуальность гигиенического исследования основных закономерностей формирования микроклимата, термоадаптации организма, путей ускорения или облегчения этого процесса, гигиенической оценки микроклимата как базовой основы для прогнозирования состояния и работоспособности людей.

Цель занятия: овладеть методиками гигиенической оценки микроклимата помещений жилых и общественных зданий.

Задачи занятия:

1. Ознакомить студентов с воздействием на организм человека микроклиматических факторов и их гигиеническим нормированием.

2. Закрепить знания о влиянии метеорологических факторов (атмосферное давление, температура, влажность, скорость движения воздуха) на тепловое состояние организма.

3. Обратить внимание на важную роль микроклиматических условий в общем комплексе лечебных и профилактических мероприятий в организациях здравоохранения.

4. Научить давать рекомендации по оптимизации микроклиматических параметров в помещениях различного предназначения.

Требования к исходному уровню знаний. Для полного освоения темы необходимо повторить:

– из физиологии: пути теплоотдачи организма;

– физики: приборы для определения температуры, влажности, скорости и направления движения воздуха, атмосферного давления и принципы их работы.

Контрольные вопросы из смежных дисциплин:

1. Теплообмен организма с окружающей средой.

2. Факторы, определяющие теплопродукцию и теплоотдачу.

3. Приборы для определения температуры воздуха, влажности, скорости и направления движения воздуха, атмосферного давления. Условия их применения, методики определения.

Контрольные вопросы по теме занятия:

1. Понятие о микроклимате и факторах, его формирующих.

2. Различия между понятиями «погода», «климат», «микроклимат».
3. Температура воздуха и ее гигиеническое значение.
4. Влажность воздуха. Абсолютная, максимальная, относительная влажность. Физический и физиологический дефицит насыщения. Гигиеническое значение влажности воздуха.
5. Скорость движения воздуха. Причины движения воздуха в открытой атмосфере и закрытых помещениях, гигиеническое значение показателя.
6. Атмосферное давление и его гигиеническое значение.
7. Роза ветров и ее гигиеническое значение.
8. Методика исследования микроклимата закрытых помещений.
9. Общие принципы нормализации микроклимата и профилактика перегревания и переохлаждения.
10. Приборы для определения параметров микроклимата, принцип действия, методики использования.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ

Нормальная жизнедеятельность любого организма и его работоспособность тесно связаны с воздухом, его физическими свойствами и химическим составом. Воздушная среда является необходимым условием жизни на Земле.

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

Перечисленные факторы как в совокупности, так и каждый в отдельности могут оказывать неблагоприятное влияние на организм человека.

В процессе взаимодействия организма человека с воздушной средой появились приспособительные механизмы, нарушение которых из-за резкого изменения физических свойств воздуха может привести к их срыву и развитию патологических состояний в виде функционального нарушения организма.

Функциональное состояние организма — это совокупность характеристик физических систем, отражающих взаимодействие организма с окружающей средой, его жизнедеятельность и работоспособность. На функциональное состояние организма оказывают влияние состояние климата, погодных условий, а также микроклимата тех помещений, в которых живет и работает человек.

Климат — среднее состояние микроклиматических условий, установленных на основании многолетних наблюдений, характерное для данной местности.

Погода — среднее состояние метеорологических условий в данной местности в течение короткого периода времени (часы, сутки, недели).

Микроклимат — тепловое состояние окружающей среды, определяемое комплексом физических факторов (температура, влажность, скорость движения воздуха, лучистое тепло) в ограниченном пространстве и оказывающее влияние на тепловой обмен организма.

Особое значение приобретают показатели микроклимата помещений как одного из важнейших физических факторов окружающей среды, от которых во многом зависит функциональное состояние организма людей, находящихся в этих помещениях.

Гигиеническое нормирование параметров микроклимата (температура, влажность и скорость движения воздуха) осуществляется в соответствии с действующими ТНПА [5–7] в зависимости от периода года (холодный, теплый) и функционального назначения помещений.

Теплый период года — промежуток времени, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха выше $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Холодный период года — промежуток времени, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха, равной $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже.

Различают оптимальные и допустимые микроклиматические условия.

Оптимальные микроклиматические условия — сочетания параметров микроклимата (температура, относительная влажность и скорость движения воздуха), которые при длительном систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального теплового состояния организма без напряжения механизмов терморегуляции, в то время как **допустимые микроклиматические условия** допускают напряжение механизмов терморегуляции, не выходящее за пределы физиологической нормы.

В зависимости от совокупности параметров микроклимата выделяют следующие **виды микроклимата**:

1) комфортный (жилые, офисные помещения, операторские, сборочные цеха);

2) дискомфортный:

а) нагревающий с преобладанием:

– радиационного тепла (прокатные, литейные цеха);

– конвекционного тепла (турбинные, химические цеха);

б) охлаждающий:

– с субнормальными температурами (от $+10$ до $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$) (судостроительное производство);

– низкими температурами (ниже $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$) (холодильники);

в) переменный (работа на открытом воздухе — строительство);

г) с повышенной влажностью:

– при нормальной и низкой температуре воздуха (рыбообрабатывающие цеха);

– высокой температуре воздуха (красильные цеха).

Наиболее часто неблагоприятное влияние микроклимата обусловлено изменением температуры, влажности, скорости движения воздуха, а также атмосферного давления.

ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

Человек способен поддерживать относительное постоянство температуры своего тела при изменениях температуры окружающей среды. Это происходит благодаря тому, что организм обладает сложным процессом терморегуляции, состоящим из химической (телопродукция) и физической (теплоотдача) терморегуляции, позволяющим ему приспосабливаться к различным температурным условиям и кратковременно переносить без ущерба для здоровья значительные колебания температуры окружающей среды.

Химическая терморегуляция, т. е. выработка тепла организмом, осуществляется за счет химических процессов окисления белков, жиров, углеводов. При высокой температуре воздуха уровень окислительных процессов в организме снижается и теплообразование уменьшается, при низкой температуре происходит обратное.

Физическая терморегуляция — это отдача тепла организмом с поверхности кожи. При высокой температуре воздуха кожные сосуды расширяются, повышается температура кожи, усиливается потоотделение, отдача тепла увеличивается и организм не перегревается. При низкой температуре воздуха кожные сосуды сужаются, кровь перемещается ко внутренним органам, кожа охлаждается, разница между температурой кожи и воздуха снижается и теплоотдача уменьшается, вследствие чего человек не переохлаждается.

Основными способами отдачи тепла организмом являются:

– радиация или теплоизлучение (40–50 %);

– теплопроводение: конвекция (20 %), кондукция (> 10 %);

– испарение (до 25 %).

Радиация, или излучение — испускание волн определенной длины предметами, т. е. излучение тепла от более теплых в сторону более холодных предметов и поверхностей (стены, мебель и т. п.). Излучение не зависит от температуры окружающей среды.

Конвекция — отдача тепла путем послойного нагревания прилегающего к телу воздуха.

Кондукция — отдача тепла путем непосредственного соприкосновения тела с холодными поверхностями предмета.

Испарение, или перспирация — отдача тепла путем потоотделения. Она зависит от влажности окружающей среды. Если температура внешней среды выше температуры тела, то этот вариант теплоотдачи единственный. Испарение интенсивней при низкой влажности.

Поскольку возможности терморегуляторных механизмов не безграничны, то при очень низких или очень высоких температурах воздуха организм не может сохранить постоянство температуры тела, что может приводить к переохлаждению или перегреванию.

Влияние пониженных температур на организм человека (ниже +15 °С). При падении температуры воздуха ниже оптимальных величин, особенно в сочетании с ветром и высокой влажностью воздуха, потери тепла организмом существенно возрастают. В зависимости от тренированности организма до определенного предела это неблагоприятное воздействие среды компенсируется за счет механизмов терморегуляции. Однако при значительном усилении охлаждающей способности среды обитания тепловой баланс нарушается, теплопотери превышают теплопродукцию и наступает переохлаждение организма.

Переохлаждение происходит постепенно. В первую очередь охлаждаются поверхностные ткани, т. е. так называемая оболочка (кожа, жировая клетчатка, мышцы), при сохранении нормальной температуры паренхиматозных органов. При понижении температуры кожи до 20–15 °С возможно появление болевых ощущений.

При дальнейшем охлаждении снижается температура всего тела, что сопровождается рядом негативных явлений. Снижение температуры глубоких тканей — «ядра» — до 33–32 °С является опасным для жизни.

Влияние низких температур также сказывается на состоянии иммунной системы организма: снижается сопротивляемость организма инфекционным агентам, что может привести к простудным заболеваниям (катаральные воспаления верхних дыхательных путей, плевриты и т. п.) и могут развиваться специфические инфекционные заболевания (грипп, пневмония, туберкулез) при наличии соответствующего возбудителя.

Влияние повышенной температуры воздуха на организм человека. При воздействии на организм высокой температуры воздуха (более 30 °С) нарушается отдача тепла путем конвекции и излучения. В этих случаях основным способом теплоотдачи является испарение пота. Если же отдача тепла всеми путями затруднена, то происходит срыв терморегуляции, т. е. перегревание организма.

Нахождение в помещениях с высокой температурой оказывает также отрицательное влияние на функциональное состояние центральной нервной системы, что выражается в усилении процессов торможения

в коре головного мозга и, как следствие, приводит к снижению физической и умственной работоспособности, наблюдается слабость, головокружение, шум в ушах, учащаются дыхание и сердцебиение. Резкое перегревание организма может привести к развитию теплового удара, при котором температура тела повышается до 40 °С, отмечаются болезненность мышц, сухость во рту, нервно-психическое возбуждение, потеря сознания, вплоть до коматозного состояния.

Физическая терморегуляция в условиях высокой температуры осуществляется преимущественно двумя путями:

- изменением тонуса кожных сосудов, в результате которого происходит расширение сосудов (вазодилатация), кожа краснеет, ее температура повышается, вследствие чего возрастает радиационная и конвекционная теплоотдача;

- изменением активности потоотделения, проявляющегося его резким увеличением, — до 3–10 л в сутки вместо 0,4–0,5 л в комфортных условиях.

Кроме того, при повышенном потоотделении вместе с потом из организма выводятся соли, преимущественно хлориды (гипохлоремия), а также водорастворимые витамины группы В и витамин С. Вследствие потери хлорида натрия наблюдается обезвоживание тканей, нарушение водно-солевого баланса, проявляющееся судорогами, развиваются угнетение желудочной секреции, снижение бактерицидной активности желудочного сока, сгущение крови, нарушение эндокринной деятельности и работы сердечно-сосудистой системы.

Приборы для измерения температуры воздуха. Для измерения температуры воздуха используются термометры (спиртовые, ртутные, электрические). Они бывают измеряющие и фиксирующие. К фиксирующим относятся спиртовой (минимальный) и ртутный (максимальный) термометры. Для непрерывной регистрации температуры воздуха применяют самопишущие приборы — термографы.

Гигиеническое нормирование температуры воздуха осуществляется в зависимости от функционального назначения помещения и периода года (холодный, теплый) в виде относительных и допустимых показателей (прил. 1).

ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

Влажность воздуха оказывает существенное влияние на процессы теплообмена организма с внешней средой. Различают несколько видов влажности:

- абсолютную — количество водяных паров, содержащихся в единице объема воздуха в данное время. Измеряется в миллиметрах ртутного столба (мм рт. ст. или г/м³);

— максимальную — количество водяных паров, которые насыщают единицу объема воздуха при данной температуре. Измеряется в тех же единицах, что и абсолютная влажность;

— относительную — отношение абсолютной влажности к максимальной, выраженное в процентах. Относительная влажность имеет наибольшее гигиеническое значение, т. к. только она показывает степень насыщения воздуха водяными парами.

Практическое значение имеют такие показатели, как физический и физиологический дефицит насыщения и температура точки росы.

Физический дефицит насыщения — разность между максимальной и абсолютной влажностью при данной температуре воздуха.

Физиологический дефицит насыщения — разность между максимальной влажностью при температуре тела и абсолютной влажностью при данной температуре воздуха.

Температура точки росы — температура, при которой величина абсолютной влажности становится максимальной.

Влияние влажности воздуха на теплообмен человека зависит от температуры воздуха и от того, повышенная она или пониженная.

Влияние повышенной влажности (выше 70 %). При высокой влажности и высокой температуре воздуха (воздух сырой горячий) резко затрудняется отдача тепла излучением и конвекцией (из-за уменьшения разницы между температурой кожи и температурой окружающей среды), испарение пота также затруднено, наступает профузное потение (на коже выступают видимые капли пота), не способствующее отдаче тепла, поэтому нахождение при таких условиях может привести к перегреву организма.

При высокой влажности воздуха и пониженной температуре (воздух сырой холодный) увеличивается отдача тепла посредством конвекции. Вследствие высокой теплоемкости и теплопроводности влажного воздуха, а также в сыром воздухе происходит увлажнение одежды, отчего ее теплозащитные свойства снижаются.

Частое и длительное пребывание людей в сырых холодных помещениях оказывает вредное воздействие на организм, что выражается в снижении иммунитета (риск присоединения инфекций) и возникновении воспалительных заболеваний периферической нервной системы (невриты, плекситы, радикулиты и т. д.).

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

Влияние пониженной влажности (ниже 30 %). Низкая влажность воздуха при повышенной температуре (сухой горячий воздух) способствует теплоотдаче организма путем усиленного испарения пота, и организм

долго не перегревается, а при пониженной температуре низкая влажность уменьшает теплопотери, т. к. сухой холодный воздух обладает плохой теплопроводностью, и организм длительное время не переохлаждается.

Таким образом, как высокие, так и низкие температурные нагрузки при сухом воздухе переносятся организмом человека лучше, чем при влажном, что позволяет использовать его для климатотерапии.

Отрицательное влияние сухого воздуха наблюдается только при влажности воздуха ниже 20 %, поскольку он оказывает иссушающее действие на слизистые оболочки носа, глотки, полости рта и верхних дыхательных путей, что приводит к появлению микротрещин.

Приборы для измерения влажности. Для измерения влажности используются стационарный психрометр Августа, аспирационный психрометр Ассмана, гигрометры, комбинированный прибор ТКА-ПКМ(20), предназначенный для измерения относительной влажности воздуха и температуры воздуха (прил. 2). Фиксировать изменения влажности в динамике можно с помощью гигрографа.

ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПОДВИЖНОСТИ ВОЗДУХА

Подвижность воздуха характеризуется направлением движения и скоростью. **Направление** определяется стороной света, откуда дует ветер, и обозначается румбами, а **скорость** — расстоянием, проходимым массой воздуха в единицу времени (м/с).

При планировке населенных пунктов необходимо учитывать преобладающее направление ветров в данной местности. Например, детские учреждения, больницы, жилые дома необходимо размещать с наветренной стороны с учетом санитарно-защитной зоны по отношению к промышленным предприятиям и другим объектам, которые могут стать источником загрязнения атмосферы.

Для выяснения господствующего направления строится **роза ветров** — графическое отображение частоты повторяемости ветров по румбам, наблюдающихся в данной местности в течение года.

Кроме того, изменение направления ветра является показателем изменения погоды, что необходимо учитывать при выборе одежды для профилактики перегревания и охлаждения.

Скорость движения воздуха в комплексе с температурой и влажностью воздействует на тепловой обмен человека, что выражается в увеличении теплопотерь путем конвекции и испарения. При высокой температуре умеренная подвижность воздуха способствует охлаждению кожи; зимой, наоборот, ветер вызывает переохлаждение кожи в результате усиленной отдачи тепла путем конвекции и увеличивает опасность обморожений. Мороз в тихую погоду переносится легче, чем при сильном ветре.

По мере понижения температуры воздуха и увеличения его подвижности повышается теплопродукция. Сильный ветер (более 20 м/с) нарушает ритм дыхания, механически препятствует выполнению физической работы и передвижению. Умеренный ветер оказывает бодрящее действие. Сильный продолжительный ветер способен вызвать как психическое возбуждение, так и депрессивное состояние. Наиболее благоприятная подвижность атмосферного воздуха в летнее время равна 1–5 м/с.

Приборы для определения скорости и направления движения воздуха. Для измерения больших значений скорости движения воздуха используются анемометры (чашечные, крыльчатые), анеморумбометры, а в помещениях, где подвижность воздуха невелика, — термоанемометры (например, прибор комбинированный ТКА-ПКМ(50)), кататермометры (цилиндрические, шаровые) (прил. 3).

Направление движения ветра определяется с помощью флюгера и анеморумбометра.

ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ

Воздух обладает весом и массой и под влиянием гравитационного поля создает у поверхности Земли атмосферное или барометрическое давление. С поднятием на высоту величина атмосферного давления уменьшается, а при опускании глубоко под землю или под воду — повышается. На уровне моря, широте 45° при температуре 0 °С атмосферное давление составляет 760 мм рт. ст., или 1 атм, при данных условиях атмосфера давит на 1 см² 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, т. к. жидкости и газы в организме имеют одинаковую упругость с наружным воздухом.

Суточные колебания атмосферного давления у поверхности Земли обычно не превышают 4–5 мм рт. ст., а годовые — 20–30 мм рт. ст. Такие изменения здоровые люди чаще всего не ощущают, однако, по данным медицинской статистики, до 70 % людей в той или иной степени реагируют на изменения погоды, связанные с изменениями атмосферного давления. Это явление получило название метеопатическая реакция, или метеочувствительность.

Метеочувствительные люди испытывают повышенную чувствительность к смене погоды и климата. Такие люди обычно имеют хронические нарушения сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной, опорно-двигательной систем организма.

Метеочувствительность — это реакция организма на воздействие метеорологических (погодных) факторов или повышенная чувствитель-

ность к колебаниям погоды вследствие ослабления механизмов адаптации, иммунитета или хронических заболеваний.

Различают три степени метеочувствительности. Легкая степень проявляется только субъективным недомоганием, субъективными жалобами. При выраженной средней степени отмечаются отчетливые объективные сдвиги: изменения артериального давления, электрокардиограммы и т. п. При тяжелой степени наблюдаются резко выраженные нарушения, проявляются различные типы метеопатических реакций.

При сердечном типе метеочувствительности возникают боли в области сердца, одышка. Мозговой тип метеочувствительности характеризуется головными болями, головокружениями, шумом и звоном в голове, смешанный тип — сочетанием сердечных и нервных нарушений. При астеноневротическом типе метеочувствительности отмечаются повышенная возбудимость, раздражительность, бессонница, изменяется артериальное давление. Встречаются люди, которые не могут четко локализовать проявления. Это неопределенный тип реакции: общая слабость, боль и ломота в суставах, мышцах и т. п.

Характер и величина повреждений, обусловленных воздействием атмосферного давления, зависят от величины (амплитуды) отклонений атмосферного давления и главным образом от скорости его изменения.

Абсолютно здоровые люди с хорошо функционирующими механизмами адаптации на погоду не реагируют. У практически здоровых людей резкая перемена погоды отражается в основном на состоянии психоэмоциональной сферы, иногда при аномальных климатических явлениях наблюдаются метеоневрозы, т. е. у этих людей серьезных сбоев в работе организма не происходит.

Поскольку выявить самостоятельное влияние небольших колебаний атмосферного давления на организм очень трудно, то его рассматривают как фактор, характеризующий состояние погоды в целом, оказывающий суммарное воздействие на организм. Понижение атмосферного давления предшествует пасмурной, дождливой погоде из-за притока более теплого воздуха (циклона), а повышение — сухой, ясной погоде, зимой с резким похолоданием (антициклон).

Приборы для определения атмосферного давления. Атмосферное давление измеряют с помощью ртутного барометра или барометра-анероида. Для непрерывной регистрации колебаний атмосферного давления используют барограф.

Чаще всего величина атмосферного давления выражается в мм рт. ст. и гПа.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОКЛИМАТА ЗАКРЫТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Определение температурного режима. Для определения температурного режима помещения измеряют температуру воздуха в жилых точках: у наружной стены (10 см от нее), в центре и у внутренней стены (10 см от нее). Измерения проводят на уровне 0,1; 1; 1,5 м от пола. Среднюю температуру помещения вычисляют по трем значениям измерений в различных точках по горизонтали, проведенных на высоте 1,5 м.

Нормативные значения. Для жилых помещений допустимое значение температуры на протяжении всего отопительного сезона должно составлять 18–24 °С.

Для производственных и офисных помещений температура зависит от категории работ по уровню энергозатрат и периода года (прил. 1).

Для категории работ по уровню энергозатрат Ia (Вт) оптимальное значение температуры в холодный период года должно составлять 22–24 °С, в теплый — 23–25 °С, допустимое — 20–25 °С.

Определение влажности воздуха с помощью психрометров. Применение стационарного психрометра Августа. В резервуар влажного термометра психрометра заливают воду, обильно смачивают батист термометра, после чего психрометр подвешивают на штативе в точке измерения. Через 7–10 мин снимают показания сухого и влажного термометра.

Абсолютную влажность K можно вычислить по формуле:

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

где f — максимальная влажность при t влажного термометра (определяется по таблице из прил. 4); a — психрометрический коэффициент; t_1 — температура сухого термометра; t_2 — температура влажного термометра; B — барометрическое давление в мм рт. ст.

Относительную влажность R определяют по следующей формуле:

$$R = \frac{K}{F} 100 \%,$$

где F — максимальная влажность при t сухого термометра.

Относительную влажность рассчитывают и по психрометрическим таблицам. Ее значение находят в точке пересечения показаний сухого и влажного термометра (прил. 5).

Физический дефицит насыщения $D_{\text{физ.}}$ определяется по формуле:

$$D_{\text{физ.}} = F_{t \text{ помещ.}} - K.$$

Физиологический дефицит насыщения $D_{\text{физиол.}}$ определяется по формуле:

$$D_{\text{физиол.}} = F_{t \text{ тела}} - K.$$

Для определения температуры точки росы приравняется найденная абсолютная влажность к максимальной и находится в таблице прил. 4 искомая температура.

Применение аспирационного психрометра Ассмана. С помощью пипетки водой смачивают батист влажного термометра аспирационного психрометра Ассмана, заводят пружину аспирационного устройства (или подключают к сети электропровод), после чего психрометр подвешивают на штативе в точке измерения. Через 8–10 мин снимают показания сухого и влажного термометров.

Абсолютную влажность вычисляют по формуле:

$$K = f - 0,5 \cdot (t_1 - t_2) \cdot \frac{B}{755}.$$

Относительную влажность рассчитывают и по психрометрическим таблицам, предназначенным для аспирационных психрометров, аналогично определению с помощью стационарного психрометра.

Нормативные значения. Для жилых помещений допустимая относительная влажность не должна превышать 60 %.

Для производственных и офисных помещений показатели микроклимата зависят от категории работ по уровню энергозатрат (прил. 1).

Для категории работ по уровню энергозатрат Ia (Вт) оптимальная относительная влажность составляет 60–40 %, допустимая — 15–75 %.

Определение скорости движения воздуха. Применение кататермометра. *Принцип работы:* если кататермометр нагреть до определенной температуры, которая выше температуры воздуха, то при охлаждении под влиянием температуры и движения воздуха прибор потеряет при определенном уровне температуры определенное количество тепла. Зная эту величину охлаждения кататермометра и температуру окружающего воздуха, по эмпирическим формулам и таблицам можно вычислить скорость движения воздуха.

Ход работы: шаровой кататермометр помещают в сосуд с горячей водой при температуре 65–70 °С до тех пор, пока окрашенный спирт не заполнит половину верхнего резервуара. После этого кататермометр вытирают насухо и вешают на штатив в месте, где нужно определить скорость движения воздуха. Далее с помощью секундомера определяют время в секундах, за которое столбик опустился от T_1 до T_2 . Можно брать интервалы от 40 до 33 °С, от 39 до 34 °С, от 38 до 35 °С, т. е. такой интервал, чтобы частное от деления суммы T_1 и T_2 равнялось 36,5 °С. Опыт повто-

ряют 2–3 раза и вычисляют средние показатели, на основе которых вычисляют величину охлаждения H (мкал/см² · с).

Величину охлаждения цилиндрического кататермометра и шарового с интервалом 38–35 °С вычисляют по формуле:

$$H = \frac{F}{a},$$

где F — фактор прибора, постоянная величина, показывающая количество тепла, теряемое с 1 см² поверхности прибора за время его охлаждения с 38 до 35 °С; a — время охлаждения прибора.

При использовании на шаровом кататермометре интервалов 40–35 °С и 39–34 °С величину охлаждения вычисляют по формуле:

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

где $\Phi = \frac{F}{a}$.

Значение фактора F обозначено на тыльной стороне каждого кататермометра.

Для вычисления скоростей движения воздуха V менее 1 м/с применяют формулу:

$$V = \left[\frac{\frac{H}{Q} - 0,2}{0,4} \right]^2,$$

где Q — разность между средней температурой тела 36,5 °С и температурой окружающего воздуха.

Данная разность температур вычисляется по следующей формуле:

$$Q = T_{\text{тела}} - T_{\text{возд.}}$$

Для вычисления скоростей движения воздуха более 1 м/с используется формула:

$$V = \left[\frac{\frac{H}{Q} - 0,13}{0,47} \right]^2.$$

0,2; 0,4; 0,13; 0,47 — эмпирические коэффициенты.

Применение чашечного (крыльчатого) анемометра. Принцип определения: ток воздуха вращает чашечную (крыльчатую) турбину, обороты которой через систему зубчатых колес передаются счетному механизму с циферблатом и показательными стрелками. На основании скорости вращения по графику анемометра вычисляют скорость движения воздуха.

Ход работы: фиксируют исходные показатели циферблатов анемометра. Включают вентилятор. В воздушный поток на заданном расстоянии от вентилятора вносят турбину анемометра осью перпендикулярно

направлению потока. Через 1–2 мин холостого вращения после установления скорости вращения включают счетчик оборотов N_1 . Через 5–10 мин счетчик выключают и фиксируют новые показатели стрелок N_2 . Затем рассчитывают количество оборотов турбины N за время исследований t :

$$N = N_2 - N_1.$$

После этого рассчитывают скорость вращения V :

$$V = N/t.$$

Единица измерения V — об./с.

На графике анемометра на оси абсцисс делают отметку, соответствующую скорости вращения в об./с, продолжают условную линию до графика, опускают на ось координат и в точке пересечения с последней находят значение скорости движения воздуха в м/с.

Нормативные значения. Для жилых помещений допустимая скорость движения воздуха не должна превышать 0,3 м/с.

Для производственных и офисных помещений скорость движения воздуха зависит от категории работ по уровню энергозатрат (прил. 1) и периода года.

Для категории работ по уровню энергозатрат Ia (Вт) оптимальная скорость движения воздуха составляет 0,1 м/с, в теплый период года допускается 0,2 м/с.

Схема построения розы ветров. Строится график, для чего проводят линии с обозначением 4 основных (С, В, Ю, З) и 4 промежуточных (СВ, ЮВ, ЮЗ, СЗ) румбов. Затем по всем румбам от центра откладывают отрезки, соответствующие величинам повторяемости ветров в процентах по отношению к общему количеству дней в данном направлении за период наблюдения. Штиль (безветрие) обозначают из центра графика окружностью, диаметр которой соответствует частоте штиля. Концы отрезков соединяют прямыми линиями. Определяют господствующее направление ветра, место расположения промышленного предприятия (с подветренной стороны) и место строительства лечебно-профилактического учреждения (с наветренной стороны) в данном населенном пункте.

Определение атмосферного давления. Атмосферное давление определяется с помощью ртутных барометров и барометров-анероидов.

Принцип работы барометра-анероида и барографов следующий: в барометре имеется безвоздушная металлическая коробочка с упругими волнообразными стенками. Колебания атмосферного давления отражаются на ее объеме и форме. Эти изменения посредством пружины и рычагов передаются стрелке (барометр) или самописцу (барограф).

Ход работы: перед началом отсчета следует осторожно постучать по стеклу прибора, чтобы преодолеть трение металлических передаточ-

ных частей. Цифры шкалы обозначают сотни и десятки мм рт. ст., единицы отсчитываются по промежуточным делениям шкалы.

Чтобы узнать величину давления, надо только определить положение стрелки на шкале.

1 гПа — это давление, которое оказывает тело массой около 1 г на 1 см² поверхности. 1 гПа равен 0,7501 мм рт. ст. Для пересчета величины давления, выраженной в мм рт. ст., в гПа нужно полученную величину умножить на 1,33.

Нормативное значение атмосферного давления составляет 745–755 мм рт. ст. Полученные результаты параметров микроклимата вносят в таблицу согласно прил. 6.

САМОКОНТРОЛЬ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ

Задача 1

В жилой комнате температура воздуха, согласно показаниям сухого термометра стационарного психрометра Августа, составила 22,4 °С, показания влажного термометра — 19,3 °С. Атмосферное давление — 760 мм рт. ст.

Определите относительную влажность по формуле и по таблице (прил. 5). 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 23,4 °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 стационарного психрометра Августа, составила 21,2 °С, влажного — 19,8 °С. Атмосферное давление составляет 740 мм рт. ст., психрометрический коэффициент равен 0,0011.

Определите относительную влажность по формуле и по таблице (прил. 5). Соответствует ли она нормируемой величине? Определите температуру точки росы.

Задача 4

Скорость движения воздуха в жилом помещении определялась с помощью шарового кататермометра. Фактор прибора — 680 мкал/см², 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 5

Определите скорость движения воздуха в помещении по цилиндрическому кататермометру. Фактор кататермометра — 520 мкал/см^2 . 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 6

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 — $19,3$ °С, влажного — $17,7$ °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 7

Микроклимат двух закрытых помещений характеризуется следующими показателями: в первом — температура воздуха составила $23,2$ °С, относительная влажность — 63 %, во втором — соответственно $15,6$ °С и 82 %.

В каком из помещений воздух сможет вместить большее количество влаги?

Задача 8

Дайте гигиеническую оценку микроклимата двух закрытых помещений, если в первом из них температура воздуха $18,4$ °С, а относительная влажность 62 %, во втором — соответственно $30,2$ °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?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Гигиена* : учеб. / под ред. Ю. В. Лизунова, С. М. Кузнецова. Санкт-Петербург : СпецЛит, 2017. 720 с.
2. *Цыганков, В. Г.* Гигиена : учеб.-метод. пособие / В. Г. Цыганков, А. М. Бондарчук, Н. Л. Бацукова. Минск : БГТУ, 2016. 146 с.
3. *Общая* и военная гигиена : учеб. пособие для студентов учреждений высш. образования по специальности «Медико-психологическое дело» / под ред. И. А. Наумова. Минск : Высшэйшая школа, 2019. 511 с.
4. *Общая* и военная гигиена : учеб. пособие для студентов учреждений высш. образования по специальности «Лечебное дело», «Медико-диагностическое дело» / В. Н. Бортновский [и др.] ; под ред. В. Н. Бортновского. Минск : Новое знание, 2018. 520 с.

Дополнительная

5. *Об утверждении Санитарных норм, правил и гигиенических нормативов «Гигиенические требования к устройству, оборудованию и содержанию жилых домов и признании утратившим силу постановления главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 1 августа 2006 г. № 92»* [Электронный ресурс] : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 20 авг. 2015 г. № 95 : в редакции постановления М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 11 апр. 2017 г. № 29. Режим доступа : <https://www.pravo.by>. Дата доступа : 10.10.2020.
6. *Об утверждении специфических санитарно-эпидемиологических требований к содержанию и эксплуатации общежитий и иных мест проживания* [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 04 нояб. 2019 г. № 740. Режим доступа : <https://www.pravo.by>. Дата доступа : 10.10.2020.
7. *Об утверждении Санитарных норм, правил «Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях» и Гигиенического норматива «Показатели микроклимата производственных и офисных помещений» и признании утратившим силу постановления Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 25 марта 1999 г. № 12.* [Электронный ресурс] : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 30 апр. 2013 г. № 33. Режим доступа : <https://www.energodoc.by>. Дата доступа : 01.10.2020.

ОСНОВНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МИКРОКЛИМАТА ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Системы отопления и вентиляции должны обеспечивать соответствие допустимых параметров микроклимата в жилых помещениях жилых домов в течение всего отопительного периода следующим требованиям [5]:

- температура воздуха — 18–24 °С;
- относительная влажность — не более 60 %;
- скорость движения воздуха — не более 0,3 м/с.

Указанные параметры микроклимата не распространяются на места проживания, оборудованные автономной системой отопления.

Таблица 1

Оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата на рабочих местах производственных и офисных помещений

Вид помещения	Показатели микроклимата	Холодный период года		Теплый период года	
		Оптимальный показатель	Допустимый показатель	Оптимальный показатель	Допустимый показатель
Производственные и офисные помещения (категория работ по уровню энергозатрат Ia, Вт)*	Температура, °С	22–24	20–25	23–25	20–25
	Относительная влажность воздуха, %	60–40	15–75	60–40	15–75
	Скорость движения воздуха, м/с	0,1	0,1	0,1	0,2

* К категории Ia относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, на часовом, швейном производствах, в офисе, сфере управления и подобные).

Таблица 2

Оптимальные значения параметров микроклимата на рабочих местах производственных и офисных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт*	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia	22–24	21–25	60–40	0,1
	Iб	21–23	20–24	60–40	0,1

	IIa	19–21	18–22	60–40	0,2
--	-----	-------	-------	-------	-----

Окончание табл. 2

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт*	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Теплый	IIб	17–19	16–20	60–40	0,2
	III	16–18	15–19	60–40	0,3
	Ia	23–25	22–26	60–40	0,1
	Iб	22–24	21–25	60–40	0,1
	IIa	20–22	19–23	60–40	0,2
	IIб	19–21	18–22	60–40	0,2
	III	18–20	17–21	60–40	0,3

* В соответствии с приложением 1 к Санитарным нормам и правилам «Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях», утвержденных постановлением, утвердившим настоящий Гигиенический норматив.

ПРИБОР КОМБИНИРОВАННЫЙ ТКА-ПКМ(20)

Назначение: для измерения относительной влажности (RH , %) и температуры воздуха (T , °C).

Область применения: санитарный и технический надзор в жилых и производственных помещениях, музеях, библиотеках, архивах; аттестация рабочих мест и другие сферы деятельности.

Основные технические характеристики:

1. Диапазоны измерений:

- относительной влажности — 10–98 %;
- температуры воздуха — 0–50 °C.

2. Пределы допускаемых погрешностей измерений при температуре воздуха (20 ± 5) °C:

- относительной влажности — +5 %;
- температуры воздуха — +0,5 °C.

Устройство и принцип работы. Конструктивно прибор выполнен в виде двух функциональных блоков: блока обработки сигналов и измерительной головки, соединенных между собой кабелем связи (рис.).



Рис. Внешний вид прибора ТКА-ПКМ(20):

1 — блок обработки сигналов; 2 — защитный колпачок; 3 — измерительная головка;
4 — кабель связи

На лицевой стороне корпуса прибора расположены жидкокристаллический индикатор и переключатель каналов измерений.

Зонд с датчиками относительной влажности и температуры воздуха установлен на верхней торцевой крышке корпуса измерительной головки.

Принцип работы прибора заключается в преобразовании датчиками параметров микроклимата в электрические сигналы с обработкой и цифровой индикацией полученных числовых значений параметров на дисплее прибора.

Для определения желаемого параметра достаточно поместить прибор в зону измерений и считать с жидкокристаллического дисплея измеренное значение.

Переключение каналов измерений производится поворотом переключателя, при этом прибор автоматически включается. Выключение прибора производится возвратом переключателя в исходное положение.

Порядок работы:

1. Снять защитный колпачок. Поместить прибор в зону измерений. При резком изменении температуры и влажности окружающего воздуха необходимо выдержать прибор во времени для установления тепло-влажностного равновесия между зондами и окружающей средой.

2. Поворотом переключателя выбрать нужный параметр. Считать с дисплея измеренное значение. При выходе за пределы диапазона измерения относительной влажности ($> 100\%$) на дисплее появится символ «HV».

3. По окончании измерений выключить прибор и надеть на зонд защитный колпачок.

Внимание! Не допускается попадания капель влаги в измерительную полость зонда, не допускается погружать зонд в жидкость.

ПРИБОР КОМБИНИРОВАННЫЙ ТКА-ПКМ(50)

Назначение: для измерения скорости движения воздуха (м/с).

Область применения: санитарный и технический надзор в жилых и производственных помещениях, музеях, библиотеках, архивах; аттестация рабочих мест и другие сферы деятельности.

Основные технические характеристики:

1. Диапазон измерения скорости движения воздуха — 0,1–20 м/с.
2. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности при температуре воздуха в зоне измерения $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$:
 - в диапазоне 0,1–1 м/с — $+(0,045 + 0,05 V)$;
 - в диапазоне 1–20 м/с — $+(0,1 + 0,05 V)$.

Эксплуатационные параметры:

1. Температура окружающего воздуха, $^\circ\text{C}$:
 - нормальные рабочие условия — (20 ± 5) ;
 - рабочий диапазон температур — 0–40;
 - температура воздуха в зоне измерений — 0–50.
2. Относительная влажность воздуха при температуре окружающего воздуха $25 ^\circ\text{C}$ — не более 95 %.
3. Атмосферное давление — 80–110 кПа.

Устройство и принцип работы. Конструктивно прибор выполнен в виде двух функциональных блоков: блока обработки сигналов и измерительной головки, соединенных между собой кабелем (рис.).

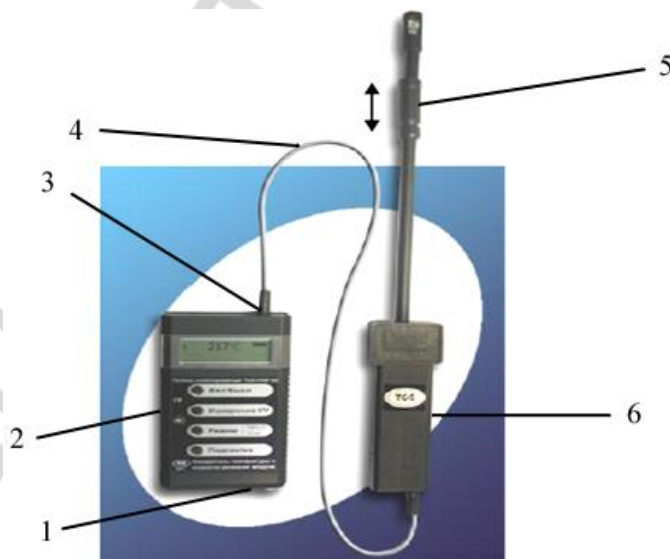


Рис. Внешний вид прибора ТКА-ПКМ(50):

- 1 — разъем зарядного устройства; 2 — блок обработки сигналов; 3 — разъем RS232;
4 — кабель связи; 5 — защитный колпачок; 6 — измерительная головка

На лицевой стороне корпуса прибора расположены жидкокристаллический индикатор (дисплей) и три кнопки ВКЛ/ВЫКЛ, РЕЖИМ и ПОДСВЕТКА.

Принцип работы прибора заключается в преобразовании датчиком скорости движения воздуха в электрические сигналы с обработкой и цифровой индикацией полученных числовых параметров на дисплее прибора.

Для определения скорости движения воздуха достаточно поместить прибор в зону измерений и считать с дисплея измеренное значение.

Подготовка к работе. Эксплуатация прибора допускается только в рабочих условиях. При резком изменении температуры окружающего воздуха необходимо выдержать прибор во времени для установления температурного равновесия между зондом и окружающей средой.

Перед началом работы необходимо убедиться в работоспособности элемента питания (аккумулятора). Если после включения прибора на индикаторном дисплее появится надпись «Разряд батареи!», нужно зарядить аккумулятор, для чего следует подключить к прибору зарядное устройство с помощью разъема зарядного устройства. Сам прибор необходимо выключить. Время зарядки аккумулятора составляет около 16 ч.

Порядок работы:

1. Включить прибор (на дисплее появятся показатели напряжения электрического питания и обратного отсчета времени, по окончании которого прибор готов к работе).

2. Сдвинуть вниз защитный колпачок.

3. Поместить зонд с датчиками в зону измерения. Во время измерения держать зонд так, чтобы цветной знак на головке зонда был направлен навстречу измеряемому потоку воздуха. Изменяя положение измерительной головки — поворотом вокруг оси — добейтесь регистрации максимальных показаний.

4. При нажатии кнопки РЕЖИМ на экране фиксируется показатель скорости движения воздуха (режим HOLD) и запускается таймер, отсчитывающий период времени, равный 100 с. При этом прибор не перестает измерять скорость движения воздуха, регистрируя значения без вывода на экран. По окончании отсчета времени на экране появляется средняя величина скорости движения воздуха. Отсчет можно прервать повторным нажатием кнопки РЕЖИМ.

5. По окончании измерений необходимо выключить прибор и надвинуть на головку с датчиками защитный колпачок.

Внимание! Не допускается попадания капель влаги в измерительную полость, не допускается погружать зонд в жидкость.

**МАКСИМАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ВОДЯНЫХ ПАРОВ
ПРИ РАЗНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ, ММ РТ. СТ.**

Целые градусы	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	5,33	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	11,38	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	21,84	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	26,74	26,90	27,06	27,21	27,37	27,54	27,70	27,86	28,02	28,18
28	28,35	28,51	28,68	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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ПО ПОКАЗАНИЯМ СТАНЦИОННОГО ПСИХРОМЕТРА

Показания сухого термометра, °С	Показания влажного термометра, °С																																					
	5,3	5,7	6,0	6,4	6,8	7,2	7,6	8,0	8,4	8,7	9,1	9,5	9,9	10,3	10,7	11,0	11,3	11,7	12,0	5,3	5,7	6,0	6,4	6,8	7,2	7,6	8,0	8,4	8,7	9,1	9,5	9,9	10,3	10,7	11,0	11,3	11,7	12,0
12	5,3	5,7	6,0	6,4	6,8	7,2	7,6	8,0	8,4	8,7	9,1	9,5	9,9	10,3	10,7	11,0	11,3	11,7	12,0	5,3	5,7	6,0	6,4	6,8	7,2	7,6	8,0	8,4	8,7	9,1	9,5	9,9	10,3	10,7	11,0	11,3	11,7	12,0
13	5,9	6,4	6,8	7,2	7,6	8,0	8,4	8,8	9,2	9,6	10,0	10,4	10,8	11,1	11,5	11,8	12,2	12,6	13,0	5,9	6,4	6,8	7,2	7,6	8,0	8,4	8,8	9,2	9,6	10,0	10,4	10,8	11,1	11,5	11,8	12,2	12,6	13,0
14	6,6	7,1	7,5	8,0	8,4	8,8	9,2	9,7	10,1	10,5	10,9	11,3	11,7	12,1	12,5	12,8	13,2	13,6	14,0	6,6	7,1	7,5	8,0	8,4	8,8	9,2	9,7	10,1	10,5	10,9	11,3	11,7	12,1	12,5	12,8	13,2	13,6	14,0
15	7,3	7,8	8,2	8,7	9,2	9,6	10,0	10,5	10,9	11,4	11,8	12,2	12,6	13,0	13,4	13,8	14,2	14,6	15,0	7,3	7,8	8,2	8,7	9,2	9,6	10,0	10,5	10,9	11,4	11,8	12,2	12,6	13,0	13,4	13,8	14,2	14,6	15,0
16	8,0	8,5	9,0	9,4	9,9	10,3	10,8	11,3	11,8	12,2	12,6	13,1	13,5	14,0	14,4	14,8	15,2	15,6	16,0	8,0	8,5	9,0	9,4	9,9	10,3	10,8	11,3	11,8	12,2	12,6	13,1	13,5	14,0	14,4	14,8	15,2	15,6	16,0
17	8,6	9,1	9,7	10,2	10,7	11,2	11,6	12,1	12,6	13,0	13,5	13,9	14,4	14,9	15,3	15,8	16,2	16,6	17,0	8,6	9,1	9,7	10,2	10,7	11,2	11,6	12,1	12,6	13,0	13,5	13,9	14,4	14,9	15,3	15,8	16,2	16,6	17,0
18	9,3	9,9	10,4	10,9	11,4	11,9	12,4	12,9	13,4	13,9	14,4	14,8	15,3	15,7	16,2	16,6	17,1	17,5	18,0	9,3	9,9	10,4	10,9	11,4	11,9	12,4	12,9	13,4	13,9	14,4	14,8	15,3	15,7	16,2	16,6	17,1	17,5	18,0
19	10,0	10,6	11,1	11,7	12,2	12,7	13,2	13,8	14,8	14,8	15,3	15,7	16,2	16,7	17,2	17,6	18,1	18,5	19,0	10,0	10,6	11,1	11,7	12,2	12,7	13,2	13,8	14,8	14,8	15,3	15,7	16,2	16,7	17,2	17,6	18,1	18,5	19,0
20	10,6	11,2	11,8	12,4	12,9	13,4	14,0	14,5	15,1	15,6	16,1	16,6	17,1	17,6	18,1	18,5	19,0	19,5	20,0	10,6	11,2	11,8	12,4	12,9	13,4	14,0	14,5	15,1	15,6	16,1	16,6	17,1	17,6	18,1	18,5	19,0	19,5	20,0
21	11,2	11,9	12,6	13,1	13,6	14,2	14,8	15,3	15,9	16,5	17,1	17,5	18,0	18,6	19,1	19,5	20,0	20,5	21,0	11,2	11,9	12,6	13,1	13,6	14,2	14,8	15,3	15,9	16,5	17,1	17,5	18,0	18,6	19,1	19,5	20,0	20,5	21,0
22	11,8	12,5	13,2	13,8	14,4	15,0	15,6	16,1	16,7	17,3	17,9	18,4	18,9	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	11,8	12,5	13,2	13,8	14,4	15,0	15,6	16,1	16,7	17,3	17,9	18,4	18,9	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0
23	12,5	13,1	13,8	14,4	15,1	15,7	16,4	17,0	17,6	18,2	18,8	19,3	19,8	20,4	20,9	21,5	22,0	22,5	23,0	12,5	13,1	13,8	14,4	15,1	15,7	16,4	17,0	17,6	18,2	18,8	19,3	19,8	20,4	20,9	21,5	22,0	22,5	23,0
24	13,1	13,8	14,5	15,2	15,9	16,5	17,1	17,8	18,4	19,0	19,6	20,1	20,7	21,3	21,9	22,4	23,0	23,5	24,0	13,1	13,8	14,5	15,2	15,9	16,5	17,1	17,8	18,4	19,0	19,6	20,1	20,7	21,3	21,9	22,4	23,0	23,5	24,0
25	13,7	14,5	15,2	15,9	16,6	17,2	17,9	18,5	19,2	19,8	20,5	21,2	21,7	22,2	22,8	23,3	23,9	24,4	25,0	13,7	14,5	15,2	15,9	16,6	17,2	17,9	18,5	19,2	19,8	20,5	21,2	21,7	22,2	22,8	23,3	23,9	24,4	25,0
Относительная влажность, %	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА

Параметры микроклимата	Приборы для определения параметров микроклимата	Формулы для определения	Фактические значения	Нормативные значения для производственных и офисных помещений (категория работ по уровню энергозатрат Ia, Bт)
Температура				Холодный период: – оптимальная — 22–24 °С; – допустимая — 20–25 °С. Теплый период: – оптимальная — 23–25 °С; – допустимая — 20–25 °С
Влажность: – абсолютная; – относительная; – максимальная; – физический дефицит насыщения; – температура точки росы				Относительная влажность: – оптимальная — 40–60 %; – допустимая — 15–75 %
Физиологический дефицит насыщения				—
Атмосферное давление				745–755 мм рт. ст.
Скорость движения воздуха				Холодный период: – оптимальная — 0,1 м/с; – допустимая — 0,1 м/с. Теплый период: – оптимальная — 0,1 м/с; – допустимая — 0,2 м/с

ОГЛАВЛЕНИЕ

Мотивационная характеристика темы.....	3
Определение основных понятий.....	4
Гигиеническое значение температуры воздуха.....	6
Гигиеническое значение влажности воздуха.....	8
Гигиеническое значение подвижности воздуха.....	10
Гигиеническое значение атмосферного давления.....	11
Методика исследования микроклимата закрытых помещений.....	13
Самоконтроль усвоения темы.....	17
Список использованной литературы.....	19
Приложение 1.....	20
Приложение 2.....	22
Приложение 3.....	24
Приложение 4.....	26
Приложение 5.....	27
Приложение 6.....	28

Учебное издание

Борщенская Татьяна Игоревна
Бацукова Наталья Леонидовна
Фролов Николай Алексеевич
Терехова-Якубовская Татьяна Александровна

**МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ГИГИЕНИЧЕСКАЯ
ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА
ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ И ОБЩЕСТВЕННЫХ
ЗДАНИЙ**

Учебно-методическое пособие

Ответственная за выпуск Н. Л. Бацукова
Редактор А. В. Лесив
Компьютерная вёрстка С. Г. Михейчик

Подписано в печать 23.03.21. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».
Ризография. Гарнитура «Times».
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,3. Тираж 99 экз. Заказ 112.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный медицинский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/187 от 18.02.2014.
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.

Репозиторий БГМУ

Репозиторий БГМУ