

1. ТРЕБОВАНИЯ К ПОРЯДКУ ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Отчеты по лабораторным работам следует выполнять в отдельной тетради, на титульном листе которой указываются: институт; группа; фамилия, имя, отчество студента, номер зачетной книжки. Каждая последующая лабораторная работа должна начинаться с новой страницы.

Каждый отчет должен содержать:

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Общие сведения (краткая теория вопроса и применяемые приборы).
4. Нормативные требования к параметрам факторов, оцениваемых в работе.
5. Экспериментальная часть (необходимые таблицы и рисунки указывает преподаватель).
6. Выводы о соответствии измеренных параметров нормативным требованиям.
7. Рекомендации (общие мероприятия по снижению воздействия вредных производственных факторов и индивидуальные средства защиты работников).

2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ОЦЕНКА МИКРОКЛИМАТА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ»

2.1. Цель работы

Ознакомление с основными сведениями о параметрах воздушной среды и их влиянии на организм человека. Изучение принципов гигиенического нормирования параметров микроклимата в производственных помещениях и на рабочих местах. Освоение методов и способов измерения параметров микроклимата и измерительных приборов. Приобретение навыков санитарно–гигиенической оценки микроклимата и разработки мероприятий по улучшению условий труда.

2.2. Общие сведения

Микроклимат производственных помещений – это параметры воздушной среды помещений, совокупность которых определяет действие воздушной среды на организм человека.

Параметры микроклимата и единицы их измерения:

- температура воздуха, °С;
- температура поверхностей, °С;
- относительная влажность воздуха, %;
- скорость движения воздуха, м/с;
- интенсивность теплового облучения, Вт/м².

Различают абсолютную, максимальную и относительную влажность воздуха.

Абсолютной влажностью ρ , г/м³ называется массовое количество водяного пара, содержащегося в 1 м³ влажного воздуха. **Максимальная влажность** ρ_m , г/м³ – максимально возможное содержание водяного пара в воздухе при данной температуре. **Относительная влажность** φ – отношение абсолютной влажности ρ к максимальной влажности ρ_m при одной и той же температуре:

$$\varphi = (\rho / \rho_m) \cdot 100\% \quad (2.1)$$

Производственная среда – пространство, в котором осуществляется трудовая деятельность человека. К элементам производственной среды относятся: предметы труда, средства труда, продукты труда, энергия, природно-климатические факторы, растения, животные, персонал.

Производственные помещения – замкнутые пространства производственной среды, в которых постоянно (по сменам) или периодически (в течение рабочего дня) осуществляется трудовая деятельность людей.

Рабочая зона – пространство высотой до 2 м над уровнем пола, на которых находятся места постоянного или временного пребывания работающих.

Рабочее место – участок помещения, на котором работающий постоянно или временно пребывает в процессе трудовой деятельности.

Холодный период года – период года, характеризующий среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10° С и ниже.

Теплый период года – период года, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$.

Среднесуточная температура наружного воздуха – средняя величина, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени.

Тепловая нагрузка среды (ТНС) – сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое облучение), выраженное одночисловым показателем в $^{\circ}\text{C}$.

Влияние параметров микроклимата на производственную деятельность человека

Каждый в отдельности и в различных сочетаниях параметры микроклимата оказывают влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие и здоровье. Как следствие, параметры микроклимата влияют на производительность труда и даже на показатели травматизма.

Высокая температура воздуха способствует быстрому утомлению работающего, может привести к перегреву, тепловому удару или профзаболеванию. **Низкая температура** может вызвать местное или общее охлаждение организма, стать причиной простудного заболевания или обморожения. **Высокая относительная влажность** при высокой температуре воздуха способствует перегреву организма, при низкой - усиливает теплоотдачу с поверхности кожи, что ведет к переохлаждению организма. **Низкая влажность** вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей. **Подвижность воздуха** эффективно способствует теплоотдаче организма человека и положительно влияет при высоких температурах и отрицательно – при низких.

Субъективные ощущения человека меняются в зависимости от изменения параметров микроклимата (табл. 2.1)

Таблица 2.1.

Зависимость субъективных ощущений человека от параметров рабочей среды

Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	Относительная влажность воздуха, %	Субъективные ощущения
21	40	Наиболее приятное состояние
	75	Хорошее, спокойное состояние
	85	Отсутствие неприятных ощущений
	90	Усталость, подавленное состояние
24	20	Отсутствие неприятных ощущений
	65	Неприятные ощущения
	80	Потребность в покое
	100	Невозможность выполнения тяжелой работы
30	25	Неприятные ощущения отсутствуют
	50	Нормальная работоспособность
	65	Невозможность выполнения тяжелой работы
	80	Повышение температуры тела
	90	Опасность для здоровья

В определенном интервале изменения указанных параметров организм человека, представляющий собой термодинамическую систему с внутренним источником энергии, способен самостоятельно приспосабливаться к окружающим условиям. Такая способность называется терморегуляцией.

Терморегуляция – это совокупность физиологических и химических процессов в организме человека, направленных на поддержание постоянной температуры тела ($36,6 \pm 0,5$ °C), независимо от внешних условий и тяжести выполняемой работы. Терморегуляция находится под контролем центральной нервной системы.

Различают химическую и физическую терморегуляции.

Химическая терморегуляция регулирует тепловыделение организма и достигается ослаблением обмена веществ при угрозе перегревания организма или усилением его при переохлаждении. Роль химической терморегуляции в тепловом равновесии организма с внешней средой невелика.

Физическая терморегуляция регулирует отдачу тепла в окружающую среду в виде инфракрасного излучения за счет нагрева воздуха, омывающего поверхность тела человека (конвекция) и испарения влаги (пота) с поверхности тела и слизистых оболочек верхних дыхательных путей. При этом свыше 80% тепла отдается через кожный покров.

Соотношение между различными видами отдачи тепла может изменяться в зависимости от метеорологических условий и сочетания параметров.

Так, например, при повышении температуры воздуха, ограждающих конструкций и предметов теплоотдача человека путем конвекции и излучения затрудняется, а испарением увеличивается. В таких условиях при ограничении испарения (качество одежды) может наступить перегрев организма, вызванный нарушением функции терморегуляции, называемый тепловым ударом. Симптомы теплового удара - повышение температуры тела, обильное потоотделение, расстройство координации движений, сильная головная боль.

Нарушение водно-солевого обмена в результате интенсивного потоотделения может привести к так называемой судорожной болезни (судороги - особенно часто в икроножных мышцах). Тепловой удар и судороги могут закончиться смертельным исходом. Неблагоприятное воздействие низкой температуры воздуха и, как следствие, переохлаждение организма человека приводит к заболеваниям периферической нервной системы, особенно пояснично-крестцовому радикулиту, невралгии лицевого, тройничного, седалищного и других нервов, обострению суставного мышечного ревматизма и др.

Повышенная влажность воздуха усугубляет отрицательное действие высоких и низких температур, затрудняет теплоотдачу за счет потения. Низкая влажность при высокой температуре приводит к появлению сухости слизистых оболочек верхних дыхательных путей (возникает сухой кашель и т.п.)

Повышенная скорость движения воздуха в условиях низкой температуры увеличивает теплоотдачу, возникают переохлаждение и простудные заболевания. В условиях высокой температуры большая скорость движения воздуха не всегда приводит к увеличению теплоотдачи тела человека.

2.3. Нормативные требования

Нормативные требования к воздуху рабочей зоны и параметрам микроклимата производственных помещений установлены в ГОСТ 12.1.005-88 [1] и СанПиН 2.2.4.548-96 [3], СП 60.13330.2012 [4]. Приняты **оптимальные** и **допустимые** параметры микроклимата. Выбор параметров осуществляется в зависимости от **периода года** (см. п.2.2) и **категории работ**, которая принимается на основе интенсивности общих энергозатрат организма в ккал/ч (Вт) при выполнении данного вида работ (см.табл. 2.2)

Таблица 2.2.

Разграничение работ на категории по энергозатратам

Наименование категории		Энергозатраты		Характеристика работ
		Ккал/ч	Вт	
Легкие	Ia	до 120	до 139	Работы сидя или с незначительным физическим напряжением
	Iб	121–150	140–174	Работы сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением
Средней тяжести	IIa	151–200	175–232	Работы, связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения
	IIб	201–250	233–290	Работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением
Тяжелые	III	более 250	более 290	Работы, связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

2.3.1. Оптимальные параметры микроклимата

Оптимальные параметры микроклимата установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности, являются предпочтительными и принимаются, в основном, на стадии проектирования предприятий.

Оптимальные параметры микроклимата должны соответствовать величинам, приведенным в табл.2.3. Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2° С и выходить за пределы величин, указанных в табл.2.3 для отдельных категорий работ.

Таблица 2.3.

**Оптимальные величины показателей микроклимата
на рабочих местах производственных помещений**

Период года	Категория работ	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	60 – 40	0,1
	IIa (175-232)	19 – 21	18 – 22	60 – 40	0,2
	IIб (233-290)	17 – 19	16 – 20	60 – 40	0,2
	III (>290)	16 – 18	15 – 19	60 – 40	0,3
Теплый	Ia (до 139)	23 – 25	22 – 26	60 – 40	0,1
	Iб (140-174)	22 – 24	21 – 25	60 – 40	0,1
	IIa (175-232)	20 – 22	19 – 23	60 – 40	0,2
	IIб (233-290)	19 – 21	18 – 22	60 – 40	0,2
	III (>290)	18 – 20	17 – 21	60 – 40	0,3

2.3.2. Допустимые параметры микроклимата

Допустимые параметры микроклимата установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности. Допустимые параметры устанавливаются в случаях, когда по обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные параметры.

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах должны соответствовать значениям, приведенным в табл.2.4 применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

При обеспечении допустимых величин микроклимата на рабочих местах:

- перепад температуры воздуха по высоте должен быть не более 3° С;
- перепад температуры воздуха по горизонтали, а также ее изменения в течение смены не должны превышать:
 - при категориях работ Ia и Ib – 4°С;
 - при категориях работ IIa и IIб – 5° С;
 - при категории работ III – 6° С.

Абсолютные значения температуры воздуха не должны выходить за пределы величин, указанных в табл.2.4 для отдельных категорий работ.

При температурах воздуха 25° С и выше максимальные величины относительной влажности воздуха не должны выходить за пределы:

- 70% - при температуре воздуха 25°С;
- 65% - при температуре воздуха 26°С;
- 60% - при температуре воздуха 27°С;
- 55% - при температуре воздуха 28°С.

Таблица 2.4.

**Допустимые величины показателей микроклимата
на рабочих местах производственных помещений**

Период года	Категория работ по уровню энерготрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	Для диапазона температур воздуха 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 (более 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
	IIб (233-290)	16,0-18,9	21,1-27,0	15,0-28,0	15-75	0,2	0,5
	III (более 290)	15,0-17,9	20,1-26,0	14,0-27,0	15-75	0,2	0,5

При температурах воздуха 26 – 28°С скорость движения воздуха в теплый период года должна соответствовать диапазону:

- 0,1 - 0,2 м/с - при категории работ Ia;
- 0,1 - 0,3 м/с - при категории работ Iб;
- 0,2 - 0,4 м/с - при категории работ IIa;
- 0,2 - 0,5 м/с - при категории работ IIб и III.

Для регламентации времени работы в пределах рабочей смены в условиях микроклимата с температурой воздуха на рабочих местах выше или ниже допустимых величин рекомендуется руководствоваться табл. 2.5.

Таблица 2.5.

**Время пребывания на рабочих местах
при температуре воздуха выше/ниже допустимых величин**

Категория работ	Температура выше допустимых значений, °С													
	32,5	32,0	31,5	31,0	30,5	30,0	29,5	29,0	28,5	28,0	27,5	27,0	26,5	26,0
Ia, Iб	1	2	2,5	3	4	5	5,5	6	7	8	–	–	–	–
IIa, IIб	–	–	1	2	2,5	3	4	5	5,5	6	7	8	–	–
III	–	–	–	–	1	2	2,5	3	4	5	5,5	6	7	8
Категория работ	Температура ниже допустимых значений, °С													
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Ia	–	–	–	–	–	–	–	1	2	3	4	5	6	7
Iб	–	–	–	–	–	–	1	2	3	4	5	6	7	8
IIa	–	–	–	–	1	2	3	4	5	6	7	8	–	–
IIб	–	–	1	2	3	4	5	6	7	8	–	–	–	–
III	1	2	3	4	5	6	7	8	–	–	–	–	–	–

2.3.3. Допустимые величины интенсивности теплового облучения

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 2.6.

Таблица 2.6

Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих от производственных источников

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² ,
50 и более	не более 35
25 – 50	не более 70
не более 25	не более 100

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих от источников излучения, нагретых до белого и красного свечения (раскаленный или расплавленный металл, стекло, пламя и др.) не должны превышать 140 Вт/кв. м. При этом облучению не должно подвергаться более 25% поверхности тела и обязательным является использование средств индивидуальной защиты, в том числе средств защиты лица и глаз.

При наличии теплового облучения работающих температура воздуха на рабочих местах не должна превышать в зависимости от категории работ следующих величин:

- 25° С – при категории работ Ia;
- 24° С – при категории работ Ib;
- 22° С – при категории работ IIa;
- 21° С – при категории работ IIб;
- 20° С – при категории работ III.

2.3.4. Оценка параметров микроклимата по тепловой нагрузке среды

Для оценки сочетанного воздействия параметров микроклимата в целях осуществления мероприятий по защите работающих от возможного перегревания рекомендуется использовать интегральный показатель тепловой нагрузки среды **ТНС-индекс**, который является эмпирическим показателем, характеризующим сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата.

ТНС-индекс определяется на основе величин температуры смоченного термометра аспирационного психрометра ($t_{вл}$) и температуры внутри зачерненного шара ($t_{ш}$ – измеряется термометром, резервуар которого помещен в центр зачерненного полого шара. $t_{ш}$ отражает влияние температуры поверхностей, температуры и скорости движения воздуха).

ТНС-индекс рассчитывается по уравнению:

$$TNC = 0,7 \times t_{вл} + 0,3 \times t_{ш} \quad (2.2)$$

ТНС-индекс рекомендуется использовать для интегральной оценки тепловой нагрузки среды на рабочих местах, на которых скорость движения воздуха не превышает 0,6 м/с, а интенсивность теплового облучения - 1200 Вт/м².

Допустимые значения ТНС-индекса приведены в табл. 2.7.

Таблица 2.7

Рекомендуемые величины интегрального показателя тепловой нагрузки среды (ТНС-индекса) для профилактики перегрева организма

Категория работ по уровню энергозатрат	Величины интегрального показателя, °С
Ia (до 139)	22,2 – 26,4
Iб (140-174)	21,5 – 25,8
IIa (175-232)	20,5 – 25,1
IIб (233-290)	19,5 – 23,9
III (более 290)	18,0 – 21,8

В производственных помещениях, в которых допустимые нормативные величины показателей микроклимата невозможно установить из-за технологических требований к производственному процессу или экономически обоснованной нецелесообразности, условия микроклимата следует рассматривать как **вредные и опасные**. В целях профилактики следует использовать защитные мероприятия (например, системы кондиционирования воздуха, воздушное душирование, компенсация неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата изменением другого, спецодежда и другие СИЗ, помещения для отдыха и обогрева, регламентация времени работы и др.).

2.4. Измерение параметров микроклимата

Требования к организации контроля, методам измерений параметров микроклимата и измерительным приборам приведены в [3].

Для производственных помещений измерения показателей микроклимата следует проводить не менее 3 раз в смену (в начале, середине и в конце) непосредственно на рабочих местах. Если рабочим местом являются несколько участков помещения, то измерения осуществляются на каждом из них.

При работах, выполняемых сидя, температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0,1 и 1,0 м, а относительную влажность воздуха - на высоте 1,0 м от пола или рабочей площадки. При работах, выполняемых стоя, температуру и скорость движения воздуха следует измерять на высоте 0,1 и 1,5 м, а относительную влажность воздуха - на высоте 1,5 м.

В помещениях с большой плотностью рабочих мест при отсутствии источников локального тепловыделения, охлаждения или влаговыведения участки замеров распределяются равномерно по всему помещению. Минимальное количество участков замеров зависит от площади помещения и составляет:

- при площади помещения до 100 м² – 4 участка;
- при площади от 101 до 400 м² – 8 участков;
- при площади более 400 м² – через каждые 10 м.

2.4.1. Измерение температуры

Для измерения температуры воздуха используются термометры ртутные или с органической жидкостью (например, термометры метеорологические ТМ–6, ТМ–10; термометры технические ТТ и др.), а также термометры электрические и электронные.

Определение температуры по термометру производится через 5 – 10 минут после установки термометра в зоне постоянного рабочего места на расстоянии не ближе 25 см от работающего.

Для одновременного измерения и регистрации температуры воздуха применяются самопишущие приборы – термографы.

Термограф М-16А (С,Н) предназначен для одновременного измерения и регистрации на диаграммном бланке температуры воздуха в наземных условиях. Прибор состоит из чувствительного элемента - биметаллической пластинки, передаточной системы, регистрирующей части и корпуса. Принцип действия основан на свойстве биметаллической пластинки изменять радиус изгиба с изменением температуры воздуха. Деформация пластинки с помощью передаточного механизма преобразуется в перемещение стрелки с пером по диаграммной ленте, закрепленной на барабане часового механизма. Вращение барабана осуществляется часовым механизмом. Начальная установка пера стрелки на требуемое деление диаграммной ленты осуществляется вращением установочного винта, с помощью которого перо стрелки может перемещаться по всей высоте барабана часового механизма.

Применяются также электромеханические и электронные термографы.

2.4.2. Измерение относительной влажности

Для измерения относительной влажности воздуха применяются психрометры, гигрометры, гигрографы.

Принцип психрометрии заключается в определении показаний двух термометров, сухого и влажного (резервуар которого обернут влажной тканью). Влага, испаряясь с различной скоростью в зависимости от влажности и скорости движения воздуха, отнимает тепло от влажного термометра, поэтому показания влажного термометра будут ниже, чем показания сухого. На основании показаний двух термометров вычисляют относительную влажность воздуха.

Наиболее распространенными являются стационарный психрометр Августа и аспирационный психрометр Ассмана (рис.2.1).

Психрометр Августа (рис.2.1б) устанавливается так, чтобы на него не влияли тепловые излучения или движение воздуха, которые могут изменить точность показаний прибора. Влажность определяют на основании по психрометрической таблице, прилагаемой к психрометру.

Аспирационный психрометр Ассмана (рис.2.1а) дает более точные показания, так как резервуары термометра заключены в металлические гильзы 6, предохраняющие их от воздействия движения воздуха и теплового излучения. Перед началом измерений обернутую вокруг влажного термометра 2 ткань смачи-

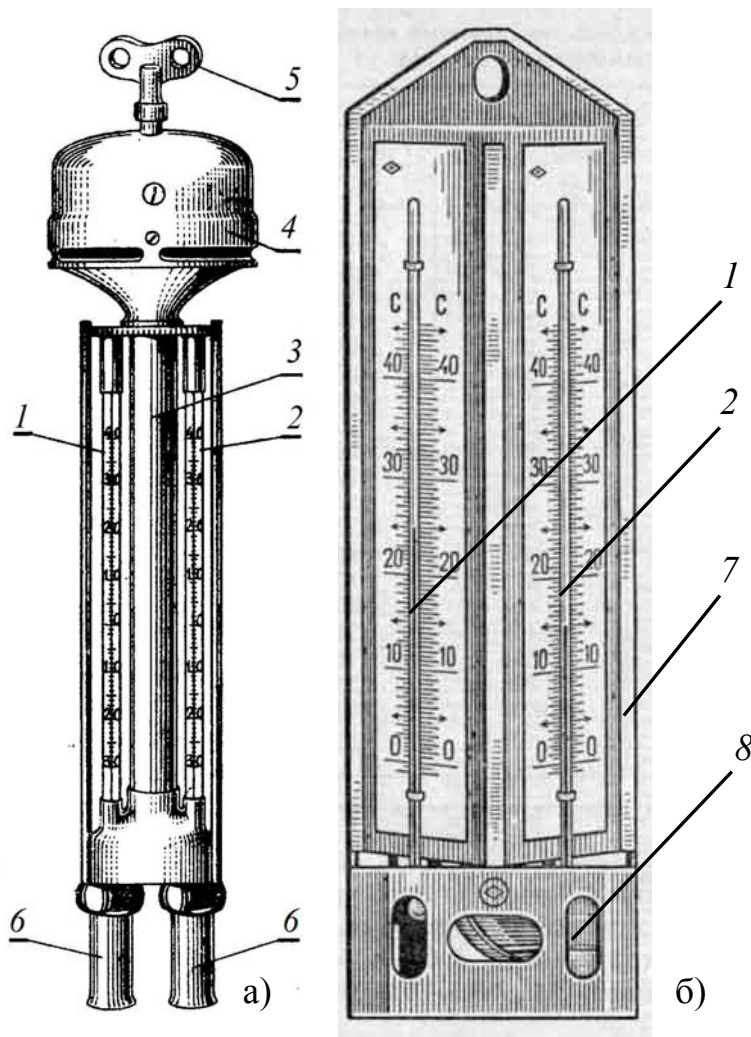


Рис.2.1. Психрометры Ассмана (а) и Августа (б)

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| 1 – Сухой термометр | 2 – Влажный термометр |
| 3 – Термодержатель | 4 – Вентилятор |
| 5 – Заводной ключ | 6 – Гильзы |
| 7 – Основание | 8 – Баллон с водой |

вают дистиллированной водой из пипетки. Затем ключом 5 заводят пружину вентилятора 4 и через 4 – 5 мин снимают показания обоих термометров, после чего по табл.2.8 или расчетом определяют относительную влажность.

Принцип работы **гигрометра** основан на свойстве обезжиренных человеческих волос изменять свою длину в зависимости от влажности. Изменение длины волос передается стрелке, которая, перемещаясь вдоль шкалы, указывает относительную влажность воздуха в процентах.

Гигрограф (рис.2.2) служит для постоянного наблюдения за изменениями относительной влажности воздуха; используются суточные и недельные гигрографы. Воспринимающая часть прибора состоит из пучка (35 — 40 штук) обезжиренных человеческих волос, натянутых на раму и закрепленных с обоих концов. Изменение длины пучка при изменении влажности с помощью передаточного механизма преобразуется с помощью рычажков системы в движение стрелки с пером по диаграммной ленте.

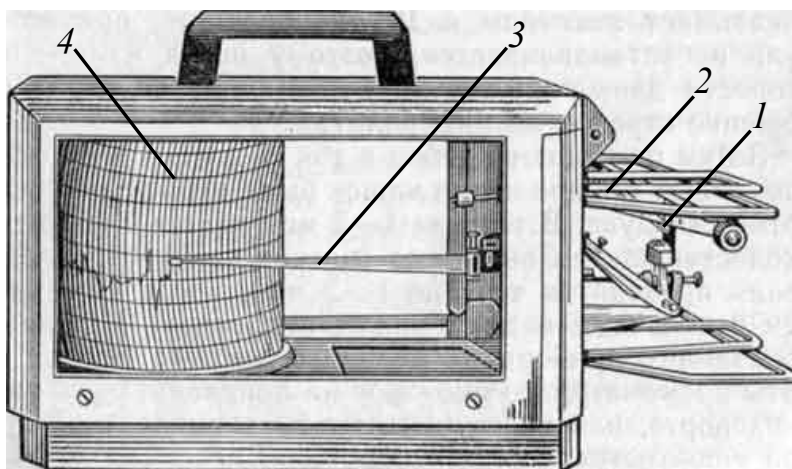


Рис.2.2. Гигрограф

- | | |
|---------------------|---------------------------|
| 1 – Пучок волос | 2 – Передаточный механизм |
| 3 – Стрелка с пером | 4 – Диаграммная лента |

Таблица 2.8

Психрометрическая таблица

Показания сухого термомет- ра, °С	Показания влажного термометра																										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
8	29	40	51	63	75	87	100																				
9	21	31	42	53	64	67	88	100																			
10	14	24	34	44	54	75	76	88	100																		
11		17	26	36	46	56	66	77	88	100																	
12			20	29	38	48	57	68	78	89	100																
13			14	23	31	40	49	59	69	79	89	100															
14				17	25	33	42	51	60	70	79	90	100														
15					20	27	36	44	52	61	71	80	90	100													
16					15	22	30	37	46	54	63	71	81	90	100												
17						17	24	32	39	47	55	64	72	81	90	100											
18						31	20	27	34	41	49	56	65	73	82	91	100										
19							15	22	29	36	43	50	58	66	74	82	91	100									
20								18	24	30	37	44	52	56	66	74	83	91	100								
21								14	20	26	32	39	46	53	60	67	75	83	91	100							
22									16	22	28	34	40	47	54	61	68	76	84	92	100						
23									13	18	24	30	36	42	48	55	62	69	76	84	92	100					
24										15	20	26	31	37	43	49	56	63	70	77	84	92	100				
25											17	22	27	33	38	44	50	57	63	70	77	84	92	100			
26											14	19	24	29	34	40	46	52	57	64	71	77	85	92	100		
27												16	21	25	30	36	41	47	52	58	65	71	78	85	92	100	

2.4.3. Измерение степени подвижности воздуха

Для определения скорости движения воздуха используют анемометры (крыльчатые и чашечные), кататермометры.

Анемометры представляют собой сочетание ветроприемника, счетчика оборотов и передаточного механизма.

В **крыльчатых анемометрах** (рис. 2.3а) ветроприемник выполнен в виде крыльчатки из тонких пластинок легкого сплава. Прибор предназначен для измерения скорости движения воздуха от 0,3 до 5 м/с. В **чашечных анемометрах** (рис. 2.3б) ветроприемником служит четырехчашечная вертушка, диапазон измерений – от 1 до 20 м/с.

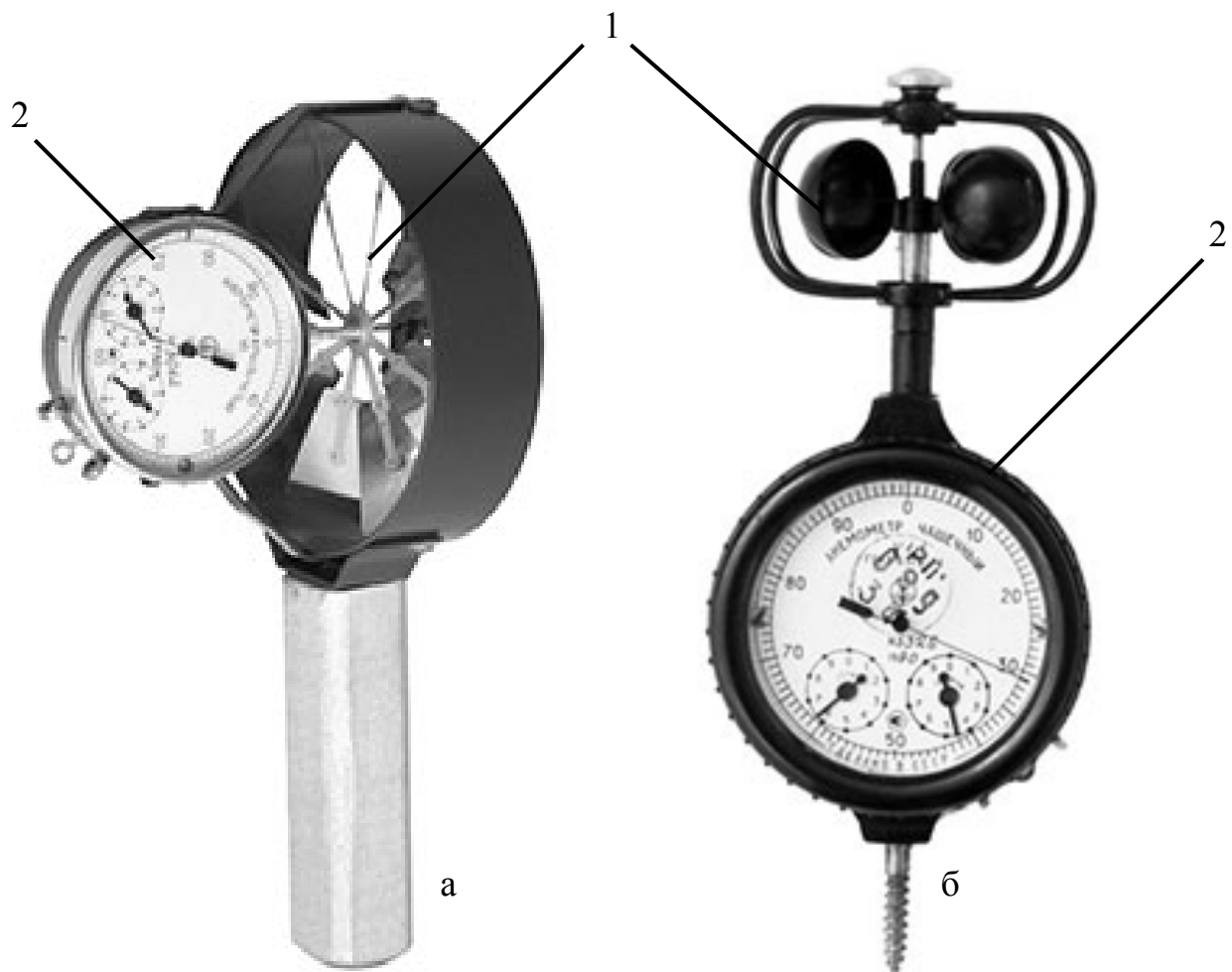


Рис. 2.3. Анемометры: а) – крыльчатый АСО–3, б) – чашечный МС–13
1 – ветроприемник (крыльчатка, четырехчашечная вертушка), 2 – счетчик оборотов

До начала измерения скорости движения воздуха записывают исходное положение стрелки на циферблатах (N_1), затем прибор помещают в поток воздуха таким образом, чтобы ось вращения крыльчатки крыльчатого анемометра была направлена параллельно потоку воздуха, а чашечного — перпендикулярно. После преодоления инерции и установки постоянной скорости поворотом рычажка, находящегося на боковой стороне прибора, включают счетчик оборотов и

отмечают время начала замера. Через 1 минуту выключают счетчик и записывают показания N_2 . Затем определяют число оборотов в секунду:

$$n = \frac{N_2 - N_1}{\tau}, \text{ об/с} \quad (2.3)$$

где τ – время замера (60 сек.).

Для перевода оборотов в секунду в скорость движения воздуха в м/с к каждому экземпляру прибора прилагается тарифовочный график.

2.4.4. Измерение атмосферного давления

Для измерения атмосферного давления применяются барометры и барографы.

Барометры бывают ртутные, пружинные и aneroidные. Aneroidные наиболее распространены. Датчиком барометра-анероида является набор из последовательно соединенных между собой 5-6 aneroidных коробок. В aneroidной коробке создан вакуум, а для предотвращения ее сжатия под действием атмосферного давления внутри укреплен рессорная пружина. При повышении давления коробки сжимаются, при уменьшении – расширяются, что через систему рычагов отмечается стрелкой прибора. Точность прибора 0,1 мм.рт.ст.

Барограф предназначен для записи на ленту изменения атмосферного давления. Датчиком барографа является набор aneroidных коробок, которые через систему рычагов коробки связаны с пером самописца. Устройство барографа подобно устройству термографа и гигрографа.

2.5. Экспериментальная часть

2.5.1. Задание по работе

Исходные данные, согласно номеру варианта, который задает преподаватель, принимают по табл. 2.9.

Таблица 2.9

Исходные данные по работе

Вариант	Среднесуточная температура воздуха, °С	Наименование помещения	Характер выполняемой работы, общие энергозатраты
1	-10	Деревообрабатывающий цех	Обработка древесины стоя, 140 ккал/ч
2	+18	То же	Контроль качества, 130 ккал/ч
3	+16	Арматурный цех	Обслуживание станка, 230 ккал/ч
4	-7	То же	Наладка станков, 180 ккал/ч
5	+11	Строящийся объект	Разработка грунта вручную, 400 ккал/ч
6	-13	То же	Маляр-штукатур, 220 ккал/ч
7	+5	То же	Водитель грузового автомобиля, 190 ккал/ч
8	-14	То же	Руководство работами, 145 ккал/ч
9	-2	Конструкторское бюро	Чертежник, сидя, 100 ккал/ч
10	+20	То же	Уборка помещения, 170 ккал/ч

2.5.2. Определение относительной влажности и температуры воздуха аспирационным психрометром

Для измерения относительной влажности воздуха батист на баллоне «мокрого» термометра смачивают при помощи пипетки. Прибор помещают на место измерения в вертикальном положении, заводят ключом механизм вентилятора (или включают электровентилятор) психрометра, после чего температура «мокрого» термометра начинает понижаться вследствие испарения воды из батиста. Снятие показаний термометров производят в момент, когда температура «мокрого» термометра достигнет минимума (через 4-5 мин). Температуру воздуха принимают по «сухому» термометру. Результаты замеров заносят в табл. 2.10.

Таблица 2.10

Определение относительной влажности воздуха

Барометрическое давление		Показания психрометра, °С		Относительная влажность φ , %
мм. рт. ст.	Па	по «сухому» термометру t_c	по «мокрому» термометру t_m	

Относительную влажность рассчитывают по уравнению:

$$\varphi = (e/E) \cdot 100\% \quad (2.4)$$

где E – максимальная упругость водяного пара, Па, определяется по температуре «сухого» термометра по табл.2.11;

e – упругость водяного пара в точке измерения, Па

$$e = E_M - 0,00066 \cdot (t_c - t_m) \cdot B \quad (2.5)$$

где E_M – максимальная упругость водяного пара при температуре «мокрого» термометра (определяется по табл. 2.11), Па;

0,00066 – постоянный психрометрический коэффициент, 1/град, при давлении 100641,5 Па или 755 мм.рт.ст. (1 мм.рт.ст. = 133,3 Па);

t_c, t_m – температура воздуха, по «сухому» и «мокрому» термометрам, °С;

B – барометрическое давление, Па.

Таблица 2.11

Максимальная упругость водяных паров при $B=100641,5$ Па (755 мм.рт.ст.)

$T, ^\circ\text{C}$	$E, \text{Ем, Па}$	$T, ^\circ\text{C}$	$E, \text{Ем, Па}$	$T, ^\circ\text{C}$	$E, \text{Ем, Па}$	$T, ^\circ\text{C}$	$E, \text{Ем, Па}$
12,5	1449,0	18,0	2063,1	23,5	2894,0	29,0	4005,0
13,0	1497,1	18,5	2128,9	24,0	2982,9	29,5	4122,8
13,5	1546,8	19,0	2196,4	24,5	3073,9	30,0	4244,5
14,0	1597,9	19,5	2263,0	25,0	3166,7	30,5	4365,3
14,5	1655,5	20,0	2364,1	25,5	3262,0	31,0	4491,5
15,0	1704,8	20,5	2410,7	26,0	3360,4	31,5	4621,2
15,5	1760,2	21,0	2486,1	26,5	3461,0	32,0	4752,9
16,0	1817,4	21,5	2563,5	27,0	3564,3	32,5	4890,0
16,5	1876,3	22,0	2642,9	27,5	3670,9	33,0	5029,8
17,0	1936,9	22,5	2724,7	28,0	3778,3	33,5	5172,2
17,5	1999,1	23,0	2808,4	28,5	3890,1	34,0	5185,2

С целью облегчения расчетов для определения относительной влажности по показаниям «сухого» и «мокрого» термометров составлены психрометрические таблицы (см. табл.2.8).

2.5.3. Определение скорости движения воздуха

В лабораторной работе подвижность воздуха искусственно создается при помощи вентилятора, который устанавливают на расстоянии 1,5-2 м от анемометров.

Для производства замеров анемометры устанавливают так, чтобы ось вращения чашечного анемометра была перпендикулярна направлению воздушного потока, а крыльчатого – параллельна направлению потока.

Перед измерением записывают показания счетчиков по всем трем шкалам при выключенном арретире. Показания записывают в табл.2.12.

Перед проведением замеров анемометры ставят под действие воздушного потока и делают выдержку в течение 10-15 с, чтобы ветроприемник набрал скорость вращения, соответствующую скорости воздуха. Анемометр включают в действие посредством арретира одновременно с секундомером. Через определенное время (не менее 100 с) анемометр и секундомер одновременно выключают, снимают новые показания счетчиков и по формуле (2.3) определяют число оборотов в 1 с:

Скорость движения воздуха V в м/с находят по тарировочному графику, прилагаемому к каждому прибору (находится у преподавателя). Результаты расписывают в табл.2.12

Таблица 2.12

Определение скорости движения воздуха

Наименование прибора	Показания счетчиков анемометра		Время замера, с	n, об/с	Скорость V, м/с
	до измерения N ₁ , об.	после измерения N ₂ , об.			
Чашечный МС-13					
Крыльчатый АСО-3					

2.5.4. Результаты измерений и выводы по работе

Результаты эксперимента и нормативные параметры вносят в табл. 2.13. Исходные данные выбирают из табл.2.9. Нормативные значения определяются по табл.2.3 и 2.4, фактические значения – по табл.2.10 и 2.12

В выводах по работе необходимо дать заключение о соответствии каждого из замеренных параметров микроклимата нормативным значениям. Если хотя бы один из параметров выходит за пределы нормативных значений, то в целом микроклимат на рабочем месте непригоден для выполнения работ данной категории и следует разработать мероприятия устранению его вредного воздействия на работающего.

Таблица 2.13

Результаты измерений параметров микроклимата

Период года	Характеристика производственных помещений	Категория работ	Оптимальные параметры по ГОСТ [1] и СанПиН [3]			Допустимые параметры по ГОСТ [1] и СанПиН [3]			Фактические (заме- ренные) параметры		
			Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

2.6. Мероприятия по обеспечению нормативных параметров микроклимата

Выбрать оптимальные решения для конкретного помещения и рабочего места можно лишь при условии детального изучения причин несоответствия метеоусловий нормативным параметрам с учетом особенностей оборудования, помещения и пр. При разработке мероприятий следует пользоваться нормативной и справочной литературой.

Мероприятия по обеспечению нормальных метеоусловий и поддержания теплового равновесия работающего условно можно разделить на следующие группы:

Архитектурно-строительные:

- рациональная планировка помещения, рабочих мест, технологического оборудования и коммуникаций;
- устройство специальных тамбуров-шлюзов;
- устройство солнцезащитных и ветрозащитных навесов (укрытий) для работающих на открытом воздухе;
- расположение источников тепловыделения (влаги) в отдельных помещениях или на открытом воздухе.

Технические:

- применение прогрессивной технологии, механизация и автоматизация тяжелых и трудоемких работ;
- устройство дистанционного управления теплоизлучающими процессами и аппаратами,
- герметизация тепло- и влаговыведящего оборудования;
- теплоизоляция оборудования, аппаратов и коммуникаций, являющихся источниками излучения (температура поверхности не должна превышать 45°С);
- устройство защитных экранов, водяных и воздушных завес;
- оборудование источников тепловлаговыведения системами аспирации;
- устройство в помещении систем вентиляции и кондиционирования;
- устройство воздушного душирования;
- устройство автоматически регулируемой системы отопления.

Организационные:

- организация специального режима труда и отдыха;
- устройство помещений для обогрева для работающих на открытом воздухе в холодное время года;
- устройство в горячих цехах помещений для кратковременного отдыха с подачей в них очищенного и охлажденного воздуха (разность с температурой в помещении - не более 10°C);
- организация водно-солевого режима с целью профилактики обессоливания при сильном потоотделении;
- обеспечение работающих рациональной обувью и спецодеждой;
- проведение периодических медосмотров работающих;
- инструктивное и специальное обучение работающих.

2.7. Контрольные вопросы

1. Какие параметры определяют микроклимат производственной среды?
2. Как воздействует каждый из параметров микроклимата на организм человека?
3. Что такое терморегуляция и за счет чего она осуществляется?
4. Что называется рабочей зоной?
5. Какими документами нормируются параметры микроклимата?
6. Что такое абсолютная и относительная влажность воздуха?
7. Какие параметры называются оптимальными?
8. Какие параметры называются допустимыми?
9. Какие категории работ используют при нормировании микроклимата?
10. Какие приборы используются для измерения влажности воздуха? Принцип действия и порядок измерений.
11. Какие приборы используются для определения скорости движения воздуха? Принцип действия и порядок измерений.
12. Какие факторы влияют на установление нормативных параметров?
13. Виды рекомендаций по приведению параметров микроклимата в соответствии с требованиями нормативных документов?