

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра безопасности жизнедеятельности

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ

*Методические указания к лабораторной работе № 1
для студентов всех специальностей и слушателей
Института повышения квалификации и переподготовки кадров*

Горки
БГСХА
2021

УДК 331.45(072)

*Рекомендовано методической комиссией
факультета механизации сельского хозяйства.
Протокол № 5 от 27 января 2020 г.*

Авторы:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *В. Н. Босак*;
кандидат технических наук, доцент *А. Е. Кондраль*;
старший преподаватель *М. П. Акулич*;
старший преподаватель *М. В. Цайц*;
кандидат технических наук, доцент *А. С. Алексеенко*;
кандидат технических наук, доцент *А. Н. Кудрявцев*

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент *М. Л. Пархоменко*

Исследование микроклимата в рабочей зоне : методические указания к лабораторной работе № 1 / В. Н. Босак [и др.]. – Горки : БГСХА, 2021. – 23 с.

Рассмотрены устройство и работа приборов для определения параметров микроклимата в производственных и офисных помещениях и на рабочих местах организаций, приведена методика измерений и сравнения полученных значений с санитарными нормами.

Для студентов всех специальностей и слушателей Института повышения квалификации и переподготовки кадров.

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2021

Цель работы: научиться оценивать параметры микроклимата на рабочих местах и соответствие их санитарным нормам.

Задания: 1. Ознакомиться с общими теоретическими положениями и принципами нормирования параметров микроклимата.

2. Изучить приборы, применяемые для измерения параметров микроклимата.

3. Изучить требования к организации контроля и методам измерения параметров микроклимата.

4. Замерить температуру, относительную влажность, скорость движения воздуха и барометрическое давление.

5. Сопоставить полученные значения параметров микроклимата с нормативами и сделать выводы.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Трудовая деятельность человека всегда протекает в определенных метеорологических условиях, которые определяются сочетанием температуры воздуха, скорости его движения и относительной влажности, барометрическим давлением и тепловым излучением от нагретых поверхностей.

В соответствии с Законом Республики Беларусь «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 7 января 2012 г. № 340-З на предприятиях осуществляется производственный контроль за соблюдением требований санитарных норм и правил, а также проведением профилактических мероприятий, направленных на предупреждение возникновения заболеваний работающих.

На предприятиях проводится также контроль за соблюдением условий труда и отдыха, выполнением мер коллективной и индивидуальной защиты работающих от неблагоприятного воздействия опасных и вредных производственных факторов.

2. НОРМИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОКЛИМАТА

Санитарные нормы и правила «Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30 апреля 2013 г. № 33, устанавливают гигиенические требования к оптимальным и допустимым параметрам микроклимата на рабочих местах в производственных и офисных помещениях организаций всех форм собственности, физических лиц, в том числе индивидуальных

предпринимателей, с целью предотвращения неблагоприятного воздействия его на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.

Микроклиматом называют метеорологические условия, относящиеся к какой-либо ограниченной территории. Показателями, характеризующими микроклимат производственных помещений, являются: температура воздуха, температура поверхностей, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, интенсивность теплового облучения, тепловая нагрузка среды.

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

Рабочее место – участок помещения, на котором в течение рабочей смены или части ее осуществляется трудовая деятельность. Рабочим местом может являться несколько участков производственного помещения.

Температура воздуха – параметр, отражающий его тепловое состояние и характеризующийся кинетической энергией движения молекул газов воздуха.

Влажность воздуха – параметр, отражающий содержание в воздухе водяных паров. Относительная влажность – это отношение абсолютной влажности воздуха (г/м^3) и максимально возможной при данной температуре и атмосферном давлении, выраженное в процентах.

Движение воздуха в рабочей зоне может быть вызвано неравномерным нагревом воздушных масс, действием вентиляционных систем или технологического оборудования.

Тепловое (инфракрасное) излучение представляет собой электромагнитные излучения нагретых тел с длиной волны 0,75 до 1000 мкм.

Комплексное воздействие на человека перечисленных выше факторов обуславливает тот или иной микроклимат в рабочей зоне. Неблагоприятное сочетание параметров микроклимата может вызвать перенапряжение механизмов терморегуляции, перегрев или переохлаждение организма.

Терморегуляция – это способность организма при изменяющихся микроклиматических условиях, разной тяжести труда, в зависимости от вида одежды регулировать теплообмен с окружающей средой, поддерживать температуру тела на постоянном уровне.

Тепловое состояние организма влияет на работоспособность человека. Перегрев и переохлаждение вызывают быстрое утомление, снижение производительности труда, возможны простудные заболевания.

Гигиенический норматив «Показатели микроклимата производственных и офисных помещений», утвержденный постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30 апреля 2013 г. № 33, устанавливает оптимальные и допустимые нормы значения параметров микроклимата с учетом категории работ по уровню энергозатрат и периодов года (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика отдельных категорий работ

Категория работ	Характеристика категории
Ia	Работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, на часовом, швейном производствах, в офисе, сфере управления и подобные)
Iб	Работы с интенсивностью энергозатрат 121–150 ккал/ч (140–174 Вт), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (контролеры, мастера в различных видах производства и подобные)
IIa	Работы с интенсивностью энергозатрат 151–200 ккал/ч (175–232 Вт), связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (массой до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения (ряд профессий в механосборочных цехах машиностроительных предприятий, в прядильно-ткацком производстве и подобные)
IIб	Работы с интенсивностью энергозатрат 201–250 ккал/ч (233–290 Вт), связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей массой до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (ряд профессий в механизированных литейных, прокатных, кузнечных, термических, сварочных цехах машиностроительных и металлургических предприятий и подобные)
III	Работы с интенсивностью энергозатрат более 250 ккал/ч (более 290 Вт), связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (массой 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 подобные)

Согласно Санитарным нормам и правилам год делится на два периода – теплый и холодный. Теплый период года характеризуется среднесуточной температурой наружного воздуха выше +10 °С, холодный – +10 °С и ниже.

Оптимальные значения параметров микроклимата – установленные по критериям оптимального теплового состояния человека значения микроклиматических показателей, которые 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 и являются предпочтительными на рабочих местах.

Оптимальные значения параметров микроклимата на рабочих местах производственных и офисных помещений приведены в табл. 2.

Таблица 2. Оптимальные значения параметров микроклимата на рабочих местах производственных и офисных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Iа (до 139)	22–24	21–25	60–40	0,1
	Iб (140–174)	21–23	20–24	60–40	0,1
	IIа (175–232)	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 (175–232)	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

Допустимые значения параметров микроклимата – минимальные или максимальные значения микроклиматических показателей, установленных по критериям теплового состояния человека на период 8-часовой рабочей смены и не вызывающих повреждений или нарушений состояния здоровья, но способных приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности к концу смены.

Допустимые значения параметров микроклимата устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные значения.

Допустимые значения параметров микроклимата на рабочих местах производственных и офисных помещений приведены в табл. 3 в зависимости от периода года и категории работ.

Таблица 3. Допустимые значения параметров микроклимата на рабочих местах производственных и офисных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температуры воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температуры воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Iа (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
	IIа (175–232)	17,0–18,9	21,1–23,0	16,0–24,0	15–75	0,1	0,4
	IIб (233–290)	15,0–16,9	19,1–22,0	14,0–23,0	15–75	0,2	0,3
	III (более 290)	13,0–15,9	18,1–21,0	12,0–22,0	15–75	0,2	0,4
Теплый	Iа (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	19,0–28,0	15–75	0,1	0,3
	IIа (175–232)	18,0–19,9	22,1–27,0	17,0–28,0	15–75	0,1	0,4
	IIб (233–290)	16,0–17,9	21,1–27,0	15,0–28,0	15–75	0,2	0,5
	III (более 290)	15,0–16,9	20,1–26,0	14,0–27,0	15–75	0,2	0,5

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.

В кабинках, пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники, а также в других помещениях при выполнении работ операторского типа, связанных с нервно-эмоциональным напряжением, должны соблюдаться оптимальные значения температуры воздуха (22–24 °С), его относительной влажности (60–40 %) и скорости движения (не более 0,1 м/с).

Допустимые значения интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.), приведены в табл. 4.

Таблица 4. Допустимые значения интенсивности теплового облучения поверхности тела работника 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 значения 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 средств защиты лица и глаз.

В производственных помещениях, в которых допустимые нормативные значения параметров 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 мероприятия (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, уменьшение стажа работы и др.).

Температура наружных поверхностей технологического оборудования, ограждающих устройств, с которыми соприкасается в процессе работы исполнитель, не должна превышать 45 °С.

3. ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Наиболее распространенными приборами для измерения температуры воздуха являются ртутные и спиртовые термометры. При измерениях температуры выше 0 °С следует пользоваться ртутными термометрами, так как ртуть при нагревании расширяется равномерно, а спирт – неравномерно. При температуре ниже –39 °С ртуть замерзает; спирт же не замерзает даже при температурах ниже –100 °С. Следова-

тельно, для измерения низких температур необходимо пользоваться спиртовыми термометрами.

Температуру в помещениях с тепловым излучением обычным термометром замерить нельзя. Для этого нужен парный термометр, у которого резервуар одного ртутного шарика зачернен, а другого – посеребрен (рис. 1).

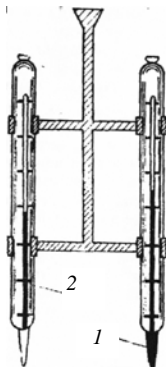


Рис. 1. Парный термометр:
1 – термометр с зачерненным резервуаром;
2 – термометр с посеребренным резервуаром

Истинную температуру воздуха в помещении с тепловым излучением определяют по формуле

$$t_{\text{н}} = t_{\text{ч}} - k (t_{\text{ч}} - t_{\text{б}}),$$

где $t_{\text{н}}$ – действительная температура воздуха;

$t_{\text{ч}}$ – показания термометра с зачерненным резервуаром;

k – константа данного прибора;

$t_{\text{б}}$ – показания термометра с посеребренным резервуаром.

Для измерения самой высокой и самой низкой температуры применяются максимально-минимальные термометры. Количество лучистой тепловой энергии измеряется актинометрами. Приемником актинометра Пескова служат блестящие и зачерненные алюминиевые пластинки, уложенные в шахматном порядке. К пластинкам присоединяется батарея из термопар. Электродвижущая сила, возникающая под действием лучистой тепловой энергии, передается на гальванометр, шкала которого градуирована в кал/(см² · мин).

Перед измерением интенсивности теплового излучения стрелку гальванометра нужно установить на нуль. После этого, открыв заднюю

крышку, расположить прибор перед источником теплоизлучения так, чтобы лучи падали на прибор перпендикулярно к задней плоскости. Измерение производится в течение 3–4 с. Отсчет производится по показаниям стрелки на шкале.

Для измерения влажности воздуха чаще всего используются психрометры. Принцип действия аспирационного психрометра МВ-4ЛА основан на разности показаний сухого и влажного термометров в зависимости от температуры окружающего воздуха (рис. 2).

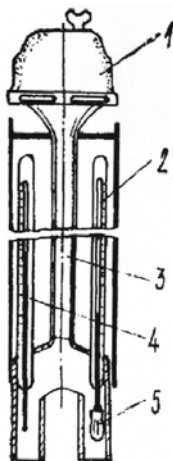


Рис. 2. Устройство аспирационного психрометра (Ассмана):
1 – вентиляторная головка; 2 – влажный термометр;
3 – воздушный канал; 4 – сухой термометр; 5 – увлажненная ткань

Прибор состоит из двух одинаковых ртутных термометров с ценой деления $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Резервуары термометров имеют двойную трубчатую защиту от тепловых излучений. В рубашке резервуаров термометров вентилятором прибора создается постоянная скорость воздушного потока, равная $0,2\text{ м/с}$. При измерении резервуар правого термометра обертывается батистом (в один слой) и смачивается чистой дистиллированной или снеговой водой при помощи резиновой груши с пипеткой. Вентилятор прибора нужно заводить почти до отказа, но осторожно, чтобы не сорвать пружину. Отсчет по термометрам следует производить на четвертой минуте после пуска вентилятора.

В практике относительную влажность воздуха определяют с помощью психрометрических таблиц, психрометрического графика или номограммы (рис. 3).

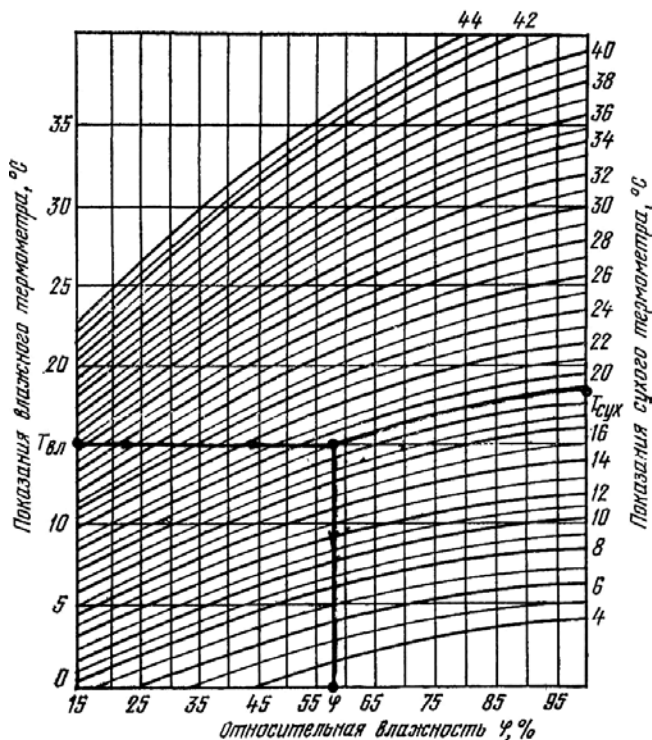


Рис. 3. Номограмма для определения относительной влажности воздуха

Чтобы определить относительную влажность по номограмме, нужно по горизонтальным линиям отметить показания влажного термометра, а по наклонным – сухого. На пересечении этих линий получим значение относительной влажности. Аналогично производится определение относительной влажности психрометром универсальным ПБУ-1.

Прибор состоит из двух термометров с прикладной шкальной пластиной, психрометрической таблицы, графика для определения возможности заморозков, которые вместе с питателем смонтированы на пластмассовом основании. Питатель прибора служит для автоматического смачивания водой резервуара, обернутого кусочком ткани, одного из термометров, который условно называется «увлажненный» («смоченный»).

Относительная влажность исследуемой среды определяется по психрометрической таблице (дана на приборе) в зависимости от показаний сухого и увлажненного термометров с учетом поправок на их точность (поправки указываются в удостоверении, прилагаемом к каждому термометру). Относительную влажность воздуха можно также измерить с помощью гигрометра М-39, на котором установлен мембранный пленочный датчик, и гигрометра МВ-1, на котором датчиком является специально обработанный человеческий волос.

В настоящее время для измерения температуры и относительной влажности воздуха используется электронный комбинированный прибор ТКА-ПКМ (модель 20).

Конструктивно прибор выполнен в виде двух функциональных блоков: блока обработки сигналов 1 и измерительной головки 2, соединенных между собой кабелем связи 3 (рис. 4).



Рис. 4. Внешний вид прибора ТКА-ПКМ (модель 20):
1 – блок обработки сигналов; 2 – измерительная головка;
3 – кабель связи; 4 – защитный колпачок

На лицевой стороне корпуса прибора расположены жидкокристаллический индикатор и переключатель каналов измерений. На обратной стороне корпуса расположена крышка батарейного отсека. Зонд с датчиками относительной влажности и температуры воздуха установлен на верхней торцевой крышке корпуса измерительной головки.

Основные технические характеристики комбинированного прибора ТКА-ПКМ (модель 20):

- диапазоны измерений: относительной влажности – 10–98 %; температуры воздуха – 0–50 °С;

- пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений при температуре воздуха в зоне измерения (20 ± 5) °С: относительной влажности – $\pm 5,0$ %; температуры воздуха – $\pm 0,5$ °С;

- предел допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерения относительной влажности при изменении температуры на каждые 10 °С в диапазоне 10–40 °С – $\pm 5,0$ %;

- предел допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерения температуры при изменении температуры на каждые 10 °С в диапазоне 0–50 °С – $\pm 0,5$ °С.

Порядок работы с прибором:

- снять защитный колпачок 4 с зонда (см. рис. 4). Поместить прибор в зону измерений;

- при резком изменении температуры и влажности окружающего воздуха выдержать прибор во времени для установления тепло-влажностного равновесия между зондами и окружающей средой;

- поворотом переключателя выбрать нужный параметр. Считать с дисплея измеренное значение. При выходе за пределы диапазона измерения относительной влажности (>100 %) на дисплее появляется символ «HV»;

- если во время работы прибора появится символ разряда батареи, заменить батарею новой;

- по окончании измерений выключить прибор и надеть на зонд защитный колпачок.

Скорость движения воздуха в помещениях со сквозными воздушными потоками определяется с помощью анемометров (рис. 5), катаермометра и термоанемометра.

Крыльчатый анемометр дает возможность определить скорость движения воздуха от 0,3 до 5,0 м/с на уровне установки анемометра, а чашечный – от 1,0 м/с и выше. Циферблаты счетных механизмов анемометров имеют три шкалы: единиц, сотен и тысяч.

Перед измерением скорости движения воздуха выключают с помощью арретира передаточный механизм и записывают начальное показание счетчиков (по всем трем шкалам). После этого анемометр устанавливают в воздушном потоке. Через 10–15 с одновременно включают механизм прибора и секундомер. Определение скорости

воздушного потока производится в течение 50–100 с. После этого механизм анемометра и секундомер выключают, записывают конечные показания счетчика и время экспозиции в секундах.

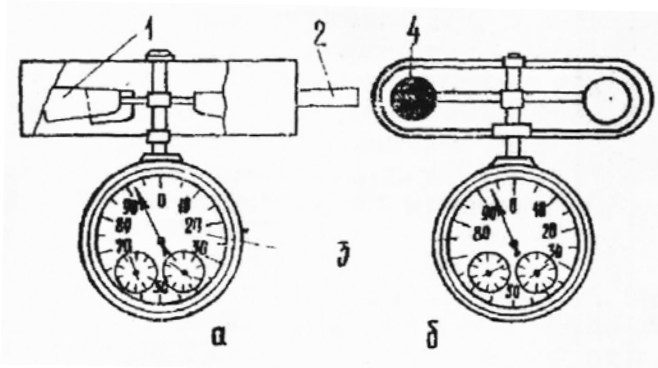


Рис. 5. Устройство анемометров:
a – крыльчатый; *b* – чашечный;
1 – крыло; 2 – ручка; 3 – счетчик оборотов; 4 – чашечка

По разности конечного и начального показаний счетчика и времени экспозиции определяется число делений счетчика в 1 с. Затем по графику, прилагаемому к прибору, находится скорость движения воздуха.

Анемометры обладают большой инертностью: они начинают работать только при движении воздуха со скоростью около 0,5 м/с и более. Для измерения малых скоростей движения воздуха применяются кататермометры и термоанемометры.

Кататермометр с шаровым нижним резервуаром представляет собой спиртовой термометр, шкала которого отрегулирована в градусах (от 3 до 40 °С). Он предназначен для измерения скорости движения воздуха от 0,05 до 2,0 м/с.

Для измерения скорости движения воздуха от 0,06 до 5,0 м/с и его температуры от 10 до 60 °С применяется термоанемометр ЭА-2М. Принцип работы прибора основан на охлаждении нагреваемого электротокотом приемного тела датчика движущимся воздушным потоком.

Для измерения скорости движения воздуха от 0,3 до 20,0 м/с и его температуры от 0 до 50 °С может использоваться термоанемометр «Testo 417» (рис. 6).

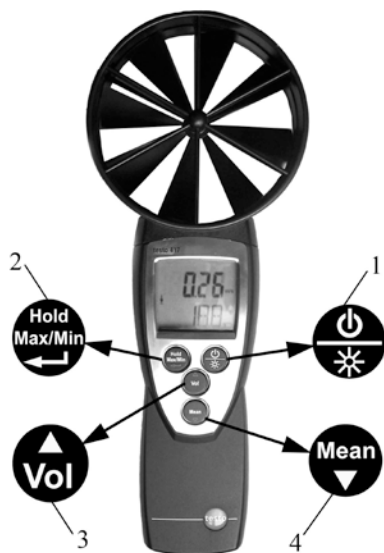


Рис. 6. Термоанемометр «Testo 417»:

- 1 – кнопка включения и выключения прибора;
- 2 – кнопка входа в меню;
- 3 – кнопка переключения отображения между измерениями;
- 4 – кнопка для определения среднего значения показателей

Термоанемометр «Testo 417» – это компактный прибор для измерения скорости воздушного потока и температуры воздуха посредством встроенной крыльчатки диаметром 100 мм с датчиком температуры.

Во избежание персональных повреждений или повреждения оборудования запрещается использовать прибор для измерения на частях, находящихся под напряжением или вблизи них, применять его во взрывоопасных помещениях и зонах, подвергать температурному воздействию свыше 70 °С.

Для включения прибора необходимо нажать кнопку 1, откроется окно измерений, отображающее текущие показания или символ «----», если измерения невозможны.

Для выключения прибора необходимо нажать и удерживать кнопку 1 (около 2 с), пока дисплей не погаснет.

Подсветка дисплея при включенном приборе включается нажатием кнопки 1.

Для настройки прибора необходимо открыть меню конфигурации.

Прибор при этом должен быть включен и находиться в меню измерений, а функции «Hold», «Max» или «Min» должны быть не активированы. Необходимо нажать и удерживать кнопку 2 (около 2 с), пока вид дисплея не изменится. Прибор находится в меню конфигурации.

Нажатием кнопки 2 можно перейти к другой функции. Выйти из меню конфигурации можно в любое время. Для этого необходимо нажать и удерживать кнопку 2 (около 2 с), пока прибор не переключится в меню измерений. Все изменения, сделанные в меню конфигурации, будут сохранены.

Для выполнения измерений прибор должен быть включен и находиться в меню измерений.

Переключение отображения на дисплее между измерением температуры воздуха (°C) и рассчитанным объемным расходом воздуха (м³/ч) осуществляется нажатием кнопки 3.

Текущие показания могут быть сохранены. Максимальные и минимальные значения (с момента последнего включения прибора) могут быть отображены на дисплее.

Нажатием кнопки 2 несколько раз на дисплее выводятся необходимые значения.

Показания отображаются в следующей последовательности:

«Hold» – зафиксированное значение;

«Max» – максимальное значение;

«Min» – минимальное значение;

текущее значение.

Для окончания измерений и расчета среднего значения нажимают кнопку 4, замигает «Mean», отобразятся рассчитанные значения. Возврат в меню измерений осуществляется нажатием кнопки 4.

Для расчета среднего значения по нескольким местам измерений необходимо, чтобы функции «Hold», «Max» или «Min» были не активированы. Затем нажимают кнопку 4 два раза. На дисплее отобразится «Mean». Количество записанных значений будет отображено на первой строке, значения – на нижней.

Расчет среднего значения за определенный промежуток времени осуществляется следующим образом. «Hold», «Max» или «Min» должны быть не активированы. Нажимают кнопку 4 два раза. На дисплее отобразится «Mean». На верхней строке отображается прошедшее время (мин:с), на нижней – текущие значения.

Чтобы начать измерения, необходимо нажать кнопку 2. Приостановка и продолжение измерений осуществляется нажатием кнопки 2.

Для окончания измерений и расчета среднего значения нажимают кнопку 4. Замигает «Mean». Отобразятся рассчитанные значения.

Возврат в меню измерений осуществляется нажатием кнопки 4.

Давление воздуха определяется с помощью беспружинного барометра-анероида БАММ (ГОСТ 6466–53). Пределы измерений – от 600 до 800 мм рт. ст. при температуре от –10 до +40 °С.

Рабочее положение беспружинного барометра-анероида – горизонтальное. Для устранения влияния позиционных ошибок следует установить прибор так, чтобы на глаз не был замечен какой-либо наклон шкалы прибора. Прибор должен быть защищен от влияния прямого солнечного излучения и резких колебаний температуры.

При каждом измерении атмосферного давления отсчитываются показания барометра и термометра. Отсчет по барометру должен быть исправлен введением в его показания шкаловой, температурной и добавочной поправок.

Поправки шкалы прибора для различных участков его шкалы указаны в приложении поверочного свидетельства прибора.

Для постоянного наблюдения за изменениями в производственной среде температуры воздуха, относительной влажности и барометрического давления применяются пишущие приборы: термографы типа М-16С или М-16Н; гигрографы типа М-21С или М-21Н и барографы типа М-22С или М-22Н. Индекс «С» обозначает, что приборы относятся к типу суточных, а индекс «Н» – к типу недельных, записывающие барабаны которых соответственно делают один оборот за 26 или за 176 ч благодаря встроенному в прибор часовому механизму.

Датчиком термографа служит биметаллическая пластинка, изменяющая радиус кривизны с изменением температуры, датчиком гигрометра служит пучок (35–40 шт.) обезжиренных человеческих волос, а приемником барографа является anerоидная коробка, имеющая биметаллическую пластинку термокомпенсатора.

4. ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ И МЕТОДАМ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА

Измерения параметров микроклимата в целях контроля их соответствия требованиям Санитарных норм и правил и Гигиенического норматива должны проводиться в холодный период года – в дни с температурой наружного воздуха, отличающейся от средней температуры наиболее холодного месяца зимы не более чем на 5 °С, в теплый пери-

од года – в дни с температурой наружного воздуха, отличающейся от средней температуры наиболее жаркого месяца не более чем на 5 °С. Частота измерений 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 параметров микроклимата следует проводить не менее трех раз в смену (в начале, в середине и в конце). При колебаниях значений параметров микроклимата, связанных с технологическими и другими причинами, необходимо проводить дополнительные измерения при наибольших и наименьших величинах термических нагрузок на работающих.

Измерения следует проводить на рабочем месте. Если рабочим местом являются несколько участков (зон) производственного или офисного помещения, то измерения осуществляются на каждом из них.

При наличии источников локального тепловыделения, охлаждения или влаговыделения (нагретых агрегатов, окон, дверных проемов, ворот, открытых ванн и т. д.) измерения должны проводиться на каждом рабочем месте в точках, минимально и максимально удаленных от источников термического воздействия или влаговыделения.

В помещениях с большой плотностью рабочих мест, при отсутствии источников локального тепловыделения, охлаждения или влаговыделения, участки измерения параметров микроклимата должны распределяться равномерно по площади помещения. Минимальное количество участков измерения параметров микроклимата на рабочих местах в производственных и офисных помещениях определяется площадью помещения и должно составлять: при площади помещения до 100 м² – не менее 4 участков; от 100 до 400 м² – не менее 8. При площади помещения свыше 400 м² количество участков измерения 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 и относительную влажность воздуха при наличии источников теплового излучения и воздушных потоков на рабочем месте следует измерять аспирационными психрометрами. При отсутствии в местах измерения лучистого тепла и воздушных потоков температуру и относительную влажность воздуха можно измерять психрометрами, не защищенными от воздействия теплового излучения и скорости движения воздуха. Могут использоваться также приборы, позволяющие раздельно измерять температуру и влажность воздуха, проходящие метрологическую поверку.

Скорость движения воздуха следует измерять анемометрами вращательного действия (крыльчатые, чашечные и др.). Малые скорости движения воздуха (менее 0,5 м/с), особенно при наличии разнонаправленных потоков, можно измерять термоэлектроданемометрами, а также цилиндрическими или 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, приведенным в табл. 5.

Таблица 5. Требования к точности измерительного оборудования

Наименование показателя	Диапазон измерения	Предельное отклонение
Температура воздуха по сухому термометру, °С	От -30 до +50	±0,5
Температура воздуха по влажному термометру, °С	От 0 до +50	±0,5
Температура поверхности, °С	От 0 до +50	±0,5
Относительная влажность воздуха, %	От 0 до 90	±5,0
Скорость движения воздуха, м/с	От 0,1 до 1,0; более 1,0	±0,05; ±0,1
Интенсивность теплового облучения, Вт/м ²	От 10 до 350; более 350	±5,0; ±50,0

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 влаговыделения, приведены схема размещения участков измерения параметров микроклимата и другие данные. В заключении протокола должна быть дана оценка результатам выполненных измерений на соответствие нормативным требованиям.

5. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Выполнение лабораторной работы № 1 требует наличия данных по следующим протоколам (табл. 6, 7, 8).

Таблица 6. Протокол измерения температуры воздуха

Высота замера, м	Точка замера				Среднее значение температуры на различных высотах, °С	Общее среднее значение температуры, °С
	1	2	3	4		
1,5						
0,1						

Таблица 7. Протокол измерения относительной влажности воздуха

№ замера	Показания сухого термометра, °С	Показания влажного термометра, °С	Относительная влажность воздуха, %

Таблица 8. Протокол измерения скорости движения воздуха

№ замера	Показания счетчика, дел.		Разность между конечным и начальным показаниями, дел.	Время экспозиции, с	Число делений счетчика	Скорость движения воздуха, м/с
	начальное	конечное				

В помещении лаборатории количество участков для измерения параметров микроклимата согласно требованиям к организации контроля микроклимата принимается равным 4. Так как работы выполняются студентами в лаборатории как сидя, так и стоя, то температура, относительная влажность и скорость движения воздуха измеряются на вы-

соте 0,1 и 1,5 м от пола. Температура воздуха измеряется спиртовым термометром, относительная влажность – психрометром, скорость движения воздуха – термоанемометром.

После измерения фактических уровней параметров микроклимата согласно Санитарным нормам и правилам и Гигиеническому нормативу выбираются оптимальные и допустимые уровни параметров микроклимата (см. табл. 1, 2 и 3) и заполняется протокол сводных данных. Анализируя данные протокола сводных данных, дается оценка микроклимату в лаборатории (табл. 9).

При несоответствии условий труда нормируемым намечаются мероприятия по нормализации микроклимата.

Таблица 9. Протокол сводных данных

Наименование помещения	Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С			Относительная влажность воздуха, %			Скорость движения воздуха, м/с			Давление, мм рт. ст.
			оптимальная	допустимая	фактическая	оптимальная	допустимая	фактическая	оптимальная	допустимая	фактическая	

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Что понимают под термином «микроклимат»?
2. Какими основными параметрами характеризуется микроклимат?
3. В чем заключается комплексное воздействие на человека параметров микроклимата?
4. Что такое оптимальные значения показателей микроклимата?
5. Раскройте сущность допустимых значений показателей микроклимата.
6. От чего зависят оптимальные и допустимые значения показателей микроклимата?
7. Назовите основные документы, регламентирующие значения параметров микроклимата в Республике Беларусь.
8. Какими приборами измеряют отдельные параметры микроклимата?
9. Назовите основные мероприятия по обеспечению нормальных метеорологических условий на рабочих местах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аттестация рабочих мест по условиям труда : метод. указания / В. Н. Босак [и др.]. – Горки : БГСХА, 2019. – 24 с.
2. Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека : учебник / В. Н. Босак, З. С. Ковалевич. – Минск : Выш. шк., 2016. – 335 с.
3. Босак, В. Н. Охрана труда в агрономии : учеб. пособие / В. Н. Босак, А. С. Алексеенко, М. П. Акулич; под общ. ред. В. Н. Босака. – Минск : Выш. шк., 2019. – 317 с.
4. Мероприятия по улучшению состояния и охраны труда в организациях АПК : рекомендации / А. С. Алексеенко [и др.]. – Горки : БГСХА, 2019. – 40 с.
5. Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях» и Гигиенического норматива «Показатели микроклимата производственных и офисных помещений» [Электронный ресурс] : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 30 апреля 2013 г., № 33 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – 14.06.2013. – 8/27576.
6. Охрана труда в АПК : практикум / В. Г. Андруш [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2013. – 248 с.
7. Охрана труда. Лабораторный практикум : учеб. пособие / А. С. Алексеенко [и др.]; под общ. ред. А. С. Алексеенко. – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – 176 с.
8. Охрана труда : лаб. практикум / А. К. Гармаза [и др.]. – Минск : БГТУ, 2012. – 316 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Теоретические сведения	3
2. Нормирование показателей микроклимата	3
3. Приборы и оборудование	8
4. Требования к организации контроля и методам измерения параметров микроклимата	17
5. Методика выполнения работы	20
Контрольные вопросы и задания	21
Библиографический список	22

Учебное издание

Босак Виктор Николаевич
Кондраль Александр Евгеньевич
Акулич Михаил Петрович и др.

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОКЛИМАТА В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ

Методические указания к лабораторной работе № 1

Редактор *Н. А. Матасёва*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*
Корректор *А. С. Зайцева*

Подписано в печать 04.02.2021. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 1,16. Уч.-изд. л. 1,09.
Тираж 50 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.