



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Т.В. Свиридова
О.Б. Боброва

ИЗУЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве лабораторного практикума*

Магнитогорск
2016

УДК 658.382 (076.5)
ББК 51.24

Рецензенты:

директор,
ООО «Уральский центр Техносферной Безопасности»
Э.И. Соколова

кандидат технических наук,
доцент кафедры физической химии и химической технологии,
ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»
М.В. Шубина

Свиридова Т.В., Боброва О.Б.

Изучение параметров микроклимата [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Татьяна Валерьевна Свиридова, Ольга Борисовна Боброва ; ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». – Электрон. текстовые дан. (1,08 Мб). – Магнитогорск : ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2016. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Систем. требования : IBM PC, любой, более 1 GHz ; 512 Мб RAM ; 10 Мб HDD ; MS Windows XP и выше ; Adobe Reader 8.0 и выше ; CD/DVD-ROM дисковод ; мышь. – Загл. с титул. экрана.

Лабораторный практикум составлен в соответствии с типовой программой дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Содержит теоретический материал, справочные данные, позволяющие выполнять работу по исследованию параметров микроклимата на рабочих местах производственных помещений и общеобразовательных учреждений.

Лабораторный практикум предназначен для студентов всех специальностей всех форм обучения для дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», а также для студентов всех форм обучения по направлению «Техносферная безопасность».

УДК 658.382 (076.5)
ББК 51.24

© Свиридова Т.В., Боброва О.Б., 2016
© ФГБОУ ВО «Магнитогорский
государственный технический
университет им. Г.И. Носова», 2016

Содержание

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	4
2. НОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ.....	5
3. ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ МИКРОКЛИМАТА В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ	10
4. ТЕПЛООБМЕН ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА СОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ.....	11
5. ТЕПЛОВОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА	12
6. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	15
6.1. Таблицы для результатов измерения	16
6.2. Приборы для измерения параметров микроклимата	16
6.2.1. Аспирационный психрометр	16
6.2.2. Термоанемометр ТКА-ПКМ	17
6.2.3. Чашечный анемометр	18
6.2.4. Барометр (анероид).....	19
6.2.5. Установка для определения тепловой нагрузки среды (ТНС-индекс)	19
6.2.6. Другие приборы для измерения параметров микроклимата	20
ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ	22
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	23
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	24

Цель работы:

1. Определение параметров микроклимата и оценка комфортности микроклимата на рабочем месте.
2. Изучение устройства и принципа работы приборов, применяемых для измерения параметров микроклимата.

Указания:

Приборы для исследования параметров микроклимата в аудитории 335: Барометр, аспирационный психрометр, зачернённый шар находятся на рабочем месте; термоанемометр ТКА-ПКМ получить в ауд. 335-а.

Приборы для исследования параметров микроклимата в аудитории 429: аспирационный психрометр, зачернённый шар находятся на рабочем месте; чашечный анемометр получить в ауд. 335-а. Измерение скорости движения воздуха проводится при использовании вентилятора. Место замера соответствует номеру подгруппы.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Микроклимат помещений - это климат внутренней среды, который определяется действующими на организм человека сочетаниями состава температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей.

Метеорологические условия рабочей среды (микроклимат) оказывают влияние на процесс теплообмена и характер работы. Длительное воздействие на человека неблагоприятных метеорологических условий резко ухудшает самочувствие, снижает производительность труда и приводит к заболеваниям.

В состав атмосферного воздуха входит азот (78,08 %), кислород (20,95 %), углекислый газ (0,03 %), аргон и другие газы (0,94 %). Кислород необходим для поддержания жизнедеятельности человека. При дыхании поступающая в легкие венозная кровь освобождается от углекислоты и обогащается кислородом. В процессе движения по телу кровь отдает тканям кислород и отбирает образовавшуюся в них углекислоту. Газообмен происходит нормально при давлениях, близких к атмосферному. Азот – газ физиологически безвредный. Углекислый газ слабо ядовит, но опасен тем, что, замещая кислород, уменьшает его содержание в воздушной среде. В состав воздуха, кроме того, входят водяные пары, пыль и другие примеси. Небольшие отклонения в содержании указанных газов, в первую очередь уменьшение концентрации кислорода и увеличение содержания углекислоты снижают работоспособность, а при значительных отклонениях от нормы атмосфера становится опасной для жизни человека.

Существенное влияние на организм человека оказывают изменения (повышение или понижение) **атмосферного давления**. Влияние повышенного давления связано с механическим (компрессионным) и физико-химическим действием газовой среды. Оптимальная диффузия кислорода в кровь из газовой смеси в легких осуществляется при атмосферном давлении около 760 мм рт. ст. Проникающий эффект при повышенном атмосферном давлении может привести к токсическому действию кислорода и индифферентных газов, повышение содержания которых в крови может вызвать наркотическую реакцию. При увеличении парциального давления кислорода в легких более чем на 0,8–1,0 атм. проявляется его токсическое действие – поражение легочной ткани, судороги, коллапс. Понижение давления оказывает на организм еще более выраженное действие. Значительное уменьшение парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе, а затем в альвеолярном воздухе, крови и тканях через несколько секунд приводит к потере сознания, а через 4–5 минут к гибели человека. Постепенное нарастание дефицита кислорода приводит к расстройству функций жизненно важных органов, затем к необратимым структурным изменениям и гибели организма.

Самочувствие человека в значительной мере зависит и от температурного режима. Высокая температура воздуха способствует быстрой утомляемости, может привести к перегреву организма, тепловому удару или профессиональному заболеванию. Низкая температура воздуха может вызвать местное или общее охлаждение организма, стать причиной простудного заболевания либо обморожения.

На самочувствие человека оказывает влияние и **влажность воздуха**. Высокая относительная влажность (отношение содержания водяных паров в 1 м³ воздуха к их максимально возможному содержанию в этом же объеме) при высокой температуре воздуха способствует перегреванию организма, при низкой же температуре она усиливает теплоотдачу с поверхности кожи, что ведет к переохлаждению организма. Низкая влажность вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей человека.

Немаловажно для самочувствия человека **движение окружающего воздуха**. Оно эффективно способствует теплоотдаче организма человека и положительно проявляется при высоких температурах, но отрицательно при низких.

2. НОРМИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

Нормирование параметров микроклимата на рабочих местах осуществляется в соответствии с СанПиН 2.2.4.3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах".

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

Требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений установлены с учетом общих энерготрат работающих продолжительности выполнения работы, периодов года и включают требования к методам измерения и контроля.

Классификация работ по категориям осуществляется на основе общих энерготрат организма в Ваттах (Вт). Категории работ классифицируются на основе общих энерготрат организма в соответствии с табл. 1.

Микроклимат производственных помещений нормируется для периодов года, характеризующихся среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10 °С и ниже (далее - холодный период года), а также выше +10 °С (далее - теплый период года).

Среднесуточная температура наружного воздуха - средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени, которая определяется по данным службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Индекс тепловой нагрузки среды (далее - ТНС-индекс) характеризует сочетанное действие на организм параметров микроклимата (температуры, влажности, скорости движения воздуха, теплового облучения), и выражается одночисловым показателем в °С.

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

а) температура воздуха;

б) температура поверхностей (учитывается температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), устройств (экраны и тому подобное), а также технологического оборудования или ограждающих его устройств.

в) относительная влажность воздуха;

г) скорость движения воздуха;

д) интенсивность теплового облучения.

Таблица 1

Классификация работ по категориям на основе общих энерготрат организма

Категории работ	Энерготраты, Вт	Характер работ, примеры видов работ и профессий
Ia	до 139	Ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, на часовом, швейном производствах, в сфере управления и т.п.
Iб	140 - 174	Работы, 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.)
IIa	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 (ряд профессий в механосборочных цехах машиностроительных предприятий, в прядильно-ткацком производстве и т.п.)
IIб	233 - 290	Работы, 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.)
III	более 290	Работы, 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.)

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового состояния человека. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и (или) локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Оптимальные величины параметров микроклимата на рабочих местах применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года приведены в табл. 2.

Таблица 2

Оптимальные величины параметров микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровням энерготрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с, не более
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 (более 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 (более 290)	18 - 20	17 - 21	60 - 40	0,3

Допустимые величины параметров микроклимата на рабочих местах применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года приведены в табл. 3.

При температуре воздуха на рабочих местах 25 °С и выше максимально допустимые величины относительной влажности воздуха не должны выходить за пределы:

- а) 70% - при температуре воздуха 25 °С;
- б) 65% - при температуре воздуха 26 °С;
- в) 60% - при температуре воздуха 27 °С;
- г) 55% - при температуре воздуха 28 °С.

При температуре воздуха 26 - 28 °С скорость движения воздуха, указанная в таблице 3 для теплого периода года, должна соответствовать диапазонам:

- а) 0,1 - 0,2 м/с - для категории работ Ia;
- б) 0,1 - 0,3 м/с - для категории работ Iб;
- в) 0,2 - 0,4 м/с - для категории работ IIa;
- г) 0,2 - 0,5 м/с - для категорий работ IIб и III.

Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих на рабочих местах от производственных источников (материалов, изделий и прочего), нагретых до температуры не более 600 °С, приведены в табл. 4.

Таблица 3

Допустимые величины параметров микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энерготрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхности, °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

Таблица 4

Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих от производственных источников, нагретых до температуры не более 600 °С

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 поверхности тела работающих от источников излучения, нагретых до температуры более 600 °С (раскаленный или расплавленный металл, стекло, пламя и другие), не должны превышать 140 Вт/м². При этом облучению не должно подвергаться более 25% поверхности тела с обязательным использованием 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:

- а) 25 °С - при категории работ Ia;
- б) 24 °С - при категории работ Ib;
- в) 22 °С - при категории работ IIa;
- г) 21 °С - при категории работ IIб;
- д) 20 °С - при категории работ III.

В производственных помещениях, в которых допустимые нормативные величины параметров микроклимата невозможно установить из-за технологических требований к производственному процессу, условия микроклимата следует рассматривать как вредные и опасные.

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата должны быть использованы защитные мероприятия, направленные на нормализацию теплового состояния организма работающего (спецодежда, средства индивидуальной защиты, помещения для отдыха с нормируемыми показателями микроклимата, регламентация времени непрерывного пребывания в неблагоприятном микроклимате).

Для оценки сочетанного воздействия параметров микроклимата в целях осуществления мероприятий по защите работающих от возможного перегревания используется ТНС-индекс, нормативные величины которого приведены в табл. 5.

Таблица 5

Допустимые величины ТНС-индекса

Категория работ по уровню энерготрат	Величины ТНС-индекса, °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

3. ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ МИКРОКЛИМАТА В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

Требования к воздушно-тепловому режиму общеобразовательных учреждений приводятся в СанПиН 2.4.2.2821-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях".

Здания общеобразовательных организаций оборудуют системами централизованного отопления и вентиляции, которые должны соответствовать нормам проектирования и строительства жилых и общественных зданий и обеспечивать оптимальные параметры микроклимата и воздушной среды.

Обследование технического состояния вентиляции проводится специализированными организациями через 2 года после ввода здания в эксплуатацию, в дальнейшем - не реже 1 раза в 10 лет. При обследовании технического состояния вентиляции осуществляются инструментальные измерения объемов вытяжки воздуха. Паровое отопление в учреждениях не используется.

При установке ограждений отопительных приборов используемые материалы должны быть безвредны для здоровья детей. Ограждения из древесно-стружечных плит и других полимерных материалов не допускаются.

Не допускается использование переносных обогревательных приборов, а также обогревателей с инфракрасным излучением.

Температура воздуха в зависимости от климатических условий в учебных помещениях и кабинетах, кабинетах психолога и логопеда, лабораториях, актовом зале, столовой, рекреациях, библиотеке, вестибюле, гардеробе должна составлять 18 - 24 °С; в спортзале и комнатах для проведения секционных занятий, мастерских - 17 - 20 °С; спальне, игровых комнатах, помещениях подразделений дошкольного образования и пришкольного интерната - 20 - 24 °С; медицинских кабинетах, раздевалных комнатах спортивного зала - 20 - 22 °С, душевых - 24 - 25 °С, санитарных узлов и комнатах личной гигиены должна составлять 19 - 21 °С, душевых - 25 °С.

Для контроля температурного режима учебные помещения и кабинеты должны быть оснащены бытовыми термометрами.

Во внеучебное время при отсутствии детей в помещениях общеобразовательной организации должна поддерживаться температура не ниже 15 °С.

В помещениях общеобразовательных организаций относительная влажность воздуха должна составлять 40 - 60%, скорость движения воздуха не более 0,1 м/сек.

При наличии печного отопления в существующих зданиях общеобразовательных организаций топка устраивается в коридоре. Во избежание загрязнения воздуха помещений окисью углерода печные трубы закрываются не ранее полного сгорания топлива и не позднее чем за два часа до прихода обучающихся.

Для вновь строящихся и реконструируемых зданий общеобразовательных организаций печное отопление не допускается.

Учебные помещения проветриваются во время перемен, а рекреационные - во время уроков. До начала занятий и после их окончания необходимо осуществлять сквозное проветривание учебных помещений. Продолжительность сквозного проветривания определяется погодными условиями, направлением и скоростью движения ветра, эффективностью отопительной системы. Рекомендуемая длительность сквозного проветривания приведена в табл. 6.

Таблица 6

Рекомендуемая продолжительность сквозного проветривания учебных помещений
в зависимости от температуры наружного воздуха

Наружная температура, °С	Длительность проветривания помещения, мин.	
	в малые перемены	в большие перемены и между сменами
От +10 до +6	4 - 10	25 - 35
От +5 до 0	3 - 7	20 - 30
От 0 до -5	2 - 5	15 - 25
От -5 до -10	1 - 3	10 - 15
Ниже -10	1 - 1,5	5 - 10

Уроки физической культуры и занятия спортивных секций следует проводить в хорошо аэрируемых спортивных залах.

Необходимо во время занятий в зале открывать одно или два окна с подветренной стороны при температуре наружного воздуха выше плюс 5 °С и скорости движения ветра не более 2 м/с. При более низкой температуре и большей скорости движения воздуха занятия в зале проводят при открытых одной - трех фрамуг. При температуре наружного воздуха ниже минус 10 °С и скорости движения воздуха более 7 м/с сквозное проветривание зала проводится при отсутствии учащихся 1 - 1,5 минуты; в большие перемены и между сменами - 5 - 10 минут.

При достижении температуры воздуха плюс 14 °С проветривание в спортивном зале следует прекращать.

Окна должны быть оборудованы откидными фрамугами с рычажными приборами или форточками. Площадь фрамуг и форточек, используемых для проветривания, в учебных помещениях должна быть не менее 1/50 площади пола. Фрамуги и форточки должны функционировать в любое время года.

При замене оконных блоков площадь остекления должна быть сохранена или увеличена.

Плоскость открытия окон должна обеспечивать режим проветривания.

Остекление окон должно быть выполнено из цельного стеклопакета. Замена разбитых стекол должна проводиться немедленно.

Отдельные системы вытяжной вентиляции следует предусматривать для следующих помещений: учебных помещений и кабинетов, актов залов, бассейнов, тиров, столовой, медицинского пункта, киноаппаратной, санитарных узлов, помещений для обработки и хранения уборочного инвентаря, столярных и слесарных мастерских.

Механическая вытяжная вентиляция оборудуется в мастерских и кабинетах обслуживающего труда, где установлены плиты.

Концентрации вредных веществ в воздухе помещений общеобразовательных организаций не должны превышать гигиенические нормативы для атмосферного воздуха населенных мест.

4. ТЕПЛООБМЕН ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА СОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ

Организм человека – это саморегулирующаяся система. Ее физиологический механизм направлен на обеспечение соответствия количества образованного тепла количеству тепла,

отданного во внешнюю среду. Совокупность физиологических процессов, обусловленных деятельностью центральной нервной системы, которые направлены на поддержание температуры мозга и внутренних органов в узких определенных границах, несмотря на значительные колебания температуры и собственной теплопродукции, называется **терморегуляцией**.

Основным фактором, способствующим терморегуляции, является способность организма увеличивать или уменьшать приток крови к периферийным кровеносным сосудам. При перегреве организма эти сосуды расширяются и тепло отводится более интенсивно, а при охлаждении сосуды наоборот сужаются и приток крови к ним уменьшается. При нормальной температуре воздуха и выполнении легкой работы или в состоянии покоя основное количество тепла отдается в окружающую среду через кожу конвекцией и теплоизлучением. В условиях высоких температур воздуха (выше 30°C), высокой влажности и выполнении тяжелой работы повышенная теплоотдача осуществляется за счет выделения и испарения пота. Нужно учитывать, что при обильном потоотделении вместе с водой из организма удаляется значительное количество солей, при потере которых меняется состав крови и это лишает ее способности удерживать воду.

Терморегуляцию, обеспечивающую увеличение теплообразования в организме в ответ на его охлаждение, называют химической, а терморегуляцию, обеспечивающую увеличение или уменьшение теплоотдачи, - физической. Для сохранения постоянной температуры тела организм должен находиться в термостабильном состоянии. Это состояние называется **тепловым балансом**.

Жизнедеятельность человека сопровождается непрерывным выделением теплоты в окружающую среду и зависит от степени физического напряжения в определенных климатических условиях. Чтобы физиологические процессы в организме протекали нормально, выделяемая организмом теплота должна полностью отводиться в окружающую среду.

Нарушение теплового баланса может привести к перегреву или переохлаждению организма и как следствие к быстрой утомляемости, потере сознания и тепловой смерти. Важным показателем теплового состояния организма является средняя температура тела (внутренних органов) $36,5^{\circ}\text{C}$. Она зависит от степени нарушения теплового баланса и уровня энергозатрат при выполнении физической работы. Так, при выполнении работы средней тяжести и тяжелой при высокой температуре воздуха температура тела может повышаться до двух градусов Цельсия. Наивысшая температура внутренних органов, которую может выдержать человек, составляет $+43^{\circ}\text{C}$, а минимальная $+25^{\circ}\text{C}$. Температурный режим кожи играет основную роль в теплоотдаче. При неблагоприятных метеоусловиях кожа на отдельных участках тела может понижаться до $+20^{\circ}\text{C}$. При нормальных условиях средняя температура тела под одеждой составляет $30 - 34^{\circ}\text{C}$.

5. ТЕПЛОВОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА

Тепловое состояние человека – это его функциональное состояние, которое характеризуется содержанием и распределением тепла в глубоких слоях тела человека, в поверхностных слоях и степенью напряжения аппарата терморегуляции. Показателями теплового состояния являются: температура тела, температура кожи, величина потоотделения, дефицит или накопление теплосодержания, теплоощущения, показатели гемодинамики (частота сердечных сокращений, артериальное давление, пульс, минутный объем кровотока), функции дыхания, энергообмен, умственная и физическая работоспособность.

Общие и локальные теплоощущения отражают индивидуальное отношение человека к своему объективному тепловому состоянию. Под воздействием тепла и холода у него изменяются кровоснабжения кожи и подкожной клетчатки, меняется температура, а также температура венозной крови, что является причиной появления ощущений теплового

дискомфорта. Оценка теплоощущений человека проводится по семибальной шкале: 1 - холодно, 2 – прохладно, 3 - слегка прохладно, 4 - комфорт, 5 - слегка тепло, 6 - тепло, 7 - жарко.

Температура тела человека – это температура внутренних органов и тканей (печени, мозга, желудка, легких, прямой кишки). Косвенный показатель температуры – это температура полости рта, подмышечной впадины. При нормальных условиях внешней среды и при установившемся динамическом равновесии процессов теплоотдачи и теплообразования для человека, находящегося в состоянии покоя (например сидя) температура составляет около $+37^{\circ}\text{C}$. Изменение температуры под влиянием внешних условий происходит только при достаточно интенсивном их воздействии. При температуре тела в пределах $+36,8 - 37,0^{\circ}\text{C}$ человек, который находится в состоянии относительного физического покоя, оценит свои ощущения как холодно или прохладно, но в этом случае температура $37,6^{\circ}\text{C}$ будет ощущаться как существенный перегрев. При выполнении физической работы температура тела в меньшей степени зависит от метеорологических условий, а определяется величиной энергозатрат. Чем выше энергозатраты, тем меньшее влияние оказывает одна и та же степень нарушения энергобаланса на уровень температуры тела человека.

Большая часть тепла, которое образуется в организме человека, рассеивается с поверхности тела, а это определяет значение температуры кожи при оценке теплового состояния организма. Зависимость уровня температуры кожи от термических условий среды позволяет считать ее показателем теплового состояния.

Для обобщенной характеристики температурного поля поверхности тела человека принято использовать средневзвешенную температуру кожи, которая зависит от величины отдельных ее участков и значимостью площади этих участков по отношению ко всей поверхности тела.

Так как средневзвешенная температура кожи дает представление об общих теплоощущениях человека, характеризующих состояние его теплообмена с окружающей средой, то она используется при расчетах средней температуры тела и теплосодержания.

Топография температуры кожи – это локальные теплоощущения, которые обусловлены температурой различных участков кожи. Поэтому средневзвешенная температура кожи не всегда является достаточным показателем теплового состояния человека, особенно при неравномерном его нагревании или охлаждении. Температура кожи человека, даже находящегося в состоянии теплового комфорта, на разных участках тела различна. На топографию температуры кожи влияют одежда, степень дискомфорта, вид физической работы, система отопления и др. Температура кожи, при которой у человека появляются дискомфортные локальные ощущения, неодинакова на различных участках тела. Например, теплоощущение «прохладно» в области стоп появляется (в зависимости от уровня энергозатрат) при температуре их поверхности равной $31 - 25,5^{\circ}\text{C}$, в области туловища при температуре $34 - 29^{\circ}\text{C}$, а при температуре кожи около $40 - 42^{\circ}\text{C}$ появляются болевые ощущения. Причинами, которые сокращают время пребывания в тех или иных условиях может быть локальное охлаждение или перегревание из-за недостаточного утепления или защиты от воздействия тепла той или иной области тела. При воздействии холода такими областями чаще всего являются стопы и кисти, которые охлаждаются больше, несмотря на достаточное утепление остальной поверхности тела.

При перегревании и выполнении физической работы включается один из наиболее мощных механизмов терморегуляции - потоотделение. Сердечно-сосудистая система при перегревании или охлаждении организма реагирует изменением своей деятельности. При охлаждении – повышение артериального давления и уменьшение частоты сокращений сердечной мышцы. Одним словом, усиление кровотока необходимо для увеличения теплоотдачи путем переноса тепла от более нагретых внутренних органов к поверхности кожи. При перегревании наоборот учащение сокращений сердечной мышцы.

Переносимость температуры зависит от влажности и скорости окружающего воздуха. Чем больше относительная влажность, тем меньше испаряется пота в единицу времени и тем быстрее наступает перегрев тела. Неблагоприятное воздействие на тепловое самочувствие человека оказывает высокая влажность при температуре 300° С, потому что в этом случае вся выделяемая теплота отдается в окружающее пространство при испарении пота. При повышении влажности пот, наоборот, не испаряется, а стекает с поверхности кожного покрова, что не обеспечивает необходимую теплоотдачу. Вместе с потом организм теряет большое количество минеральных солей. Потеря соли лишает кровь способности удерживать воду и приводит к нарушению деятельности сердечно-сосудистой системы. Длительное воздействие высокой температуры и относительной влажности может привести к накоплению теплоты в организме и развитию его перегрева выше допустимого уровня - гипертермии.

Гипертермия – это состояние, при котором температура тела поднимается до 38-39 °С. При гипертермии появляется головная боль, головокружение, общая слабость, искажение цветового восприятия, сухость во рту, тошнота, рвота, обильное потовыделение.

Длительное воздействие высокой температуры и относительной влажности может привести к накоплению теплоты в организме и развитию его перегрева выше допустимого уровня - гипертермии

При пониженной температуре, большой подвижности и влажности воздуха может наступать переохлаждение организма - **гипотермия**. Сначала при воздействии умеренного холода уменьшается частота дыхания, увеличивается объем вдоха. При продолжении воздействия холода дыхание становится неритмичным, частота и объем вдоха увеличивается, изменяется углеводный обмен. Появление мышечной дрожи, когда внешняя работа не совершается, а вся энергия превращается в теплоту, может в течение некоторого времени задерживать снижение температуры внутренних органов. Результат - холодовые травмы.

В горячих цехах предприятий технологические процессы протекают при температуре значительно превышающей температуру окружающего воздуха. Излучаемые потоки лучистой энергии могут привести к отрицательным последствиям. При температуре до 500 градусов с нагретой поверхности излучаются тепловые (инфракрасные) лучи, а при более высокой появляются видимые и ультрафиолетовые лучи. Инфракрасные лучи оказывают на человека в основном тепловое действие. Под влиянием теплового облучения в организме происходят биохимические сдвиги, уменьшается кислородная насыщенность крови, замедляется кровоток и в результате происходит нарушение деятельности сердечно-сосудистой и нервной систем. Инфракрасные лучи подразделяются на коротковолновые и длинноволновые. Лучи коротковолнового диапазона глубоко проникают в ткани и разогревают их. Это вызывает быструю утомляемость, понижение внимания, усиленное потовыделение, а при длительном облучении - тепловой удар. Длинноволновые лучи поглощаются в основном кожей. Они вызывают ожог кожи и глаз. Интенсивность теплового облучения на некоторых рабочих местах может быть значительной. Организм, работающий в условиях постоянного воздействия высоких или низких температур находится в состоянии динамического равновесия с окружающей средой. Это происходит благодаря приспособлению организма человека к определенным метеорологическим условиям.

Процессы в организме, направленные на поддержание определенного уровня и взаимосвязи физиологических систем, обеспечивающих высокую жизнедеятельность организма - **тепловая адаптация**. На начальных этапах адаптация осуществляется за счет активации компенсаторных механизмов организма. В процессе адаптации вся деятельность организма приводится в более точное уравнивание с окружающей средой. В результате адаптационного процесса устанавливается стабильное состояние организма в измененных микроклиматических условиях среды - **акклиматизация**. Это приспособление к новым климатическим условиям и является частным случаем адаптации, из-за длительного

пребывания в условиях высоких или низких температур. Акклиматизация зависит от индивидуальных свойств человека, состояния его физиологических функций до адаптации.

Адаптация к высоким температурам проявляется в повышении работы мышц, значительном снижении основного обмена, уменьшении артериального давления, снижении частоты пульса и дыхания и некотором снижении температуры тела. В процессе адаптации при выраженном потоотделении наблюдается уменьшение хлоридов в поту, а это способствует уменьшению нарушений водно-солевого обмена.

При адаптации к инфракрасному облучению понижается возбудимость рецепторов, незначительное учащение пульса, повышение температуры тела, повышается интенсивность потоотделения.

Частое и длительное влияние холода приводит к повышению обмена веществ, усилению тепловыделения организма, быстрое восстановление температуры кожи, увеличение объема циркуляционной крови. Адаптация наблюдается при условии, если колебания параметров микроклимата не выходят за пределы компенсаторных возможностей организма. Резко выраженные колебания метеоусловий затрудняют адаптацию организма к ним. Высокие по интенсивности и продолжительности тепловые раздражители могут привести к срыву адаптации. Срывы адаптации связаны со снижением иммунологической реактивности организма и влекут за собой разнообразные неблагоприятные последствия, например, повышенную заболеваемость. Таким образом, в качестве важного компонента адаптивной реакции организма выступает стресс-синдром - это сумма неспецифических реакций, создающих условия для активизации деятельности гомеостатических систем. Эффективность адаптации зависит от дозы воздействующего фактора и индивидуальных особенностей организма.

Стресс-синдром при чрезмерно сильных воздействиях среды может стать причиной развития болезней – от язвенных до тяжелых сердечно-сосудистых и иммунных. Если уровни воздействия отрицательных факторов окружающей среды выходят за пределы адаптационных возможностей организма, то включаются дополнительные защитные механизмы, которые противодействуют возникновению и прогрессированию патологических процессов.

6. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

В соответствии с номером аудитории определить приборы, необходимые для измерения параметров микроклимата и таблицы для занесения данных измерений (см. табл. 7-9). Таблица 8 необходима только при выполнении работы в 429 аудитории. Измерения производятся на рабочем месте лабораторной работы № 1.

1. Определить температуру воздуха на рабочем месте.

2. Снять показание атмосферного давления в мм рт.ст. и перевести в ГПа, 1 ГПа = 1,33 х мм рт. ст.

3. Определить скорость движения воздуха на рабочем месте при использовании чашечного анемометра или термоанемометра.

4. Определить относительную влажность воздуха. При использовании психрометра (см. рис. 1) определить влажность по психрометрической таблице и по номограмме (таблица и номограмма находятся на рабочем месте лабораторной работы или в приложении 1 и 2).

5. Определить ТНС-индекс (см. рис. 5).

6. Данные измерений и нормативные значения параметров микроклимата по СанПиН 2.2.4.3359-16. Категорию работ выбрать по заданию преподавателя (см. табл. 1) и занести в табл. 9.

7. По данным табл. 9 сделать вывод: сравнение полученных параметров микроклимата с нормативными данными, приведёнными в таблицах 2, 3, 5.

6.1. Таблицы для результатов измерения

Таблица 7

Определение влажности воздуха

Температура термометра, °C		Относительная влажность, %	
сухого	влажного	по таблице	по номограмме

Таблица 8

Определение скорости движения воздуха с использованием чашечного анемометра

Место замера	Отсчёт по шкале		Разность отсчётов $N-N_0$	Время измерения T , с	Число делений за 1 с	Скорость движения воздуха V , м/с
	до замера N_0	после замера N				

Таблица 9

Оценка параметров микроклимата

Наименование		Параметры микроклимата				ТНС-индекс, °C	Период года	Категория работ
		Температура воздуха $t_{\text{возд}}$, °C	Влажность, %	Скорость движения воздуха V , м/с	Давление P , гПа			
Значения параметров по СанПиН	оптимальные							
	допустимые							
Фактические данные								

6.2. Приборы для измерения параметров микроклимата

6.2.1. Аспирационный психрометр

По психрометру (рис. 1) определяют температуру воздуха от - 31 до +51°C и относительную влажность воздуха в диапазоне от 10 до 100%.

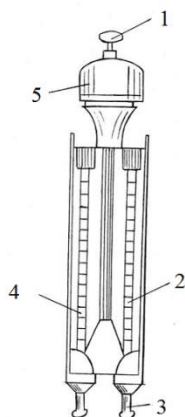


Рис. 1. Аспирационный психрометр:

- 1 - ключ; 2 - влажный термометр; 3-защитная трубка;
4 - сухой термометр; 5 - аспирационная головка.

Прибор состоит из двух ртутных термометров 2 и 4, трубок защиты 3, аспирационной головки 5, воздухопроводной трубки и трубки термозащит. На верхнем конце воздухопроводной трубки укреплена аспирационная головка. Пружина заводного механизма заводится ключом 1.

А. Измерение температуры воздуха.

Показание температуры воздуха снимать по сухому термометру (левому) 4 по окончании работы заводного механизма.

Б. Измерение влажности воздуха.

Различают максимальную, абсолютную и относительную влажности.

Максимальная влажность- максимальное количество водяного пара, которое может находиться в 1 м³ воздуха при каждой определённой температуре. Единица СИ - кг/м³, г/м³.

Абсолютная влажность- количество водяного пара, фактически содержащегося в 1 м³ воздуха. Единица СИ - кг/м³, г/м³.

Относительная влажность - отношение абсолютной влажности воздуха к максимально возможной, Относительная влажность выражается в %.

Работа с прибором:

1. При помощи пипетки увлажнить водой комнатной температуры обёртку влажного термометра 2 (правого).

2. Ручку завода 1 осторожно вращают по часовой стрелке почти до отказа.

3. Отсчёт по термометрам производится на 4-й минуте после пуска вентилятора.

По полученным данным относительную влажность воздуха можно определить:

а) *по номограмме* (на рабочем месте лаб. раб. № 1 или по прил. 1

Отложив на левой шкале показания «влажного» термометра, на правой - показания «сухого», провести прямую горизонтальную линию от показания «влажного» термометра до пересечения с линией номограммы, соответствующей показанию «сухого» термометра. Полученную точку пересечения спроектировать на горизонтальную ось и определить относительную влажность воздуха в процентах.

б) *по психрометрической таблице* (таблица находится на рабочем месте лаб. раб. № 1 или по прил. 2).

Вычисляют разницу по показаниям «сухого» и «влажного» термометров, находят её в левой вертикальной графе таблицы и соответствующую ей температуру «сухого» термометра по верхней горизонтальной графе. На пересечении вертикальной и горизонтальной колонок считают отсчет.

6.2.2. Термоанемометр ТКА-ПКМ

Прибор (рис. 2) предназначен для измерения скорости движения воздуха (V , м/с) от 0,1 до 20 м/с.

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

Работа с прибором:

1. Включить прибор нажатием кнопки 2.

2. На дисплее 3 начнётся обратный отсчёт времени, в секундах, по его окончании прибор готов к работе

3. Сдвинуть вниз защитный колпачок 4. Поместить зонд в зону измерения. Во время измерения зонд держать так, чтобы красная точка на головке зонда была направлена навстречу измеряемому потоку.

4. Нажать кнопку «Режим», запускается таймер, отсчитывающий период времени, равный 100 с.
5. Немного изменяя положение (поворотом вокруг вертикальной оси) измерительной головки добиться максимального показания.
6. Считать с дисплея измеренное значение.
7. Прибор выключить нажатием кнопки 2. Надвинуть на датчик защитный колпачок 4.

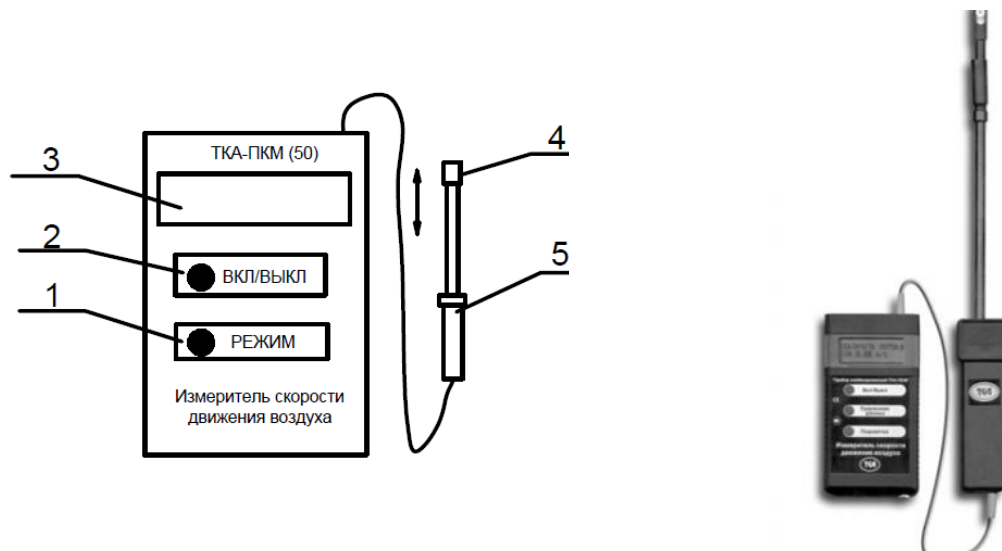


Рис. 2. Внешний вид прибора ТКА-ПКМ

1 - кнопка «Режим»; 2 - кнопка «Вкл/выкл»; 3 - ЖК - индикатор; 4 - защитный колпачок; 5 - зонд

6.2.3. Чашечный анемометр

Скорость движения воздуха измеряется анемометрами. Чашечный анемометр (рис. 3) предназначен для измерения скорости воздушного потока от 1 до 20 м/с. Вращение чашечек 1 передаётся на стрелки прибора. На циферблате прибора находятся три шкалы: единиц 2, сотен 6, тысяч 3. Включение и выключение прибора осуществляется при помощи арретира 4 в правой нижней части анемометра.

Работа с прибором:

1. Прибор на «ноль» не устанавливается. Перед измерением записать показания по трём шкалам (отсчёт N_0).
2. Установить прибор вертикально в штативе по центру осевого вентилятора на расстоянии, указанном в задании, согласно варианта подгруппы.
3. Через 10 с одновременно включить механизм анемометра арретиром 4 и отметить по секундной стрелке часов начало отсчёта.
4. По истечении 100 с (T) замера арретиром 4 прибор выключить и записать показания (N) по трём шкалам.
5. Разность между конечным и начальным отсчётом показаний разделить на время $T = 100$ с и определить число делений шкалы Π , приходящихся на 1 с:

$$\Pi = \frac{N - N_0}{T}$$

6. По графику (на рабочем месте лаб. работы № 1 или по прил. 3) определить скорость движения воздуха V , м/с.

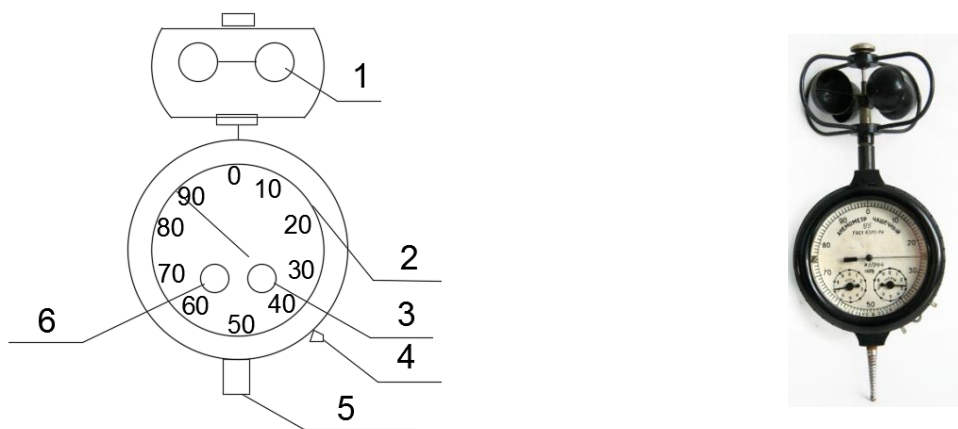


Рис. 3. Анемометр чашечный:

1 - полусферические полые чашечки; 2 - шкала единиц; 3 - шкала тысяч;
4 - арретир; 5 - винт; 6 - шкала сотен

6.2.4. Барометр (анероид)

Для измерения давления воздуха применяются барометры (рис. 4). Устройство его основано на использовании упругих деформаций приёмника под влиянием изменений давления. Давление воздуха таким барометром измеряется в мм рт.ст., $1 \text{ ГПа} = 1,33 \text{ мм рт. ст.}$



Рис. 4. Барометр

6.2.5. Установка для определения тепловой нагрузки среды (ТНС-индекс)

ТНС-индекс определяется на основе величин температур внутри зачерненного шара ($t_{ш}$) (рис. 5) и влажного термометра психрометра ($t_{вл}$) (см. рис. 1) и рекомендуется к использованию для интегральной оценки тепловой нагрузки среды на рабочих местах, на которых скорость движения воздуха не превышает $0,6 \text{ м/с}$, а интенсивность теплового облучения - 1200 Вт/м^2 .

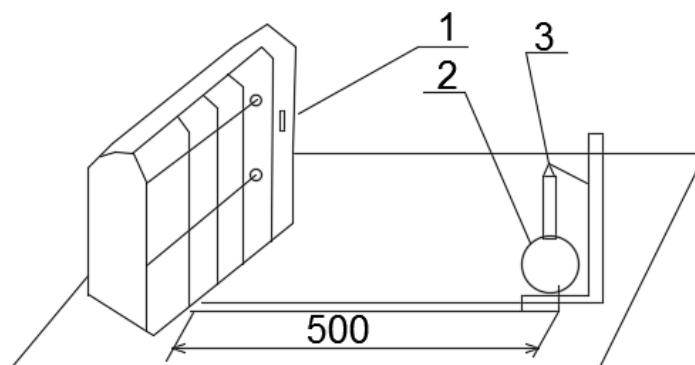


Рис. 5. Установка для определения ТНС:

1 - переключатель электрокамина; 2 - зачернённый шар; 3 - термометр.

Температура $t_{ш}$ измеряется термометром, резервуар которого помещён в центр зачернённого шара и отражает влияние температуры воздуха, поверхностей и скорости движения воздуха. ТНС-индекс рассчитывается по уравнению

$$TNC = 0,3 \cdot t_{ш} + 0,7 \cdot t_{вл}$$

Работа с установкой: для определения $t_{ш}$ установить зачернённый шар 2 с термометром 3 на расстоянии 500 мм от электрокамина, Включить электрокамин в сеть. Нажатием клавиши переключателя 1 поставить её в положение «включено». Произойдёт включение второго нагревателя. Через 15 мин снять показание $t_{ш}$ с термометра 3.

6.2.6. Другие приборы для измерения параметров микроклимата

1. Testo 435 - универсальный прибор с широким спектром применения, благодаря возможности подключения сменных зондов: термоанемометрических, крыльчатых, температурных, трубок Пито (рис. 6).

Testo 435 с высокой точностью измеряет скорость и объемный расход воздушного потока, температуру воздуха, температуры поверхности и сыпучих материалов. Прибор имеет функции удержания текущих, максимальных и минимальных показаний на дисплее, усреднения значений по времени и количеству точек измерений.



Рис. 6. Многофункциональный прибор Testo 435

2. МЕТЕОСКОП-М - термометр, гигрометр, анемометр и барометр в одном приборе (рис. 7).



Рис. 7. МЕТЕОСКОП-М - Измеритель параметров микроклимата

Прибор Метеоскоп-М позволяет проводить измерения следующих физических параметров:

- измерения скорости потока воздуха в диапазоне от 0,1 до 20 м/с;
- измерения температуры воздуха в диапазоне от 40 °С до плюс 85 °С;

- измерения влажности воздуха в диапазоне от 3% до 97%;
- измерения атмосферного давления в диапазоне от 80 до 110 кПа;
- оценки индекса тепловой нагрузки среды (по дополнительному заказу);
- оценки средней температуры поверхностей (по дополнительному заказу);
- оценки результирующей температуры помещения (по дополнительному заказу);
- оценки температуры поверхностей (по дополнительному заказу);
- оценки интенсивности теплового излучения (по дополнительному заказу).

3. TESTO 410 измеряет скорость потока и температуру воздуха. Анемометр TESTO 410 идеально подходит для точечных измерений на выходах воздуховодов с помощью встроенной крыльчатки D 40 мм (рис. 8).



Рис. 8. Testo 410 - Термоанемометр, гигрометр

4. TESTO 608 H1 - термогигрометр для непрерывного измерения влажности, температуры и точки росы с возможностью крепления на стене или столе (рис. 9).



Рис. 9. Testo 608-H1/H2 –Термогигрометр

5. Testo 830 быстродействующие универсальные инфракрасные термометры (пирометры) представлен на рис. 10.



Рис. 10. Testo 830-T1 - Инфракрасный термометр

Приборы Testo 830 изготовлены с лазерным целеуказателем и предназначены для бесконтактного измерения температуры. Быстродействующий универсальный инфракрасный термометр Testo 830-T1 с одноточечным лазерным целеуказателем. Коэффициент излучения регулируется от 0,2 до 1,0. Сделан в эргономичной форме пистолета.

ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ

1. Параметры, характеризующие микроклимат на рабочем месте.
2. Нормирование параметров микроклимата.
3. ТНС-индекс.
4. Приборы для измерения температуры, влажности, скорости движения воздуха.

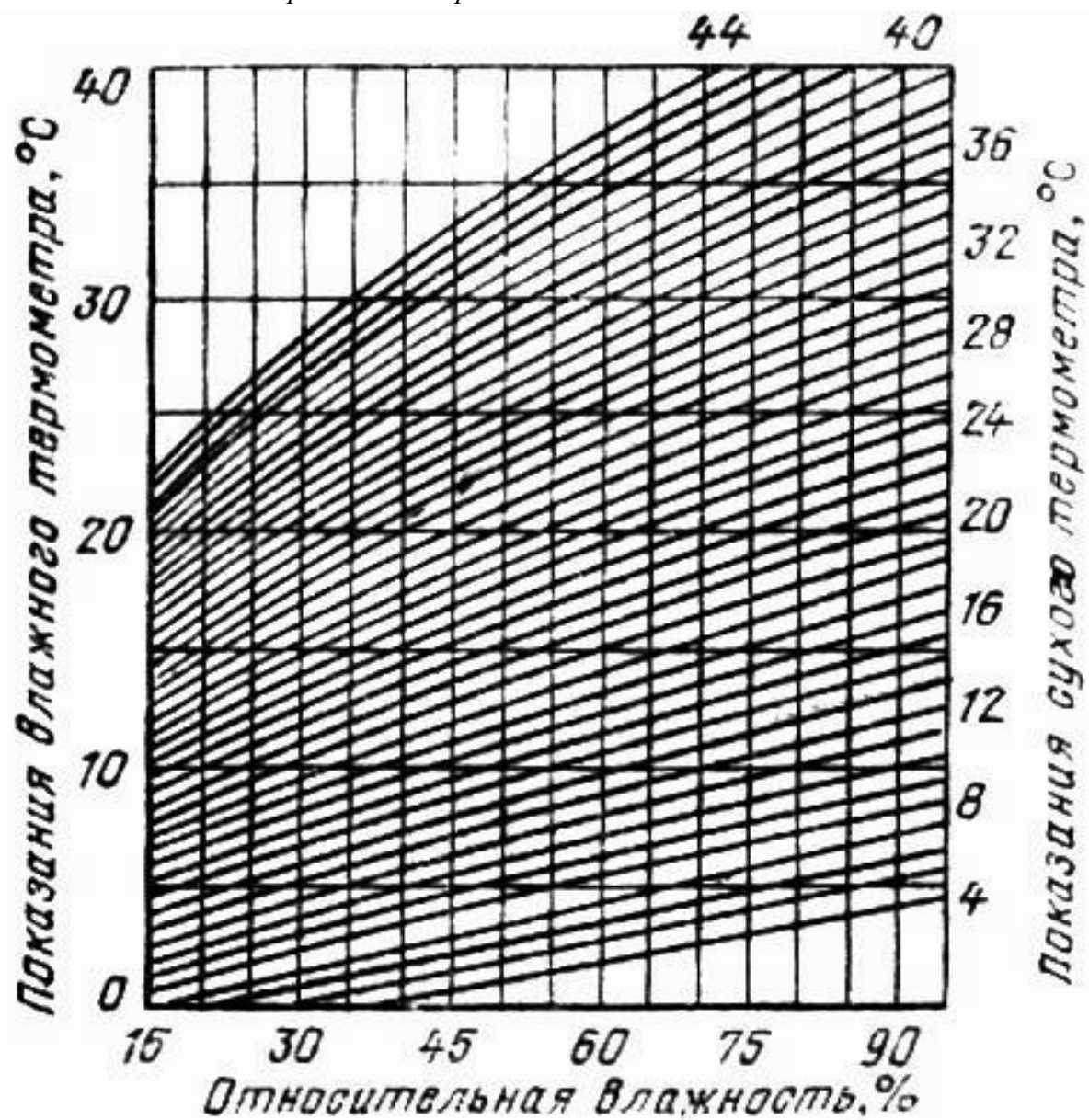
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СанПиН 2.2.4.3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах"
2. СанПиН 2.4.2.2821-10 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях"
3. Артамонова Г.В., Ким Ж.В. Влияние метеоусловий на физиологическое состояние организма человека. Учебно-методическое пособие. – Барнаул: издательство АлтГТУ, 2015 - с.42.
4. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьянов [и др.], под общ. ред. СВ. Белова. М.: Высш. шк., 2006.448 с.
5. Гусев А.М. Промышленная санитария: учеб. пособие. Магнитогорск: МГТУ, 2000. 229 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Номограмма для определения относительной влажности



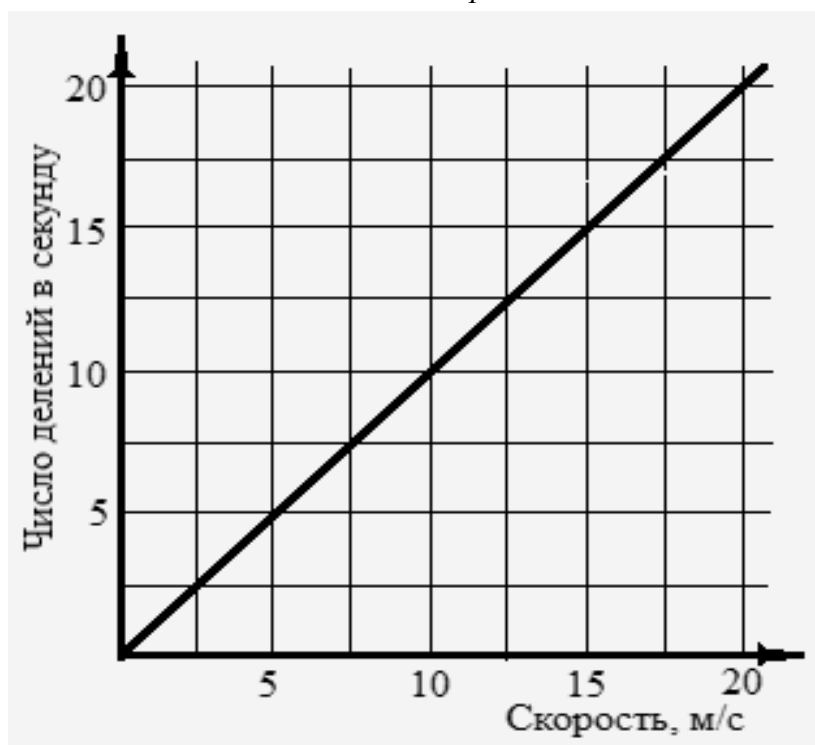
Приложение Б

Психрометрическая таблица

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

Приложение В

График для определения скорости движения воздуха при использовании чашечного анемометра



Учебное текстовое электронное издание

**Свиридова Татьяна Валерьевна
Боброва Ольга Борисовна**

ИЗУЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА

Лабораторный практикум

1,08 Мб

1 электрон. опт. диск

г. Магнитогорск, 2016 год

ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Адрес: 455000, Россия, Челябинская область, г. Магнитогорск,
пр. Ленина 38

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»

Кафедра промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности

Центр электронных образовательных ресурсов и
дистанционных образовательных технологий

e-mail: ceor_dot@mail.ru