

# ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

## ЦЕЛЬ

Определение параметров микроклимата на рабочем месте и их оценка по нормативным документам.

## ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Микроклимат производственных помещений – климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также интенсивности теплового излучения от нагретых поверхностей.

Влажность воздуха – содержание в воздухе водяного пара. Абсолютная влажность  $W$  – масса водяного пара в  $1 \text{ м}^3$  воздуха. Максимальная влажность  $F$  – масса водяного пара, который может насытить  $1 \text{ м}^3$  воздуха при данной температуре. Относительная влажность  $R$  – это отношение абсолютной влажности к максимальной.

Указанные параметры – каждый в отдельности и в совокупности – оказывают значительное влияние на работоспособность человека, его самочувствие и здоровье. При определенных их значениях человек испытывает состояние теплового комфорта, что способствует повышению производительности труда, предупреждению простудных заболеваний. И, наоборот, неблагоприятные значения микроклиматических показателей могут стать причиной снижения производственных показателей в работе, привести к таким заболеваниям работающих как различные формы простуды, радикулит, хронический бронхит, тонзиллит и др. Мероприятия по доведению микроклиматических показателей до нормативных значений включаются в комплексные планы предприятий по охране труда.

Для создания благоприятных условий работы, соответствующих физиологическим потребностям человеческого организма, санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения. Рабочая зона ограничивается высотой 2,2 м над уровнем пола, где находится рабочее место. При этом нормируются: температура, относительная влажность и скорость движения воздуха (СанПиН 2.2.4.548 – 96).

Нормы учитывают:

- 1) время года – холодный и переходный (+10 °С и ниже), теплый (+10 °С и выше) периоды;
- 2) категорию работ – легкая, средней тяжести и тяжелая (табл. 3.1);
- 3) характеристику помещения по тепловому облучению.

Классификация работ по категории тяжести определяется по затрачиваемой работниками энергии и приведена в табл. 3.1.

Табл. 3.1 Классификация работ по тяжести (СанПиН 2.2.4.548-96)

Категория работ	Характеристика работ	Физические энергозатраты, Вт
Легкая (категория 1б)	Работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой, но не требующие систематического физического напряжения или поднятия и переноски тяжестей.	< 174
Средней тяжести (категория 2а)	Работы, связанные с постоянной ходьбой, выполняемые стоя или сидя, но не требующие перемещения тяжестей.	175–232
Средней тяжести (категория 2б)	Работы, связанные с переноской тяжестей до 10 кг, и ходьбой.	233–290
Тяжелая (категория 3)	Работы, связанные с систематическим напряжением, в частности, с постоянным передвижением и переноской значительных (свыше 10кг) тяжестей.	> 290

**Оптимальные** микроклиматические условия – сочетание параметров климата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального функционального и теплового состояния организма без напряжения реакций терморегуляции. Они обеспечивают ощущение теплового комфорта и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

**Допустимые** микроклиматические условия – сочетание параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызвать преходящие и быстро нормализующиеся изменения функционального и теплового состояния организма и напряжения реакций терморегуляции, не выходящие за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом

не возникает повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут наблюдаться дискомфортные теплоощущения, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности.

Оптимальные и допустимые показатели микроклимата на рабочих местах в помещениях должны соответствовать величинам, приведенным в табл. 3.2, 3.3.

Табл. 3.2. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96)

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

Табл. 3.3. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	Категория работ по уровню энерго-заграт, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Ниже оптим. величин не более	Выше оптимальных величин не более
Холодный	Ia (до 139)	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75	0,1	0,1
	Iб (140-174)	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0	15-75	0,1	0,2
	IIa (175-232)	17,0-18,9	21,1-23,0	16,0-24,0	15-75	0,1	0,3
	IIб (233-290)	15,0-16,9	19,1-22,0	14,0-23,0	15-75	0,2	0,4
	III (>290)	13,0-15,9	18,1-21,0	12,0-22,0	15-75	0,2	0,4
Теплый	Ia (до 139)	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75	0,1	0,2
	Iб (140-174)	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0	15-75	0,1	0,3
	IIa (175-232)	18,0-19,9	22,1-27,0	17,0-28,0	15-75	0,1	0,4

Табл. 3.4. Нормы температур и скоростей движения воздуха при воздушном душировании

Период года	Категория работы	Тепловое облучение, ккал/м <sup>2</sup> ·ч							
		300–600		600–1200		1200–1800		1800–2400	
		t, °C	V, м/с	t, °C	V, м/с	t, °C	V, м/с	t, °C	V, м/с
Теплый	Легкая	22–24	0,5–1	21–23	0,7–1,5	20–22	1–2	19–22	2–3
	Средней тяжести	21–23	0,7–1,5	20–22	1,5–2,0	19–21	1,5–2,5	18–21	2,0–3,5
	Тяжелая	20–22	1–2	19–21	1,5–2,5	18–20	2,0–3,0	18–19	3,0–3,5
Холодный и переходный	Легкая	22–23	0,5–0,7	21–22	0,5–1,0	20–21	1,0–1,5	19–22	1,5–2,0
	Средней тяжести	21–22	0,7–1,0	20–21	1,0–1,5	19–20	1,5–2,0	19–21	2,0–2,5
	Тяжелая	20–21	1,0–1,5	19–20	1,5–2,0	18–19	2,0–2,5	18–19	2,5–3

В целях защиты работающих от возможного перегревания или охлаждения, при температуре воздуха на рабочих местах выше или ниже допустимых величин, время пребывания на рабочих местах (непрерывно или суммарно за рабочую смену) должно быть ограничено величинами, указанными в табл. 3.5, 3.6. При этом среднесменная температура воздуха, при которой работающие находятся в течение рабочей смены на рабочих местах и местах отдыха, не должна выходить

за пределы допустимых величин температуры воздуха для соответствующих категорий работ.

Табл. 3.5. Время работы при температуре воздуха на рабочем месте выше допустимых величин (рекомендуемое)

Температура воздуха на рабочем месте, °С	Время пребывания не более при категориях работ, ч		
	Ia–Iб	IIa–IIб	III
32,5	1	–	–
32,0	2	–	–
31,5	2,5	1	–
31,0	3	2	–
30,5	4	2,5	1
30,0	5	3	2
29,5	5,5	4	2,5
29,0	6	5	3
28,5	7	5,5	4
28,0	8	6	5
27,5	–	7	5,5
27,0	–	8	6
26,5	–	–	7
26,0	–	–	8

Табл. 3.5. Время работы при температуре воздуха на рабочем месте выше допустимых величин (рекомендуемое)

Температура воздуха на рабочем месте, °С	Время пребывания, не более, при категориях работ, ч				
	Iа	Iб	IIа	IIб	III
6	–	–	–	–	1
7	–	–	–	–	2
8	–	–	–	1	3
9	–	–	–	2	4
10	–	–	1	3	5
11	–	–	2	4	6
12	–	1	3	5	7
13	1	2	4	6	8
14	2	3	5	7	–
15	3	4	6	8	–
16	4	5	7	–	–
17	5	6	8	–	–
18	6	7	–	–	–
19	7	8	–	–	–
20	8	–	–	–	–

В производственных помещениях, в которых величины показателей микроклимата невозможно довести до уровня допустимых, рабочие места следует рассматривать как вредные.

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата должны быть использованы защитные мероприятия, например, системы местного кондиционирования воздуха, применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), регламент времени работы и т.д.

К числу СИЗ от неблагоприятных климатических условий относят спецодежду, спецобувь, средства защиты рук и головные уборы. В России эти средства должны выдаваться бесплатно на определенный срок носки.

### **Терморегуляция организма человека**

Температура, влажность, скорость воздушного потока, инфракрасные излучения в помещении могут существенно влиять и на организм человека. Надежной защитой от негативного влияния микроклиматических условий является кожный покров человека. Он,

как защитный экран, также защищает человека от проникновения патогенных микроорганизмов. Масса кожного покрова составляет в среднем около 20 % от массы тела. При оптимальных условиях среды, кожный покров выделяет за сутки до 650 г влаги и 10 г CO<sub>2</sub>. При критических ситуациях за час организм только через кожный покров может выделить от 1 до 3,5 л воды и значительное количество солей.

Центральная нервная система человека для обеспечения жизнедеятельности имеет механизмы, которые до определенного предела снижают влияние вредных и опасных факторов окружающей среды. Одним из таких факторов является температура воздуха.

При изменении температуры окружающей среды, температура тела сохраняется постоянной за счет равновесия между теплопроводностью и теплоотдачей (для здорового человека температура тела составляет 36,5–36,7 °С).

В результате окислительно-восстановительных процессов при усвоении пищи, в организме человека образуется тепло. На работу мышц затрачивается лишь 1/8 всего вырабатываемого тепла, остальная часть выделяется в окружающую среду для поддержания теплового баланса организма. Даже в условиях полного покоя в организме взрослого человека вырабатывается около  $7,5 \times 10^6$  Дж/сут тепловой энергии. При физической работе тепловыделение увеличивается до  $2,5 \times 10^7$  Дж/сут.

Человеческий организм отдает или воспринимает тепловую энергию путем конвекции, излучения, теплопроводностью (кондукция) и испарения. В повседневной жизни теплообмен человека чаще происходит в результате конвекции и излучения. Однако, имеет место и кондукция, когда человек непосредственно контактирует поверхностью тела с предметами (оборудование и т.п.). Вышеизложенные способы переноса тепловой энергии обеспечивают теплообмен между телом и окружающей средой. При этом избыточное тепло отдается в окружающую среду:

через органы дыхания – около 5 %,

излучением – 40 %,

конвекцией – 30 %,

испарением – 20 %,

при нагревании пищи и воды в пищеварительном тракте – до 5 %.

Неблагоприятные условия могут вызывать перенапряжение механизма терморегуляции, что ведет к перегреву или переохлаждению организма.

В холодный период года, конвективная теплоотдача составляет примерно 32 – 35% всей теплоотдачи. К конвекции также относят и



тепло, отдаваемое путем теплопроводности, составляющее 2–3 % от конвективного тепла. Основная часть конвективного тепла отводится с поверхности кожи и частично через одежду. Если температура окружающего воздуха выше температуры поверхности тела, организм человека воспринимает тепло.

Потери теплоты путем излучения определяется излучающей способностью поверхности тела и температурой окружающих ограждений и предметов (стены, окна, мебель). Количество этого тепла составляет порядка 42–52 % от всего количества отдаваемого тепла.

Отвод теплоты за счет испарения воды зависит от количества принятой пищи и от величины производимой мускульной (физической) работы.

Теплоотдачу испарением можно разделить на две составляющие, образующиеся в результате невидимого испарения (несенсибильная перспирация) и потоотделения (сенсибильная перспирация).

При температуре ниже температуры кожи человека количество испаряемой влаги остается практически постоянным. При более высоких температурах влаготдача возрастает. Потоотделение начинается при температуре окружающего воздуха 28–29 °С, и при температуре выше 34 °С теплоотдача вследствие испарения и потоотделения является единственным способом теплоотдачи организма.

Этот вид теплоотдачи значительно меняется при наличии одежды. Даже лежащая под кожей жировая ткань, представляет собой плохой проводник тепла, уменьшает эту теплоотдачу.

Человеческий организм имеет возможность при помощи механизма терморегулирования поддерживать постоянную температуру тела. Говоря, о постоянстве температуры, подразумевается температура внутренних органов так, как поверхностная температура различных участков тела значительно различается. При нормальных условиях внутренняя температура организма поддерживается на уровне  $37 \pm 0,5$  °С. Механизм регулирования температуры человеческого организма разделяют на процессы химической регуляции, связанные с теплопродукцией, и процессы физической регуляции, связанные с теплоотдачей. Оба механизма управляются нервной системой.

Терморегуляция – это способность организма регулировать теплообмен с окружающей средой, поддерживая температуру тела на постоянном уровне ( $36,6 \pm 0,5$  °С). Поддержание теплообмена происходит путем увеличения или уменьшения передачи тепла в окружающую среду (физическая терморегуляция) или изменения количества вырабатываемого в организме тепла (химическая терморегуляция).

При комфортных условиях количество вырабатываемого тепла в единицу времени равняется количеству тепла, отдаваемого в окружающую среду, т.е. наступает равновесие - тепловой баланс организма.

### **Физическая терморегуляция**

В условиях, когда температура окружающей среды значительно ниже 300 °С и влажность меньше 75 %, действуют все виды теплообмена: Если температура окружающей среды выше температуры кожного покрова, то происходит поглощение тепла организмом. При этом теплоотдача осуществляется лишь путем испарения влаги с поверхности тела и верхних дыхательных путей при условии, что воздух еще не насыщен водяными парами. При высокой температуре окружающей среды механизм теплоотдачи связан с понижением теплопроводности, усилением потоотделения.

При температуре воздуха 300 °С и значительном тепловом излучении от нагретых поверхностей оборудования наступает перегрев организма, наблюдается нарастающая слабость, головная боль, шум в ушах, искажение цветового восприятия, возможен тепловой удар. Сосуды кожи резко расширяются, кожа розовеет за счет увеличения притока крови. В дальнейшем усиливается рефлекторная работа потовых желез, и влага выделяется из организма. При испарении 1 л воды выделяется  $2,3 \times 10^6$  Дж тепловой энергии. При высоких температурах окружающего воздуха у человека происходит бурное профузное потоотделение. В таких условиях он за смену может потерять до 5 кг своей массы за счет влаги. Вместе с потом организм выделяет большое количество солей, главным образом, хлористого натрия (до 20–50 г/сут), а также калий, кальций, витамины. Чтобы предотвратить нарушение водно-солевого обмена при выполнении тяжелой физической работы в зоне повышенной температуры, необходимо проводить редегидратацию организма, например, работники должны пить подсоленную воду (0,5 % раствор с витаминами).

При высоких температурах происходит большая нагрузка на сердечно-сосудистую систему. При перегреве увеличивается, а затем уменьшается выделение желудочного сока, поэтому возможны заболевания желудочно-кишечного тракта. Обильное выделение пота снижает кислотный барьер кожи, от чего возникают гнойничковые заболевания. Высокая температура внешней среды усиливает степень отравлений при работе с химическими веществами.

## Химическая терморегуляция

Химическая терморегуляция происходит в тех случаях, когда физическая терморегуляция не обеспечивает тепловой баланс. Химическая терморегуляция заключается в изменении скорости протекания окислительно-восстановительных реакций в организме: скорости сжигания питательных веществ и, соответственно, выделяемой энергии. При невысокой температуре окружающей среды происходит увеличение теплообразования, а при повышенной – уменьшение. Переохлаждение может иметь место при низкой температуре, особенно в сочетаниях с высокой влажностью и подвижностью воздуха. Повышение влажности и подвижности воздуха понижает термическое сопротивление воздушной прослойки между кожным покровом и одеждой. Охлаждение же организма (гипотермия) является причиной миозитов, невритов, радикулитов, а также простудных заболеваний. В особо тяжелых случаях воздействие низких температур приводит к обмороживанию, и даже к смерти.

При низкой температуре терморегуляция наблюдается сужение сосудов, повышение обмена веществ, использование углеводных ресурсов и др. В зависимости от действия тепла или холода значительно меняется просвет периферических сосудов. В связи с этим изменяется кровообращение: например, для кисти и предплечья при низкой температуре окружающей среды оно может уменьшиться в 4 раза, а при высокой температуре – увеличивается в 5 раз. При воздействии холода циркуляция крови перераспределяется, активизируется мышечная деятельность – появляется дрожь, «гусиная кожа». Поэтому зимой в холодных климатических поясах увеличивается потребление жиров, углеводов, белков - основных энергетических источников в организме. При низких температурах большая влажность неблагоприятна. В сырую погоду возможно переохлаждение и даже обморожение. К распространенному явлению, возникающему при работе в условиях низких температур, относится спазм сосудов, который проявляется побелением кожи, потерей чувствительности, затруднением движений. В первую очередь подвержены этому процессу пальцы рук и ног, кончики ушей. В этих местах появляются припухлость с синеватым оттенком, зуд и жжение. Эти явления долго не исчезают и повторно происходят даже при незначительном охлаждении. Переохлаждение снижает защитные силы организма, предрасполагает к заболеваниям органов дыхания, в первую очередь к острым респираторным заболеваниям, обострениям суставного и мышечного ревматизма, появлению крестцово-поясничного радикулита.

Значительное количество тепла (избыточное тепло) поступает в помещение при работе технологического оборудования. В зависимости от количества выделяемого тепла производственные помещения делятся на холодные, характеризующиеся незначительным избытком явного тепла, не более  $90 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$  горячие, характеризующиеся большими избытками тепла более  $90 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$ .

Существенную роль на жизнедеятельность человека оказывает влажность воздуха. Влажность более 80 % нарушает процессы физической терморегуляции. Физиологически оптимальной является относительная влажность 40–60 %. Относительная влажность менее 25 % приводит к высыханию слизистых оболочек и снижению защитной деятельности мерцательного эпителия верхних дыхательных путей, что приводит к ослаблению организма и снижается работоспособность.

Человек начинает ощущать движение воздуха при скорости 0,1 м/с. Легкое движение воздуха при обычных температурах способствует хорошему самочувствию. Большая скорость движения воздуха ведет к сильному охлаждению организма. Высокая влажность воздуха и слабое движение воздуха существенно уменьшают испарение влаги с поверхности кожи. В связи с этим, санитарными нормами микроклимата производственных помещений установлены оптимальные и допустимые параметры микроклимата производственных помещений. Метеорологические и микроклиматические условия играют важнейшую роль в труде и отдыхе. Особое значение приобретает оценка и учет санитарно-гигиенических условий для работников, выполняющих большую часть своих функциональных обязанностей, таких как ликвидация последствий аварий, стихийных бедствий, оказание помощи населению, оцепление опасных участков и т.д., на рабочих местах, находящихся вне зданий и сооружений. При температуре воздуха 25–33 °С предусмотрен специальный режим работы и отдыха при обязательном кондиционировании воздуха. При температуре 33 °С работы на открытом воздухе должны быть прекращены.

В холодный период года (температура наружного воздуха ниже 10 °С) режим труда и отдыха зависит от температуры и скорости воздуха, а в северных широтах – от степени жесткости погоды. Степень жесткости характеризуется температурой и скоростью движения воздуха. Увеличение скорости воздуха на 1 м/с соответствует понижению температуры воздуха на 20 °С.

При первой степени жесткости погоды (–25 °С) предусматриваются десятиминутные перерывы на отдых и обогрев через каждый час работы. При второй степени (от –25 до –30 °С)

предусматриваются десятиминутные перерывы через каждые 60 мин от начала работы и после обеда и через каждые последующие 50 мин работы. При третьей степени жесткости (от  $-35$  до  $-45$  °С) предусматриваются перерывы на 15 мин через 60 мин. от начала смены и после обеда и через каждые 45 мин работы. При температуре окружающего воздуха ниже  $-45$  °С работы на открытом воздухе ведутся в исключительных случаях с установлением определенных режимов труда и отдыха.

Метеорологические условия определяют возможность ведения или остановку большинства строительных работ. Производство работ при сильном снегопаде, тумане, плохой освещенности должно быть прекращено. Например, монтажные работы и работы крана при силе ветра 10 м/с должны быть прекращены, а при скорости 15 м/с кран должен быть закреплен противоугонными приспособлениями. Метеорологические условия могут повлиять на производительность труда, их негативное воздействие может привести к накоплению утомления и ослаблению организма и, как следствие, к несчастным случаям и развитию профессиональных заболеваний.

## МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Исследования микроклимата проводятся на рабочих местах студентов в лаборатории кафедры ЭБЖ.

Для измерения микроклиматических факторов (температуры, влажности, и интенсивности тепловой подвижности воздуха) ранее использовались приборы: *термометры, психрометры, анемометры и ктинометры*, которые в настоящее время используются в роли образцовых приборов для поверки.

Однако в последнее время, благодаря достижениям в области микроэлектроники, в практику вошли универсальные автономные приборы контроля параметров воздушной среды – метеометры, предназначенные для измерения атмосферного давления, температуры, относительной влажности воздуха, скорости воздушных потоков, параметров тепловой нагрузки среды – индекса и концентрации токсичных газов как внутри помещений, так и вне их.

Для желаемой корректировки состояния воздушной среды в лабораторном помещении применяется следующее оборудование:

- Кондиционер;
- Электроплитка;
- Вентилятор (тепловентилятор).

## Метеометр

МЭС-200А состоит из измерительного модуля и сменных измерительных щупов. Щуп соединяется с измерителем гибким кабелем длиной 0,5 м.



Рис. 3.1. Внешний вид МЭС-200А

На лицевой панели МЭС-200А расположены:

- кнопка для включения и выключения МЭС, время прогрева прибора не превышает 5 мин, время непрерывной работы МЭС-200А от блока питания составляет 12 часов, и только в режиме измерения скорости воздушного потока – 5 часов.
- кнопки для задания режимов работы.

На передней торцевой стороне модуля расположен разъем для подключения щупа, на задней торцевой стороне расположен разъем для подключения источника электропитания. Кроме того, на этой же стороне модуля установлен светодиод сигнализации зарядки источника питания, который светится при выключении МЭС-200А и свидетельствует о его зарядке.

Перед эксплуатацией МЭС-200А проверяют визуально. При этом внимание должно быть обращено на отсутствие видимых повреждений щупов и измерителя, состояние разъемных соединений.

Производят зарядку прибора от источника электропитания, подключаемого к гнезду «+12 В». Время заряда должно быть не менее 16 ч. Во время заряда МЭС-200А должен быть выключен. Подключают соединительный кабель используемого щупа к разъему «Т, Н, V» и снимают защитный кожух со щупа.

В период эксплуатации МЭС-200А при резкой смене температур необходимо выдержать МЭС-200А при положительной температуре в течение 20 мин, после чего прибор готов к измерениям.

При пользовании МЭС-200А необходимо предохранять сенсоры, расположенные в щупах, от касания с различными предметами.

При транспортировке щупов сенсоры должны быть обязательно закрыты защитным кожухом.

### ***Порядок работы***

1. При нажатии кнопки «П» включается подсветка матричного индикатора на время 20 с. На индикаторе появляются надписи со значениями температуры и влажности.

2. Установка режимов работы МЭС-200А осуществляется кнопками «П», «+», «-» в соответствии с алгоритмами, представленными на рис. 3.1. При нажатии кнопки «П» МЭС-200А переходит в режим измерения температуры и влажности. Для установки МЭС-200А в режим измерения давления необходимо нажать кнопку «П». При следующем нажатии кнопки «П» МЭС-200А возвращается в режим измерения температуры и влажности.

Для установки МЭС-200А в режим измерения скорости воздушного потока необходимо после нажатия кнопки ««П»» сразу нажать кнопку ««+»» и выждать (2–3) минуты, после чего можно производить измерения скорости.

При следующем нажатии «П» МЭС-200А устанавливается в режим измерения температуры и влажности.

3. В режиме измерения температуры и влажности (Т, Н) при нажатии кнопки «П» и сразу затем кнопки «-» младшему разряду единицы измерения температуры соответствует 0,01 °С.

В режиме измерения давления при нажатии кнопки «П» и сразу затем кнопки «-» младшему разряду единицы измерения давления соответствует 0,01 кПа и 0,1 мм.рт.ст.

4. Подсветка матричного индикатора возникает каждый раз при нажатии кнопки «П» и продолжается в течение 10 с. Для повторной подсветки следует нажать кнопку «+» или «-».

5. При измерении скорости воздушного потока измерительный щуп Щ-1 должен быть ориентирован относительно направления воздушного потока таким образом, чтобы плоскость приемного окна сенсора скорости измерительного щупа была перпендикулярна направлению воздушного потока, при этом головка крепежного винта на щупе должна быть направлена в сторону потока.

## Кондиционер

Все используемое оборудование – бытового назначения и не представляет каких-либо трудностей в обслуживании, поэтому остановимся только на особенностях обращения с кондиционером. Поскольку в настоящее время пользователь при управлении работой кондиционера оперирует пультом дистанционного управления (ПДУ), рассмотрим его функции.

Бытовой кондиционер «Pioneer» – это настенная сплит-система автоматического действия, служащая для эксплуатации в следующих диапазонах температур

Табл. 3.7. Режимы работы кондиционера

Режим охлаждения	t°С в помещении	максимум	по сух./вл. т-ру	32°С/23°С
		минимум	по сух./вл. т-ру	21°С/15°С
	t°С в наруж. возд.	максимум	по сух./вл. т-ру	43°С/26°С
		минимум	по сух./вл. т-ру	21°С/15°С
Режим нагрева	t°С в помещении	максимум	по сух./вл. т-ру	27°С –
		минимум	по сух./вл. т-ру	20°С –
	t°С в наруж. возд.	максимум	по сух./вл. т-ру	24°С/18°С
		минимум	по сух./вл. т-ру	-5°С/-6°С

Регулирование горизонтального воздушного потока устанавливается ручной регулировкой жалюзи, что делается перед запуском кондиционера. Прикасаться к жалюзи во время работы агрегата запрещается.

Регулирование вертикального воздушного потока описано в руководстве по эксплуатации ПДУ.

Рекомендуемая разница температуры в помещении и температуры наружного воздуха не должна превышать 5°С. Открытые двери и окна снижают производительность кондиционера.

Кондиционер управляется ПДУ изображенным на рис. 3.2.





Рис. 3.2. Пульт дистанционного управления кондиционером

Эксплуатация ПДУ может осуществляться в следующих режимах работы кондиционера:

***Автоматический режим работы***

1. Кнопкой Mode выбирается автоматический режим работы (Auto).
2. Кнопками «+» и «-» задается желаемая температура.
3. Кнопкой « » выбирается скорость вентилятора.
4. При нажатии кнопки « », загорается индикатор включения, кондиционер начинает работу в автоматическом режиме. При повторном нажатии на кнопку кондиционер отключится.

***Режим охлаждения или нагрева***

1. Кнопкой Mode выбирается режим охлаждения (Cool) или нагрева (Heat).
2. Кнопками «+» и «-» задается желаемая температура.
3. Кнопкой « » выбирается скорость вентилятора.
4. При нажатии кнопки « », загорается индикатор включения, кондиционер начинает работу в режиме охлаждения или нагревания. При повторном нажатии на кнопку кондиционер отключится.

***Режим вентиляции***

1. Кнопкой Mode выбирается режим вентиляции.
2. Кнопкой « » выбирается скорость вентилятора.

4. При нажатии кнопки «**»**, загорается индикатор включения, кондиционер начинает работу в режиме вентиляции. При повторном нажатии на кнопку кондиционер отключится.

В режиме вентиляции регулирование температуры невозможно.

### ***Режим осушения***

1. Кнопкой Mode выбирается режим осушения.  
2. Кнопками «**+**» и «**-**» задается нужная температура.  
3. Кнопкой «**»** выбирается скорость вентилятора.  
4. При нажатии кнопки «**»**, загорается индикатор включения, кондиционер начнет работу в режиме осушения. При повторном нажатии на кнопку кондиционер отключится.

- **Установка времени**

1. Кнопкой CANCEL отмените предыдущую установку времени.  
2. Нажмите кнопку SET и удерживайте ее нажатой в течение 3 секунд; индикатор времени включится в мигающем режиме.  
3. Кнопками «**+**» и «**-**» задайте текущее время.  
4. Повторное нажатие кнопки SET подтвердит выбранные установки.

## **Техника безопасности**

При пользовании электрическими приборами необходимо соблюдать правила электробезопасности. Запрещается оставлять включенные приборы без наблюдения, по окончании работы их необходимо отключить от сети.

При работе с вентилятором необходимо следить, чтобы в зону вращающихся лопастей не попадали части тела, одежда и другие предметы.

## **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ**

### **1. Микроклимат в естественных условиях**

В первом задании исследуется микроклимат в естественных условиях на рабочем месте в лаборатории. Измерительный щуп метеометра помещается на рабочее место в зоне дыхания работника (на высоте 1,5 м от пола при работе стоя и 1,0 м при работе сидя). Метеометром измеряется температура, влажность и скорость воздуха на рабочем месте. Результаты измерения заносятся в табл. 3.6.

По табл. 3.1–3.3 определяется категория тяжести выполняемой в лаборатории работы, а также оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата, соответствующих выбранной категории тяжести.

Сравнивая измеренные и нормированные параметры микроклимата, делается вывод о соответствии микроклимата лаборатории требованиям нормативов. При необходимости даются рекомендации по созданию в исследуемом помещении благоприятного микроклимата.

По табл. 3.5, 3.6 устанавливается рекомендуемое время работы при температуре воздуха на рабочем месте выше или ниже допустимых величин. Результаты работы сводятся в табл. 3.8.

## **2. Микроклимат при воздействии источника тепла.**

Во втором задании исследуется микроклимат в условиях выделения избыточного тепла на рабочем месте в лаборатории. Включается электрическая плитка. После ее нагрева, измерительный щуп метеометра помещается на рабочее место в зоне дыхания работника так, чтобы температура воздуха не превышала 32,5 °С. Метеометром измеряется температура, влажность и скорость воздуха на рабочем месте. Результаты измерения заносятся в табл. 3.6.

По табл. 3.1–3.3 определяется категория тяжести выполняемой в лаборатории работы, а также оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата, соответствующих выбранной категории тяжести.

Сравнивая измеренные и нормированные параметры микроклимата, делается вывод о соответствии микроклимата лаборатории требованиям нормативов. При необходимости даются рекомендации по созданию в исследуемом помещении благоприятного микроклимата.

По табл. 3.5, 3.6 устанавливается рекомендуемое время работы при температуре воздуха на рабочем месте выше или ниже допустимых величин. Результаты работы сводятся в табл. 3.8.

## **3. Микроклимат при воздушном душировании**

В третьем задании исследуется микроклимат в условиях воздушного душирования на рабочем месте в лаборатории. Включается электрическая плитка. После ее нагрева, включается вентилятор или кондиционер. Измерительный щуп метеометра помещается на рабочее

место в зоне дыхания работника вблизи плитки. Метеомером измеряется температура, влажность и скорость воздуха на рабочем месте. Результаты измерения заносятся в табл. 3.6.

По табл. 3.1–3.4 определяется категория тяжести выполняемой в лаборатории работы, а также оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата, соответствующих выбранной категории тяжести. При превышении оптимальной скорости воздушного потока (более 0,5 м/с), по табл. 3.4 определяются нормы температур и скоростей движения воздуха при воздушном душировании. Тепловое облучение плитки составляет 2100 ккал/(м<sup>2</sup> час).

Сравнивая измеренные и нормированные параметры микроклимата, делается вывод о соответствии микроклимата лаборатории требованиям нормативов. При необходимости даются рекомендации по созданию в исследуемом помещении благоприятного микроклимата.

По табл. 3.5, 3.6 устанавливается рекомендуемое время работы при температуре воздуха на рабочем месте выше или ниже допустимых величин. Результаты работы сводятся в табл. 3.8.

Табл. 3.8. Сводная таблица

Номер задания	Категория работы	Результаты измерений			Нормированные значения			Время работы в неблагоприятных условиях	Оценка соответствия
		$t$ , °C	$W$ , %	$v$ , м/с	$t_{\text{опт}}$ , °C	$W_{\text{опт}}$ , %	$v_{\text{опт}}$ , м/с		
					$t_{\text{доп}}$ , °C	$W_{\text{доп}}$ , %	$v_{\text{доп}}$ , м/с		
1									
2									
3									