

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет»

Кафедра аэрологии, охраны труда и природы

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ

Методические указания к лабораторной работе по дисциплине
«Производственная санитария и гигиена труда»
для студентов специальности 280102 «Безопасность
технологических процессов и производств» и по дисциплине
«Безопасность жизнедеятельности»
для студентов всех специальностей всех форм обучения

**Составители Л. Н. Денисова
С. Г. Артинова**

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 5 от 01.02.2011
Рекомендованы к печати
учебно-методической комиссией
специальности 280102
Протокол № 5 от 01.02.2011
Электронная копия находится
в библиотеке ГУ КузГТУ

Кемерово 2011

Цель работы. Изучить основные принципы нормирования метеорологических условий на рабочем месте, приборы для определения параметров микроклимата; исследовать параметры микроклимата в учебной лаборатории на соответствие действующим нормам.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Термины и определения

Производственные помещения – замкнутые пространства в специально предназначенных зданиях и сооружениях, в которых постоянно (по сменам) или периодически (в течение рабочего дня) осуществляется трудовая деятельность людей.

Рабочее место – место, в котором работник должен находиться или в которое ему необходимо прибыть в связи с его работой и которое прямо или косвенно находится под контролем работодателя.

Работоспособность – состояние человека, определяемое возможностью физиологических и психических функций организма, которое характеризует его способность выполнять конкретное количество работы заданного качества за требуемый интервал времени.

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

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

Среднесуточная температура наружного воздуха – средняя величина температуры наружного воздуха измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени. Она принимается по данным метеорологической службы.

Разграничение работ по категориям осуществляется на основе интенсивности общих энергозатрат организма, ккал/ч (Вт). Характеристика отдельных категорий работ (Ia, Ib, IIa, IIb, III) представлена в приложении 1.

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

1.2. Общие требования и показатели микроклимата

Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение благоприятных метеорологических условий в помещениях, оказывающих существенное влияние на его тепловое самочувствие и работоспособность.

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

Нормируемыми параметрами, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

$t_{\text{возд}}$, °С – температура воздуха;

$t_{\text{поверх}}$, °С – температура поверхностей;

f , % – относительная влажность воздуха;

v , м/с – скорость движения воздуха;

I , Вт/м² – интенсивность теплового облучения.

Нормы, приведенные в СанПиН 2.2.4.548–96, устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы, периодов года. Нормы по микроклимату различают оптимальные и допустимые.

1.3. Оптимальные условия микроклимата (оптимальные нормы)

Оптимальные микроклиматические условия или комфортные условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. *Оптимальные нормы* – это такие сочетания параметров микроклимата, которые обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение восьми часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно-эмоциональным напряжением (в кабинетах, на

пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.). Перечень других рабочих мест и видов работ, при которых должны обеспечиваться оптимальные величины микроклимата, определяются Санитарными правилами по отдельным отраслям промышленности и другими документами, согласованными с органами Государственного санитарно-эпидемиологического надзора в установленном порядке.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в табл. 1, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

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. 1 для отдельных категорий работ.

Таблица 1

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

Период года	Категории работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Iа (до 139)	22–24	21–25	60–40	0,1
	Iб (140–174)	21–23	20–24	60–40	0,1
	IIа (175–172)	19–21	18–22	60–40	0,2
	IIб (233–290)	17–19	16–20	60–40	0,2
	III (более 290)	16–18	15–19	60–40	0,3
Теплый	Iа (до 139)	23–25	22–26	60–40	0,1
	Iб (140–174)	22–24	21–25	60–40	0,1
	IIа (175–172)	20–22	19–23	60–40	0,2
	IIб (233–290)	19–21	18–22	60–40	0,2
	III (более 290)	18–20	17–21	60–40	0,3

1.4. Допустимые условия микроклимата (допустимые нормы)

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. *Допустимые нор-*

мы – это такие сочетания параметров микроклимата, которые 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 величины показателей микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины.

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 2 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 категориях работ III – 6 °С.

При этом абсолютные значения температуры воздуха не должны выходить за пределы величин, указанных в табл. 2 для отдельных категорий работ.

При температуре воздуха на рабочих местах 25 °С и выше максимально допустимые 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;

При температуре воздуха 26–28 °С скорость движения воздуха, указанная в табл. 2 для теплого периода года, должна соответствовать диапазону:

- 0,1–0,2 м/с – при категории работ Ia;
- 0,1–0,3 м/с – при категории работ Ib;

Таблица 2

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, 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 (175–172)	17,0–19,9	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 (175–172)	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 25 °С и выше максимальные величины относительной влажности воздуха должны приниматься в соответствии с требованиями п. 6.5.

**При температурах воздуха 26–28 °С скорость движения воздуха в теплый период года должна приниматься в соответствии с требованиями п. 6.6.

- 0,2–0,4 м/с – при категории работ IIа;
- 0,2–0,5 м/с – при категории работ IIб и III.

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. 3.

Таблица 3

Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих от производственных источников

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25–50	70
не более 25	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/м². При этом облучению не должно подвергаться более 25 % поверхности тела и обязательным является использование средств индивидуальной защиты, в том числе 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 IIа;
- 21 °С – при категории работ IIб;
- 20 °С – при категории работ III.

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 неблагоприятного воздействия микроклимата должны быть использованы защитные мероприя-

тия (например, системы местного кондиционирования воздуха, воздушное душирование, компенсация неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата изменением другого, спецодежда и другие средства индивидуальной защиты, помещения для отдыха и обогрева, регламентация времени работы, в частности, перерывы в работе, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, уменьшение стажа работы и др.).

2. ИЗМЕРЕНИЕ И КОНТРОЛЬ

2.1. Требования к организации контроля и методам измерения микроклимата

Измерения показателей микроклимата в целях контроля их соответствия гигиеническим требованиям должны проводиться в холодный период года – в дни с температурой наружного воздуха, отличающиеся от средней температуры наиболее холодного месяца зимы не более чем на 5 °С, а в теплый период года – в дни с температурой наружного воздуха, отличающейся от средней максимальной температуры наиболее жаркого месяца не более на 5 °С. Частота измерений в оба периода года определяется стабильностью производственного процесса, функционированием технологического и санитарно-технического оборудования.

При выборе участков и времени измерения необходимо учитывать все факторы, влияющие на микроклимат рабочих мест (фазы технологического процесса, функционирование систем вентиляции и отопления и др.). Измерения показателей микроклимата следует проводить не менее 3 раз в смену (в начале, середине и в конце). При колебаниях показателей микроклимата, связанных с технологическими и другими причинами, необходимо проводить дополнительные измерения при наибольших и наименьших величинах термических нагрузок на работающих.

Измерения следует проводить на рабочих местах. Если рабочим местом являются несколько участков производственного помещения, то измерения осуществляются на каждом из них.

При наличии источников локального тепловыделения, охлаждения или влаговыведения (нагретых агрегатов, окон, дверных проемов, ворот, открытых ванн и т.д.) измерения следует

проводить на каждом рабочем месте в точках, минимально и максимально удаленных от источников термического воздействия.

В помещениях с большой плотностью рабочих мест при отсутствии источников локального тепловыделения, охлаждения или влаговыделения, участки измерения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха должны распределяться равномерно по площади помещения в соответствии с табл. 4.

Таблица 4

Минимальное количество участков измерения температуры, относительной влажности воздуха и скорости движения воздуха

Площадь помещения, м ²	Количество участков измерения
До 100	4
От 100 до 400	8
Свыше 400	определяется расстоянием между ними, которое не должно превышать 10 м

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.

При наличии источников лучистого тепла тепловое облучение на рабочем месте необходимо измерять от каждого источника, располагая приемник прибора перпендикулярно падающему потоку. Измерения следует проводить на высоте 0,5; 1,0 и 1,5 м от пола или рабочей площадки.

Температуру поверхностей следует измерять в случаях, когда рабочие места удалены от них на расстояние не более двух метров. Температура каждой поверхности измеряется аналогично измерению температуры воздуха по п. 7.6 [1].

Температуру и относительную влажность воздуха при наличии источников теплового излучения и воздушных потоков можно измерять психрометрами, не защищенными от воздействия теплового излучения и скорости движения воздуха. Могут исполь-

зоваться также приборы, позволяющие отдельно измерять температуру и влажность воздуха.

Скорость движения воздуха следует измерять анемометрами вращательного действия (крыльчатые, чашечные и др.). Малые величины скорости движения воздуха (менее 0,5 м/с), особенно при наличии разнонаправленных потоков, можно измерить термоэлектроданемометрами, а также цилиндрическими и шаровыми кататермометрами при защищенности их от теплового излучения.

Температуру поверхностей следует измерять контактными приборами (типа электротермометров) или дистанционными (пирометры и др.).

Интенсивность теплового облучения следует измерять приборами, обеспечивающими угол видимости датчика близкий к полусфере (не менее 160°) и чувствительными в инфракрасной и видимой области спектра (актинометры, радиометры и т.д.).

Диапазон измерения и допустимая погрешность измерительных приборов должны соответствовать требованиям табл. 5.

По результатам исследования необходимо составить протокол, в котором должны быть отражены общие сведения о производственном объекте, размещении технологического и санитарно-технического оборудования, источниках тепловыделения, охлаждения и влаговыведения, приведены схема размещения участков измерения параметров микроклимата и другие данные.

В заключение протокола должна быть дана оценка результатов выполненных измерений на соответствие нормативным требованиям.

2.2. Приборы для измерения температуры воздуха

Принцип действия приборов для измерения температуры основан на физических свойствах тел, связанных определенной зависимостью с температурой. Наиболее широкое применение нашли жидкостные стеклянные термометры, принцип действия которых основан на объемном расширении жидкости, заключенной в закрытый стеклянный резервуар. Резервуар соединен с капилляром трубкой, имеющей малый внутренний диаметр.

При нагревании резервуара заполняющая его жидкость увеличивается в объеме и поднимается вверх по капилляру. По вы-

соте столбика в капилляре можно судить об изменяемой температуре (рис. 1).

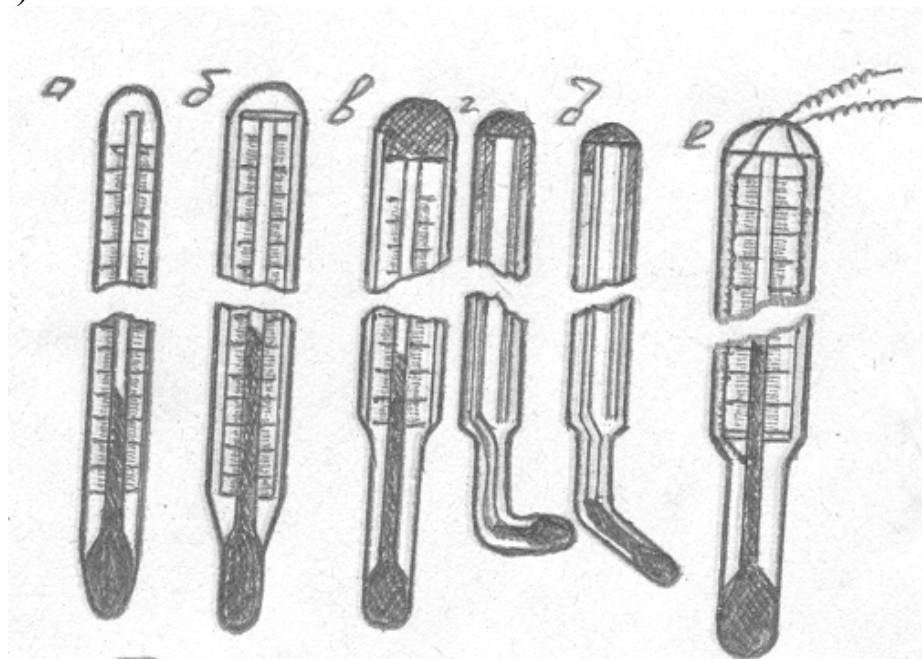


Рис. 1. Термометры: а – палочный; б – с вложенной шкалой; в – технический; г, д – угловые; е – одноконтактный

В качестве рабочей жидкости в термометрах обычно используют ртуть и органические жидкости.

Ртутно-стеклянные термометры применяют для измерения температуры от -30 до $+500$ °С. Термометры с органическими жидкостями называют низкотемпературными, в них применяют: этиловый спирт до -130 °С, толуол до -90 °С.

При необходимости наблюдения за температурой воздуха в помещении в течение суток или более длительного времени применяют приборы термографы и электронные самопишущие мосты с термометрами сопротивления. Чувствительной частью прибора-термографа М-16 А является изогнутая биметаллическая пластина 1, изменяющая свою крутизну в зависимости от температуры (рис. 2).

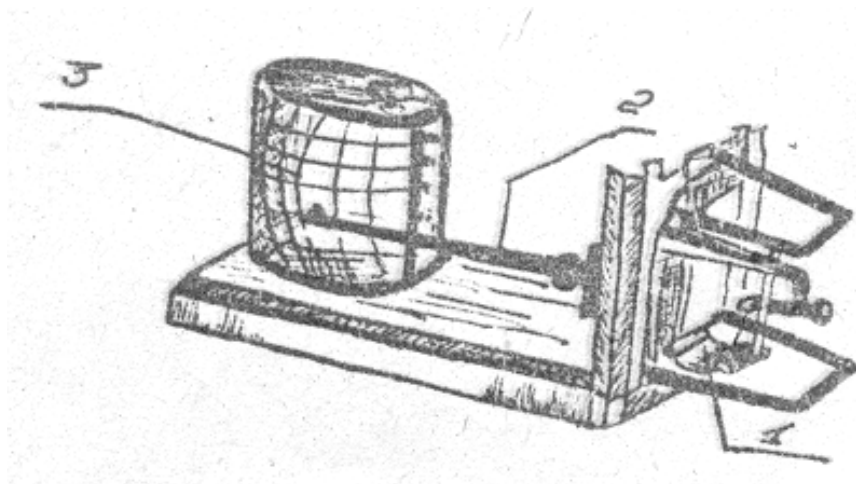


Рис. 2. Термограф М-16 А

Один конец пластины закреплен, а другой системой рычагов связан со стрелкой 2. На конце стрелки установлено перо, в которое заливаются медленно сохнувшие чернила. Перо вычерчивает кривую изменения температуры на диаграммной ленте 3, закрепленной на барабане.

Барабан вращается под действием помещенного в него часового механизма. В зависимости от модификации прибора барабан делает один оборот в сутки (суточный термограф) или в неделю (недельный). Часовой механизм заводится ключом.

Для измерения температуры воздуха в рабочей зоне помещения термометры устанавливаются по возможности на высоте 1,5 м от пола, вдали от холодных наружных ограждений и оборудования, излучающего тепло, и вне зоны действия приточных струй и солнечных лучей. Резервуары термометров должны свободно омываться воздухом.

Измерять температуру воздуха вблизи горячих или холодных поверхностей следует аспирационными психрометрами, резервуары которых защищены от воздействия тепловой радиации.

Температура наружного воздуха измеряется термометрами, которые должны быть защищены от непосредственного воздействия солнечных лучей и атмосферных осадков.

Показания термометров следует снимать не ранее чем через 5 мин после установки, причем не следует дотрагиваться до резервуара термометра рукой, дышать на него, освещать спичками.

2.3. Приборы для измерения влажности воздуха

Относительная влажность воздуха равна отношению действительной влажности к его максимально возможной влажности, соответствующей насыщению при данной температуре.

Относительную влажность измеряют при помощи гигрометров и психрометров, а при необходимости непрерывного измерения и записи относительной влажности используют гигрографы.

Гигрометр – измерительный прибор для определения влажности воздуха. Существует несколько типов гигрометров, действие которых основано на различных принципах: весовой, волосной, плёночный и прочих.

Весовой (абсолютный) гигрометр состоит из системы U-образных трубок, наполненных гигроскопическим веществом, способным поглощать влагу из воздуха. Через эту систему насосом протягивают некоторое количество воздуха, влажность которого определяют. Зная массу системы до и после измерения, а также объём пропущенного воздуха, находят абсолютную влажность.

Действие волосного гигрометра основано на свойстве обезжиренного волоса, изменять свою длину при изменении влажности воздуха, что позволяет измерять относительную влажность от 30 до 100 %. Волос натянут на металлическую рамку. Изменение длины волоса передаётся стрелке, перемещающейся вдоль шкалы. Плёночный гигрометр имеет чувствительный элемент из органической плёнки, которая растягивается при повышении влажности и сжимается при понижении. Изменение положения центра плёночной мембраны передаётся стрелке. Волосной и плёночный гигрометр в зимнее время являются основными приборами для измерения влажности воздуха. Показания волосного и плёночного гигрометра периодически сравниваются с показаниями более точного прибора – психрометра, который также применяется для измерения влажности воздуха.

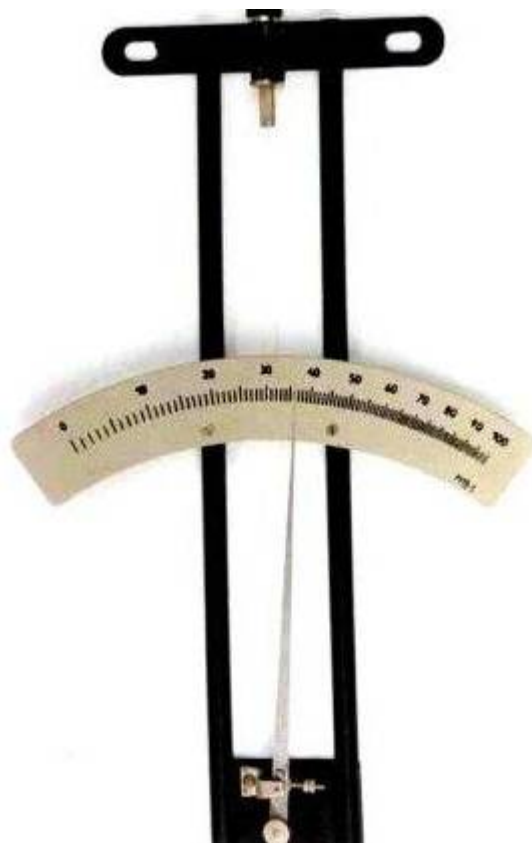


Рис. 3. Гигрометр М-19

В электролитическом гигрометре пластинку из электроизоляционного материала (стекло, полистирол) покрывают гигроскопическим слоем электролита – хлористого лития – со связующим материалом. При изменении влажности воздуха меняется концентрация электролита, а следовательно, и его сопротивление; недостаток этого гигрометра – зависимость показаний от температуры.

Действие керамического гигрометра основано на зависимости электрического сопротивления твёрдой и пористой керамической массы (смесь глины, кремния, каолина и некоторых окислов металла) от влажности воздуха.

Конденсационный гигрометр определяет точку росы по температуре охлаждаемого металлического зеркала в момент появления на нём следов воды (или льда), конденсирующейся из окружающего воздуха. Конденсационный гигрометр состоит из устройства для охлаждения зеркала, оптического или электрического устройства, фиксирующего момент конденсации, и термометра, измеряющего температуру зеркала. В современных

конденсационных гигрометрах для охлаждения зеркальца пользуются полупроводниковым элементом, принцип действия которого основан на Пельтье эффекте, а температура зеркальца измеряется вмонтированным в него проволочным сопротивлением или полупроводниковым микротермометром.

Всё большее распространение находят электролитические гигрометры с подогревом, действие которых основано на принципе измерения точки росы над насыщенным соляным раствором (обычно хлористым литием), которая для данной соли находится в известной зависимости от влажности. Чувствительный элемент состоит из термометра сопротивления, на корпус которого надет чулок из стекловолокна, пропитанный раствором хлористого лития, и двух электродов из платиновой проволоки, намотанных поверх чулка, на которые подаётся переменное напряжение. Гигрограф (греч. *hygrós grapho* – влажный+пишу) – прибор для непрерывной регистрации относительной влажности воздуха. Чувствительным элементом гигрографа служит пучок обезжиренных человеческих волос или органическая плёнка. Запись происходит на разграфленной ленте, надетой на барабан, вращаемый часовым механизмом. В зависимости от продолжительности оборота барабана гигрографы бывают суточные и недельные.

Чувствительным элементом гигрометров и гигрографов (от греческого *hygros* – влажный) является обезжиренный человеческий волос или органическая (животная) пленка, обладающие свойством изменять длину в зависимости от содержания водяного пара в воздухе. Конструкция гигрометра М-19 показана на рис. 3.

Наиболее широкое распространение получили психрометры (от греческого *psychros* – холодный). Простейший из них (психрометр Августа) состоит из двух термометров – сухого и влажного. Ртутный резервуар влажного термометра обернут куском марли или батиста с концом, опущенным в стаканчик с водой. У этого термометра температура ниже, чем у сухого, поскольку вода, испаряясь, отнимает теплоту.

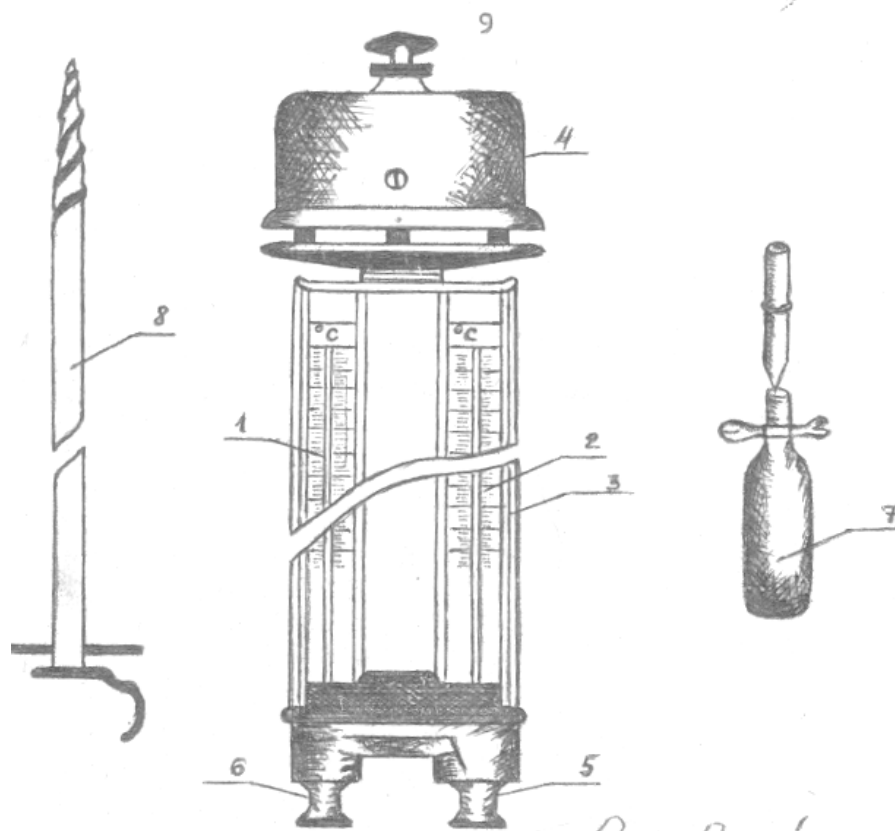


Рис. 4. Психрометр Ассмана

Для более точных измерений применяют аспирационный психрометр (психрометр Ассмана) (рис. 4). Он так же состоит из двух термометров («сухого» и «влажного») 1 и 2, заключенных в металлическую оправу 3. С помощью встроенного в верхнюю часть прибора вентилятора 4 воздух поступает через металлические трубки 5, 6 со скоростью 3–4 м/с и омывает резервуары термометров. Резервуар правого термометра обертывают батистом в один слой и перед работой смачивают чистой дистиллированной водой с помощью резинового баллона с пипеткой 7.

При измерении прибор подвешивают на стержне, на одном конце которого есть винтовая нарезка, а на другом – крюк с прорезью 8.

Стержень ввинчивают горизонтально в деревянный столб и на него навешивают прибор. Заводят механический привод аспиратора до отказа (при использовании психрометра МА-4М с механическим приводом вентилятора) или включают электрический двигатель (при использовании психрометра М-34 с электродвига-

телем) и через 4 мин после включения aspirатора отсчитывают показания термометров.

Температура воздуха определяется по показанию «сухого» термометра, а влажность – по показаниям «сухого» и «мокрого» термометров по специальным психрометрическим таблицам или графикам (приложение 3).

Для непрерывного измерения и записи относительной влажности воздуха используются гигрографы (рис. 5).

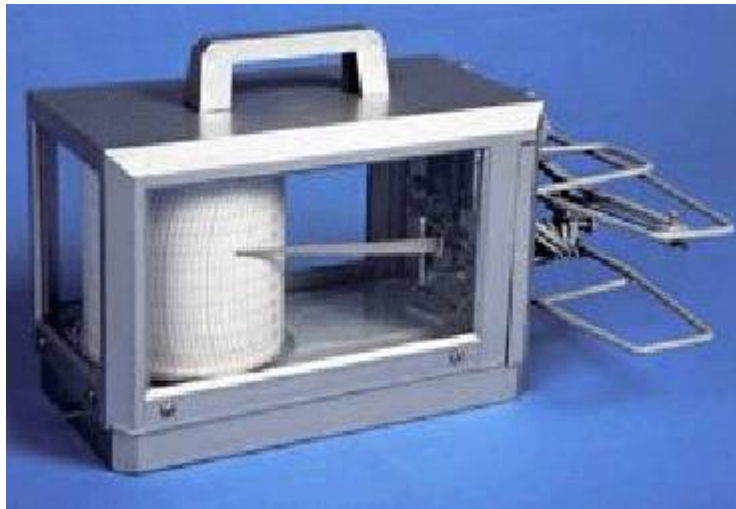


Рис. 5. Гигрограф

2.4. Приборы для измерения скорости движения воздуха

Приборы для измерения скорости движения воздуха называют анемометрами (от греческого *anemos* – ветер). Анемометры бывают механические (МС-13, АСО-3) и электрические (ТА-ЛИСТ, ТП-45, ЗА-2М и др.)



Рис. 6. Крыльчатый анемометр

Чашечный и крыльчатый анемометры (рис. 6 и 7) состоят из воспринимающей части, вращающейся под действием воздушного потока, и счетного механизма. Воспринимающая часть крыльчатого анемометра АСО-3 состоит из крыльчатки-штуки с насаженными на ней восьмью крылышками, поставленными под углом 45° к потоку. На оси крыльчатки укреплен червячный винт, передающий вращение счетному механизму, который снабжен циферблатом и стрелками. Циферблат имеет три шкалы: единиц, сотен и тысяч. Крыльчатый анемометр АСО-3 применяется для определения скоростей воздушного потока от 0,2 до 5 м/с.

Чашечный анемометр МС-13 отличается от крыльчатого лишь конструкцией воспринимающей части, которая состоит из четырех полых полушарий, укрепленных на крестовине, сидящей на оси. Вследствие того, что поток воздуха по-разному действует на выгнутую и выпуклую часть полушарий, происходит их вращение вокруг оси. Чашечным анемометром МС-13 можно измерить скорости движения воздуха от 1 до 20 м/с.



Рис. 7. Чашечный анемометр

Порядок измерения скорости движения воздуха механическими анемометрами состоит в следующем:

1. Выключают с помощью арретира счетное устройство и записывают начальное показание счетчика.

2. Вносят анемометр в воздушный поток так, чтобы ось крыльчатого анемометра располагалась параллельно воздушному потоку. Ось чашечного анемометра должна быть перпендикулярна направлению движения воздуха.

3. Через 5–10 с после внесения анемометра в поток одновременно включают секундомер и счетное устройство анемометра.

4. По истечению 30–100 с механизм и секундомер выключают и записывают конечное показание счетчика и длительность измерения в секундах.

5. Находят число делений n , приходящееся на 1 с:

$$n = (N_2 - N_1)/t,$$

где N_1 , N_2 – соответственно начальное и конечное показания счетного механизма; t – время, с.

6. По тарифовочному графику $V = f(n)$ находят скорость воздушного потока V , м/с (рис. 8).

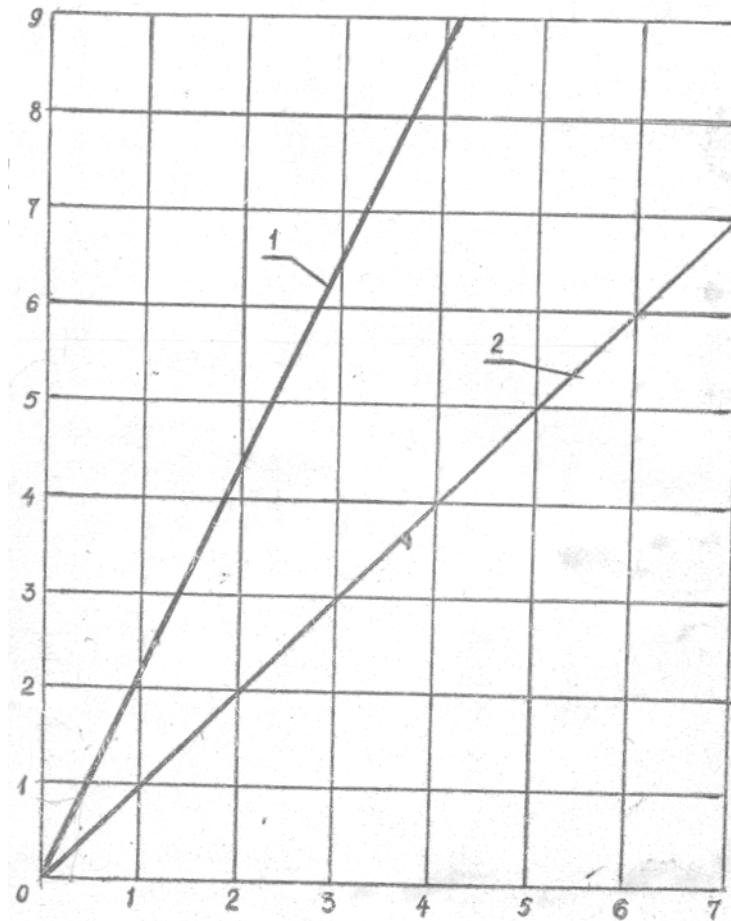


Рис. 8. Тарифовочный график:
1 – АСО-3; 2 – чашечный анемометр

При больших размерах отверстия его сечение разбивают на несколько равных площадей и измерение проводят в центре каждой из них. Среднюю скорость находят как среднее арифметическое из значений скоростей по всем площадкам. В тех случаях, когда в одной части проема воздух движется в одном направлении, а в другом – в противоположном, до измерения с помощью анемометра определяют положение нейтральной линии в проеме, где скорость движения воздуха практически равна нулю. После

этого измеряют скорость движения по обе стороны от нейтральной линии.

2.5. Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство и принцип действия приборов для исследования параметров микроклимата, порядок и условия их применения.

2. Измерить температуру, относительную влажность и скорость движения воздуха в помещении. Температуру воздуха измерить по «сухому» термометру – психрометру МВ-4М. Относительную влажность определяют одновременно при помощи гигрометра и психрометра МВ-4М. Результаты измерений занести в табл. 6.

3. Установить по ГОСТ 12.1.005–88 ССБТ, СанПиН 2.2.4.546–96 оптимальные и метеорологические условия для данного помещения, занести их в таблицу, сравнить их с фактическими и сделать вывод о соответствии фактических параметров микроклимата нормативным значениям.

4. Измерить скорость движения воздуха в диффузоре встроенной в стенд вентиляционной установки, определить ее производительность. Результаты измерений занести в табл. 8.

2.6. Приборы для измерения параметров микроклимата

Приборы такие как метеоскопы и метеометры предназначены для измерения ряда параметров: температуры воздуха, относительной влажности, скорости движения воздуха, интенсивности теплового облучения, ТНС-индекса, атмосферного давления.



Рис. 9 Метеометр МЭС-200



Рис 10. Метеоскоп БВЕК

Составными частями метеоскопа являются:

- 1) сенсометрический щуп, в котором размещены датчики анемометра, температуры и влажности;
- 2) сфера Вернона (шаровой термометр) предназначена для оценок индекса тепловой нагрузки среды и интенсивности теплового излучения;
- 3) индикаторный блок, в котором размещены датчик давления, схема аналогово-цифрового преобразователя, центральный процессор, блок стабилизаторов и преобразователей напряжения питания, кнопочный блок управления процессором и жидкокристаллический алфавитно-цифровой дисплей матричного типа;
- 4) сетевое зарядное устройство для подзарядки аккумуляторной батареи питания прибора;
- 5) штатив.

Таблица 6

Результаты исследования метеорологических условий в ауд. №

Характеристика	Параметры микроклимата		
	температура воздуха, °С	относительная влажность, %	скорость движения воздуха, м/с
Оптимальные Допустимые Фактические			

Таблица 7

Результаты исследования метеорологических условий в ауд. №

Характеристика	Параметры микроклимата			
	температура воздуха, °С	относительная влажность, %	скорость движения воздуха, м/с	ТНС-индекс °С
Оптимальные Допустимые Фактические				

Таблица 8

Результаты измерения скорости воздуха

Место замера	Площадь сечения	Отсчеты по анемометру		Разность отсчетов	Время замера, с	Число делений в 1 с	Скорость движения воздуха, м/с	Производительность вентилятора, м ³ /с	Диффузор вентиляционной установки
		нач.	кон.						

Характеристика отдельных категорий работ

1. Категории работ разграничиваются на основе интенсивности энергозатрат организма (ккал/ч, Вт).

2. К категории Ia относятся 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 сфере управления и т.п.).

3. К категории Ib относятся работы с интенсивностью энергозатрат 121–150 ккал/ч (140–174 Вт), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (ряд профессий в полиграфической промышленности, на предприятиях связи, контролеры, мастера в различных видах производства и т.п.).

4. К категории Pa относятся работы с интенсивностью энергозатрат 151–200 ккал/ч (175–232 Вт), связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения (ряд профессий в механосборочных цехах машиностроительных предприятий, прядильно-ткацком производстве и т.п.).

5. К категории Pb относятся работы с интенсивностью энергозатрат 201–250 ккал/ч (233–290 Вт), связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (ряд профессий в механизированных литейных, прокатных, кузнечных, термических, сварочных цехах машиностроительных и металлургических предприятий и т.п.).

6. К категориям III относятся работы с интенсивностью энергозатрат более 250 ккал/ч (более 290 Вт), связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие больших физических усилий (ряд профессий в кузнечных цехах с ручной ковкой, литейных цехах с ручной набивкой и заливкой опок машиностроительных и металлургических предприятий и т.п.).

Определение индекса тепловой нагрузки среды (ТНС-индекса)

1. Индекс тепловой нагрузки среды (ТНС-индекс) является эмпирическим показателем, характеризующим сочетанное действие на организм человека параметров микроклимата (температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового облучения).

2. ТНС-индекс определяется на основе величин температуры смоченного термометра аспирационного психрометра ($t_{\text{вкл}}$) и температуры внутри зачерненного шара ($t_{\text{ш}}$).

3. Температура внутри зачерненного шара измеряется термометром, резервуар которого помещен в центр зачерненного полого шара; $t_{\text{ш}}$ отражает влияние температуры воздуха, температуры поверхностей и скорости движения воздуха. Зачерненный шар должен иметь диаметр 90 мм; минимально возможную толщину и коэффициент поглощения 0,95. Точность измерения температуры внутри шара $\pm 0,5$ °С.

4. ТНС-индекс рассчитывается по уравнению:

$$\text{ТНС} = 0,7t_{\text{вл}} + 0,3t_{\text{ш}}.$$

5. 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.

6. Метод измерения и контроля ТНС-индекса аналогичен методу измерения и контроля температуры воздуха [1, пп. 7.1–7.6].

7. Значение ТНС-индекса не должно выходить за пределы величин, рекомендуемых в табл. 8.

Таблица 8

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

Категория работ по уровню энергозатрат	Величины интегрального показателя, °С
Iа (до 139)	22,2–26,4
Iб (140–174)	21,5–25,8
IIа (175–172)	20,5–25,1
IIб (233–290)	19,5–23,9
III (более 290)	18,0–21,8

Приложение 3

**Время работы при температуре воздуха на рабочем месте
выше или ниже допустимых величин**

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. 9 и табл. 10 приложения. 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, указанных в [1], табл. 10.

Таблица 9

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

Температура воздуха на ра- бочем месте, °С	Время пребывания, ч, не более, при категориях работ		
	Ia – Ib	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

Таблица 10

Время пребывания на рабочих местах
при температуре воздуха ниже допустимых величин

Температура воздуха на рабочем месте, °С	Время пребывания, ч, не более, при категориях работ				
	Ia	Iб	IIa	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	–	–	–	–

Среднесменная температура воздуха (t_B) рассчитывается по формуле

$$t_B = \frac{t_{B1} \cdot \tau_1 + t_{B2} \cdot \tau_2 + \dots + t_{Bn} \cdot \tau_n}{8},$$

где $t_{B1}, t_{B2}, \dots, t_{Bn}$ – температура воздуха (°С) на соответствующих участках рабочего места; $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ – время (ч) выполнения работы на соответствующих участках рабочего места; 8 – продолжительность рабочей смены (ч).

Остальные показатели микроклимата (относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, температура поверхности, интенсивность теплового облучения) на рабочих местах должны быть в пределах допустимых величин [1].

Психометрическая таблица
для температур от 0 до 22 °С по влажному термометру

Показания влажного термометра	Разность показаний сухого и влажного термометров																				
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
0	100	90	81	73	64	75	50	45	36	31	26	20	16	11	7	3	–	–	–	–	–
1	100	90	82	74	66	59	52	46	39	33	29	19	19	15	11	7	–	–	–	–	–
2	100	90	83	75	67	61	54	47	42	36	31	26	23	16	14	10	–	–	–	–	–
3	100	90	83	76	69	63	53	49	44	39	34	29	66	21	17	13	10	–	–	–	–
4	100	91	84	77	70	64	57	51	46	41	38	32	28	24	20	16	14	11	–	–	–
5	100	91	85	76	71	65	59	54	48	43	39	34	30	27	23	19	17	13	10	–	–
6	100	92	85	78	72	66	61	66	50	45	41	35	33	29	26	22	19	16	13	10	–
7	100	92	87	79	73	67	62	57	52	47	43	39	35	31	28	25	22	19	15	12	11
8	100	92	86	80	74	68	63	58	54	49	45	41	37	33	30	27	25	21	18	15	14
9	100	93	86	81	75	70	65	60	55	51	47	43	39	35	32	29	27	24	23	18	17
10	100	94	87	82	76	71	66	61	57	53	48	45	41	37	34	31	28	26	23	21	19
11	100	94	88	82	77	72	67	62	59	55	50	47	43	40	36	33	30	29	25	23	20
12	100	94	88	82	77	73	66	63	59	56	52	48	44	42	38	35	32	30	27	25	22
13	100	94	89	83	78	73	69	64	61	57	53	50	46	43	40	37	34	32	29	27	24
14	100	94	89	83	79	74	70	66	62	58	54	51	47	45	41	39	36	34	31	29	26
15	100	94	89	84	80	75	71	67	63	59	55	52	49	46	43	41	37	35	33	31	28
16	100	95	90	84	80	76	72	67	64	60	57	53	50	48	44	42	39	37	34	32	30
17	100	95	90	84	81	76	73	68	65	61	58	54	52	49	46	44	40	39	36	34	31
18	100	95	90	85	81	76	74	68	66	62	59	53	53	50	47	45	42	40	37	35	33
19	100	95	91	85	82	77	74	70	66	63	60	57	54	51	48	46	43	41	39	37	34
20	100	95	91	86	82	78	75	71	68	64	61	58	55	53	49	47	44	43	40	38	36
21	100	95	91	86	83	70	75	71	68	65	62	59	56	54	55	49	46	44	42	39	37
22	100	95	91	87	83	79	76	72	69	65	63	60	57	55	52	50	47	45	42	40	38

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие параметры воздушной среды производственных помещений относятся к метеорологическим условиям?
2. Какие факторы учитываются при нормировании метеорологических условий для промышленных предприятий?
3. На какие периоды разделяется год при нормировании параметров микроклимата?
4. На какие категории разделяются работы по тяжести?
5. Какие приборы применяют для измерения и непрерывной регистрации температуры?
6. Устройство и принцип действия приборов для измерения влажности воздуха.
7. Как измерить относительную влажность воздуха при помощи аспирационного психрометра Ассмана?
8. Какие приборы применяются для измерения скорости движения воздуха?
9. Порядок измерения скорости движения воздуха анемометрами типа АСО-3 и МС-13.
10. Устройство и принцип действия гигрографа.
11. Что такое оптимальный микроклимат?
12. Что такое допустимый микроклимат?
13. Что необходимо сделать в целях предотвращения воздействия не благоприятного микроклимата на человека?
14. В каких случаях в производственных помещениях разрешается установить допустимые параметры микроклимата?
15. Что такое индекс тепловой нагрузки среды?
16. Как определить категорию работ?

ЛИТЕРАТУРА

1. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
2. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности: учеб. для вузов / С. В. Белов, А. В. Ильницкая, А. Ф. Козьяков [и др.]. – М.: Высш. шк., 1990. – 448 с.

Составители
Людмила Николаевна Денисова
Светлана Геннадьевна Артинова

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ**

Методические указания к лабораторной работе по дисциплине
«Производственная санитария и гигиена труда»
для студентов специальности 280102 «Безопасность
технологических процессов и производств» и по дисциплине
«Безопасность жизнедеятельности»
для студентов всех специальностей всех форм обучения

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 25.03. 2011. Формат 60×84/16.
Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 1,7.
Тираж 220 экз. Заказ
ГУ КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.
Типография ГУ КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4 а.