Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Методические указания
к выполнению практических работ
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»
для студентов направления 20.03.01
«Техносферная безопасность»
очной и заочной форм обучения

Севастополь
СевГУ
2018

УДК 658.382

Р е ц е н з е н т:
С.М. Братан – доктор технических наук, профессор кафедры
«Технология машиностроения»

Составители: А.Н. Одинцов, Л.А. Ничкова, Т.Ю. Хоменко

Исследование параметров микроклимата производственных помещений: метод. указания к выполнению лабораторной работы для студентов направлений «Техносферная безопасность» по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» / Сост. А. Н. Одинцов, Л. А. Ничкова, Т. Ю. Хоменко. – Севастополь: СевГУ, 2018 г. – 22 с.

Предназначены для оказания помощи студентам при выполнении лабораторной работы по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности». В методических указаниях излагаются общие понятия нормируемых микроклиматических параметров, рассмотрен тепловой баланс системы «человек - окружающая среда», принцип действия приборов, способы измерения параметров микроклимата, а также сравнение их с нормативными значениями.

УДК 658.382

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Техносферная безопасность», протокол № 7 от 30 января 2018 г.

Допущено учебно-методическим отделом Политехнического института СевГУ в качестве методических указаний.

© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

	Цель работы…….	3
1	Основные теоретические положения……	3
2	Описание лабораторной установки и применяемых приборов…..	8
2.1	Приборы для измерения давления, температуры и определения влажности воздуха…….	8
2.2	Приборы для измерения скорости движения воздуха…….	10
2.3	Приборы, записывающие изменения параметров микроклимата во времени……...	11
3	Требования охраны труда при выполнении лабораторной работы…….	12
4	Порядок выполнения лабораторной работы……	12
5	Содержание отчета…….	13
6	Контрольные вопросы……	13
	Библиографический список……...	15
	Приложение А…….	16
	Приложение Б……..	18
	Приложение В…….	19
	Приложение Г…….	20
	Приложение Д…….	21
	Приложение Е…….	22

Цель работы:

1. Изучить принцип работы приборов, применяемых для измерения и контроля параметров микроклимата рабочей зоны.

2. Освоить методику проведения исследований метеоусловий и ознакомиться с нормами метеорологических параметров воздуха в рабочей зоне производственных помещений.

1. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Параметрами среды производственного помещения, влияющими на жизнедеятельность человека, его самочувствие и работоспособность, являются:

- метеорологические условия (температура, влажность, скорость перемещения воздуха, барометрическое давление);

- химический состав воздуха (содержание кислорода, углекислоты, вредных паров, газов, аэрозолей);

- физические характеристики: электрические заряды, звуковые импульсы, электромагнитные излучения, пыль и т.п.

Одно из основных мероприятий, определяющих тепловое самочувствие человека и производительность его труда – создание в производственных помещениях ***оптимальных*** микроклиматических условий.

Настоящая работа посвящена изучению способов измерения метеорологических параметров, ознакомлению с методикой их нормирования и выявлению путей достижения оптимальных условий микроклимата на рабочих местах.

Человеческий организм можно рассматривать, как открытую термодинамическую саморегулирующуюся биосистему, осуществляющую постоянный обмен веществом и энергией с внешней средой, нормально функционирующую в довольно узком диапазоне температур 36...37 ^{0}С. Количество вырабатываемой человеком теплоты зависит от возраста, индивидуальных особенностей, степени тяжести выполняемой работы и ряда других факторов.

В спокойном состоянии взрослый человек вырабатывает 88...105 Вт тепловой энергии, при тяжелой работе - 300...460 Вт, а при максимально возможных кратковременных нагрузках - до 1000 Вт. Для хорошего теплового самочувствия человека необходимо создать такие условия, чтобы избыточные тепловыделения его организма полностью отводились во внешнюю среду. Тепловой обмен организма человека с окружающей его внешней средой осуществляется одновременно тремя способами: *теплопроводностью, конвективным* переносом и *излучением*.

В комфортных условиях тепловой баланс системы «человек – окружающая среда» можно представить в виде выражения:

$$Q_Ч \pm Q_Т \pm Q_{ДЫХ} \pm Q_К \pm Q_{ИЗЛ} - Q_{ИСП} = 0,$$

где $Q_Ч$ – общее количество тепла вырабатываемое организмом человека; $Q_Т$ – потери тепла за счет теплопроводности через одежду; $Q_{ДЫХ}$ – тепловой поток при дыхании; $Q_К$ – конвективный тепловой поток; $Q_{ИЗЛ}$ – радиационный тепловой поток; $Q_{ИСП}$ – тепловой поток за счет испарения влаги.

Теплопроводностью называют процесс теплообмена между непосредственно соприкасающимися телами или частями тела, имеющими разную температуру. Перенос теплоты осуществляется на молекулярном уровне за счет столкновения молекул. Количество теплоты $Q_Т$, (Дж), передаваемое через сечение площадью $F_Т$, (м^2), пропорционально коэффициенту теплопроводности a, (Дж/с·м·К), перепаду температуры Δt в теплопередающем слое и времени τ

$$Q_T = -aF_T\Delta t^2 .$$

Знак минус указывает на то, что тепловой поток направлен в сторону противоположную градиенту температуры.

Конвективным теплообменом называют перенос теплоты потоком жидкости или газа перемещающимся в пространстве на значительные рас-

стояния. Процесс переноса теплоты при взаимодействии движущейся среды и твердого тела, имеющих различную температуру, называют *теплоотдачей*. Количество теплоты Q_K, передаваемое через теплопередающую поверхность F_K, м^2, пропорционально коэффициенту теплоотдачи α, (Дж/с·м^2·К), разнице температур тела t_T и среды t_C, а также времени τ:

$$Q_K = \pm\sim (t_T - t_C) F_K{}^2 \ .$$

Коэффициент теплоотдачи α в отличие от коэффициента теплопроводности λ не является физическим параметром среды и зависит от целого ряда факторов, (в частности от числа Рейнольдса, характеризующего режим движения среды ламинарный или турбулентный, шероховатости и т.д.).

При конвекции может происходить процесс тепло-массообмена, например, испарение жидкости (пота). В данном случае имеет место *фазовый* переход, сопровождающийся значительным поглощением тепла.

Тепловым излучением называют электромагнитное излучение в инфракрасном диапазоне частот, испускаемое телом за счет внутренней энергии. Величина излучаемого (поглощаемого) телом тепла пропорциональна его излучательной способности, площади поверхности и температуре в четвертой степени. Результирующий тепловой поток $Q_{ИЗЛ}$, излучаемый и поглощаемый телом за время τ можно записать в виде выражения:

$$Q_{изл} = e \pm F_И (T_1^4 - T_2^4)^2 ,$$

где e – приведенная излучательная способность тела (степень его «черноты», $0 < e < 1$); σ - постоянная Стефана-Больцмана ($\sigma = 5{,}67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м^2·К^4)); $F_И$ – площадь поверхности излучения, м^2; T_1 - температура тела, T_2 – температура окружающей среды.

При температуре окружающего воздуха 18 ^{0}С на конвекцию приходится до 50% тепловых потерь, из которых на испарение пота затрачивается ($\approx$ 20%) и подогрев выдыхаемого воздуха ($\approx$ 5%). На теплопроводность, из-за неплотного прилегания одежды к телу приходится около 5% потерь. Потери тепла за счет излучения достигают ($\approx$ 45%).

Из изложенного выше следует, что во всех видах теплообмена значительную роль играет разница температур, при этом конвективная теплоотдача в основном зависит от скорости перемещения воздуха и от насыщенности воздуха влагой, а потери за счет излучения существенно зависят от температуры окружающей среды.

Поэтому скорость движения (υ), температура (t) и влажность (φ) воздуха являются основными параметрами, обеспечивающими процесс теплооб-

мена человека с внешней средой. Они же определяют метеорологические условия, или микроклимат в ***рабочей зоне*** производственных помещений. Рабочая зона - пространство высотой до 2-х метров над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания работающих.

Кроме указанных выше параметров, в ряде случаев (работа на высоте, глубине, в кессонах и т.д.) значительное влияние на самочувствие человека оказывает атмосферное давление *B*, (гПа), которое, определяя парциальное давление основных компонентов воздуха, прежде всего кислорода и азота, воздействует на процесс дыхания.

При изменении параметров метеоусловий (микроклимата рабочей зоны) в организме человека происходят процессы, направленные на стабилизацию температуры тела и на поддержание теплового баланса между организмом и внешней средой. Совокупность таких процессов носит название *терморегуляция* человеческого организма.

Оптимальные и допустимые параметры микроклимата для рабочей зоны производственных помещений, с учетом тяжести выполняемой работы и периода года нормируются по ГОСТ 12.1.005-88 [2].

Под ***оптимальными*** микроклиматическими условиями - понимают такие сочетания параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального функционального и теплового состояния организма без напряжения реакций терморегуляции. Они обеспечивают ощущения теплового комфорта и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

Допустимые микроклиматические условия - это такие сочетания параметров микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызывать приходящие и быстро нормализующиеся изменения теплового состояния организма, сопровождающиеся напряжением механизмов терморегуляции, не выходящим за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникает повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут наблюдаться дискомфортные теплоощущения, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности.

Оптимальные параметры микроклимата, как правило, являются расчетными для автоматически регулируемых систем, т.е. для систем кондиционирования воздуха, а допустимые, в большинстве случаев обеспечиваются обычными системами промышленной вентиляции.

По интенсивности тепловыделений все производственные помещения делятся на помещения с незначительным избытком явного тепла, не превышающим 23 Дж/(м^3·с) (аудитории, конструкторские бюро, механосборочные цехи и т. п.), и помещения со значительным избытком явного тепла, превышающим указанную величину (кузнечные, литейные цехи и т.п.).

Исходя из общих энергозатрат человеческого организма при выполнении физических работ различной степени тяжести, их разделяют на *три категории* (приложение Б, табл. Б.1):

Категория ***I – легкие*** физические работы с расходом энергии не более 174 Вт, которые делят на:

I-а **-** (энергозатраты до 139 Вт) работы выполняемые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (сфера управления, швейное производство, рад профессий на предприятиях точного приборо и машиностроения и др.).

I-б - (энергозатраты 140 – 174 Вт) работы производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (ряд профессий в полиграфической промышленности, на предприятиях связи, контролеры, мастера и т.п.).

Категория ***II*** - физические работы ***средней тяжести***, которые в свою очередь делят на:

II-а (энергозатраты от 175 – 232 Вт) – 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 механо-сборочных цехах машиностроительных предприятий, в прядильно-ткацком производстве и т.п.).

II-б (энергозатраты 233 – 290 Вт) – работы связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (ряд профессий в механизированных литейных, прокатных, кузнечных, сварочных цехах машиностроительных и металлургических предприятий и т.п.).

Категория ***III - тяжелые*** физические работы (энергозатраты более 290 Вт) – 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, литейные цеха с ручной набивкой и заливкой опок машиностроительных и металлургических предприятий и т.п.).

С учётом акклиматизации организма человека в разное время года введено понятие *период* года. Различают *тёплый* период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха выше +10 ^{0}С, и *холодный* когда температура равна или ниже +10^{0}С.

2. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИБОРОВ

Лабораторная установка включает в себя комплекс устройств, формирующих микроклимат на рабочем месте исследователя (тепловентилятор или вентилятор, кондиционер БК-1500) и приборов, необходимых для исследования параметров метеоусловий (барометр-анероид, гигрометры, психрометры, анемометры, секундомер, записывающие приборы).

2.1. Приборы для измерения давления, температуры и определения влажности воздуха

Производственные помещения можно условно разделить на: помещения с избыточным давлением, атмосферным и пониженным давлением воздуха. Помещения с давлением воздуха, отличающимся от атмосферного используют в специальных случаях связанных с той или иной производственной деятельностью (производство микросхем, космические и подводные аппараты, работа на высокогорных площадках и др.) В большинстве случаев для контроля давления воздуха используют барометр-анероид.

Производственные помещения характеризуются наличием или отсутствием активных источников инфракрасной радиации (нагревательные печи, горны, открытый огонь и т. п.). При наличии таких источников для определения истинной температуры используют парные термометры. Поверхность резервуара с ртутью одного из термометров зачернена (она поглощает падающее на него излучение), а другого - покрыта слоем серебра (она отражает инфракрасную радиацию). Истинную температуру воздуха ($t_И$) в данном случае определяют расчётом по формуле:

$$t_И = t_Ч - k\,(t_Ч - t_C),$$

где $t_Ч$ и t_C - соответственно показания почернённого и посеребрённого термометров; k-константа парного термометра (указанна в паспорте прибора).

В помещениях без активных источников инфракрасной радиации прямое измерение температуры производят ртутными или спиртовыми термометрами ТА-1, ЭА-1М, ЭА-2М. Как правило, такие измерения температуры проводят одновременно с косвенным определением относительной влажности воздуха при помощи психрометров. В этом случае отсчёт температуры берут по показаниям сухого термометра.

Влагонасыщенность воздуха характеризуется такими понятиями, как:

- *абсолютная влажность* (Ав) - парциальное давление (упругость) водяного пара или масса водяных паров, содержащихся в данный момент в единице объёма воздуха (их значения численно совпадают при температуре $+10{,}5\ ^0C$);

- *максимальная влажность* - упругость насыщенных водяных паров или максимально возможное содержание водяных паров в воздухе при данной температуре (состояние насыщения). Температура воздуха, соответствующая состоянию насыщения, называется температурой точки росы;

- *относительная влажность* (φ) - выраженное в процентах отношение парциального давления водяного пара, содержащегося в воздухе при данной температуре, к давлению насыщенного водяного пара при той же температуре:

$$\text{¨} = \frac{A_B}{M_C} \cdot 100\%. \qquad (1)$$

Для прямого определения относительной влажности воздуха используют гигрометры, чувствительным элементом которых является обезжиренный человеческий волос или специально обработанная органическая плёнка (мембрана). При изменении относительной влажности воздуха пропорционально меняется и длина волоса (органической плёнки), приводя к смещению в ту или другую сторону стрелку гигрометра. Однако гигрометры имеют существенный недостаток: в помещениях с выделением пыли, агрессивных паров и туманов (кислоты, щёлочи и др.) точность их показаний значительно нарушается из-за изменения упругих свойств чувствительного элемента.

Более точно относительная влажность воздуха может быть определена психрометрическим методом. Суть его заключается в определении показаний двух рядом расположенных термометров, резервуар одного из которых покрыт увлажнённой тканью. При испарении влаги, пропитывающей ткань, отводится тепло от резервуара смоченного термометра, поэтому его показания, как правило, оказываются ниже показаний сухого термометра. Интенсивность испарения влаги а, следовательно, и разность показаний термометров, будет тем больше, чем суше воздух. При полностью насыщенном воздухе (φ =100%) показания сухого (t_C) и влажного (t_B) термометров будут равны.

Психрометры изготавливаются в двух вариантах: стационарные (Августа) и переносные аспирационные (Ассмана). Стационарные психрометры не используются в помещениях с источниками инфракрасных излучений, т.к. последние искажают показания обоих термометров, а также при скорости движения воздуха свыше 0,2 м/с, интенсифицирующей испарения влаги и тем самым искажающей показания влажного термометра. В последнем случае вводят поправочный коэффициент, величина которого зависит от скорости движения воздуха. Кроме того, они довольно инертны - экспозиция составляет 10...15 мин.

Более совершенным является переносной аспирационный психрометр, который лишён недостатков, присущих стационарному психрометру. Основное его преимущество состоит в том, что показания сухого и смоченного

термометров всегда снимаются в потоке воздуха, движущегося с постоянной скоростью ($\approx$ 4 м/с), что позволяет исключить влияние скорости движения окружающего воздуха. От влияния теплового облучения резервуары термометров надёжно защищены двойными отполированными и никелированными экранами. Погрешность измерения не превышает ±5%.

Перед началом измерения в аспирационном психрометре с помощью специальной пипетки увлажняют ткань, надетую на один из термометров. Затем устанавливают психрометр в месте замера и включают его вентилятор. После 3-х минутной работы вентилятора снимают показания влажного (t_B) и сухого (t_C) термометров. По полученным показаниям определяют относительную влажность воздуха с помощью специальной номограммы или психрометрической таблицы, приведенных в приложениях В и Г.

Для определения относительной влажности φ (%) расчетным путем, вначале вычисляют абсолютную влажность A_B, (кг/м^3), по формуле (2), а затем относительную влажность по формуле (1).

$$A_B = M_B - 0{,}5 \cdot (tc - tв)\frac{B \cdot 10^{-3}}{1006}, \qquad (2)$$

где M_B - максимальная влажность при температуре (t_B) влажного термометра (см. приложение Г), кг/м^3;

0,5 - постоянный психрометрический коэффициент;

t_C, t_B – показания сухого и влажного термометра, °С;

B - фактическое барометрическое давление, гПа.

При использовании барометра со шкалой проградуированной в мм.рт.ст., (1мм.рт.ст = 1,333 гПа).

2.2. Приборы для измерения скорости движения воздуха

Скорость движения воздуха обычно измеряют анемометрами, кататермометрами и термоанемометрами.

Анемометры по конструкции приёмных органов делятся на *чашечные* и *крыльчатые*. Чашечные анемометры служат для измерения скорости движения воздуха в пределах 1,0...15,0 м/с, а крыльчатые - 0,2...5,0 м/с. Следует учитывать, что приёмный орган (лепестки) крыльчатого анемометра очень чувствителен к механическим воздействиям и может быть легко повреждён. Поэтому запрещается помещать его в поток с большой скоростью перемещения воздуха, размещать обратной стороной (циферблатом навстречу потоку), дуть на него, прикасаться к нему пальцами и т.п.

При определении скорости движения воздуха анемометром до начала измерения необходимо записать показания стрелок прибора (N_1) по всем трём шкалам (тысячи, сотни, десятки и единицы). Затем поместить анемо-

метр в точке замера таким образом, чтобы приёмные органы (чашечки, лепестки) были обращены навстречу потоку воздуха и дать возможность рабочему колесу некоторое время (20...30 с) вращаться вхолостую для преодоления инерционного сопротивления. После этого включить одновременно прибор и секундомер. Продолжительность одного измерения при скорости движения воздуха свыше 1,0 м/с должна быть не менее 50...100 с, при меньших скоростях - 200...300 с. По истечении времени измерения выключить прибор и зафиксировать показания анемометра (N_2). Далее рассчитать число делений в секунду и по прилагаемому графику (см. приложение Е) определить скорость движения воздуха. К каждому анемометру прилагается специальный график, на котором отмечен его индивидуальный номер.

2.3. Приборы, записывающие изменения параметров микроклимата во времени

Для исследования и фиксации изменений параметров микроклимата во времени применяются следующие приборы-самописцы: *термографы* - регистрирующие температуру воздуха; *гигрографы* - относительную влажность и *барографы* - атмосферное давление.

Воспринимающими частями (датчиками-преобразователями) являются: у термографа - биметаллическая пластинка, меняющая свою кривизну при изменении температуры воздуха; у гигрографа - обезжиренные волосы или мембрана из специально обработанной органической плёнки, реагирующая на изменение относительной влажности воздуха; у барографа - анероидные коробочки. Записывающее устройство всех вышеназванных приборов выполнено идентично: показания регистрируются на специальной ленте, закреплённой на барабане, который вращается вокруг неподвижной оси. Барабан в движение приводится с помощью часового механизма. Продолжительность одного оборота барабана составляет 26 часов (у суточного самописца) или 176 часов (у недельного самописца).

Для адаптации к метеоусловиям производственной среды приборы в месте исследования необходимо установить за 12 ... 24 часа до начала замеров.

3. ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Во избежание несчастных случаев при проведении лабораторной работы студент должен: выполнять правила техники безопасности при работе в лаборатории; правильно эксплуатировать приборы, не включать их без разрешения преподавателя; аккуратно обращаться с психрометром, чтобы не допустить повреждения ртутных термометров. При выполнении лаборатор-

ной работы запрещается использовать оборудование, не относящееся к данной работе.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1) Изучить теоретическую часть работы, кратко законспектировать основные её положения и выписать формулы, необходимые для последующих расчётов

2) Подготовить формы Таблиц А.1 и А.2, (см. Приложение А) для записи результатов исследований.

3) Ознакомиться с устройством и принципом работы приборов, используемых при измерении параметров микроклимата.

4) Выполнить приведенные ниже *Задания 1 и 2* в объеме, определяемом преподавателем перед началом работы.

5) По результатам расчетов и измерений сделать заключение о соответствии фактических параметров микроклимата требованиям [2], приведенным в приложении Б.

ЗАДАНИЕ 1. Исследование метеорологических условий в лаборатории при естественных условиях (без искусственного побуждения движения воздуха):

- определить атмосферное давление по показаниям барометра-анероида;
- измерить температуру воздуха по показаниям сухого термометра аспирационного психрометра;
- определить влажность воздуха различными методами: используя показания аспирационного психрометра с помощью номограммы, (рис. В.1), психрометрической таблицы, (табл. Г.1) и расчётным путем, а также по показаниям гигрометра;
- оценить категорию тяжести выполняемой работы, характер производственного помещения по теплоизбыткам и период года;
- результаты занести в соответствующие графы Таблиц А.1 и А.2 отчёта.

ЗАДАНИЕ 2. Исследование метеорологических условий в лаборатории при искусственном побуждении движения воздуха.

В тёплый период года в качестве регулятора параметров метеоусловий необходимо использовать кондиционер БК-1500, в холодный - настольный вентилятор или тепловентилятор. При этом необходимо отрегулировать скорость движения воздуха в местах замеров таким образом, чтобы она находилась в пределах 0,2 ... 0,5 м/с.

По указанию преподавателя скорость движения воздуха можно, регулировать и в более широком диапазоне, что позволит увеличить количество приборов, используемых для исследований. С этой же целью преподаватель

может дать задание измерить скорость движения воздуха в нескольких точках, на различных расстояниях от кондиционера или вентилятора.

- измерить скорость движения воздуха по методике, изложенной в п.2.2.

- исследование остальных параметров метеоусловий проводить по схеме, изложенной в Задании 1.

сопоставить результаты эксперимента и дать рекомендации по улучшению метеоусловий в лаборатории.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- титульный лист;
- название работы и ее цель;
- краткие теоретические сведения;
- аналитические расчёты по заданиям 1 и 2;
- заполненные таблицы А.1 и А.2 с результатами расчетов и измерений;
- выводы (и рекомендации) о соответствии микроклиматических условий требованиям [2] для заданной преподавателем категории тяжести работы.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1) Какие факторы влияют на санитарно-гигиенические условия труда.

2) Что такое комфортные метеорологические условия.

3) Каково значение основных параметров микроклимата, соответствующих комфортным условиям.

4) Что положено в основу классификации категории тяжести работ производимых человеком.

5) Как влияет изменение параметров микроклимата на самочувствие человека.

6) Какими путями осуществляется передача теплоты от человеческого организма во внешнюю среду.

7) За счет чего происходит передача тепла при теплопроводности.

8) В чем отличие явления конвекции от теплопроводности.

9) Что такое фазовый переход.

10) Что такое терморегуляция человеческого организма.

11) Что такое абсолютная и относительная влажность воздуха.

12) Чем отличаются оптимальные параметры микроклимата от допустимых.

13) Какие приборы используются для измерения влажность воздуха.

14) Какими приборами измеряется скорость движения воздуха.

15) Когда показания влажного термометра будут меньше - при большей или меньшей относительной влажности и почему.

16) Как можно улучшить микроклимат помещения, если относительная влажность в нём менее 40 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник/ С.В. Белов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт; ИД Юрайт, 2011. – 680 с.

2. ГОСТ 12.1.005-88. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. - М.: Госстандарт, 1987. - 43 с.

3. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

4. Юдин Е.Я. Охрана труда в машиностроении: учебник для машиностроительных вузов / Е.Я.Юдин, С.В.Белов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1983. – 432 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Таблица А.1 – Форма таблицы для занесения значений фактических параметров микроклимата рабочей зоны

Исследуемый параметр и его элементы			Ед-цы измерения	Условия нормализации микроклимата	
				Задание № 1	Задание № 2
				Без побуждения движения воздуха	С побуждением движения воздуха (вентилятором / кондиционером)
1			2	3	4
Атмосферное давление		B	гПа		
Температура	Показания психрометра	t_C	°C		
		t_B	°C		
Влажность воздуха	Максимальная (по табл. Д.1)	M_C, при t_C	кг/м³		
		M_B, при t_B	кг/м³		
	Абсолютная (по формуле (2)		кг/м³		
	Относи-тельная	По формуле (1)	%		
		По номограмме, рис. В.1	%		
		По психрометрической таблице Г.1	%		
		По гигрометру	%		
Скорость движения воздуха	Показания анемометра	До замера, N_1	дел		
		После замера, N_2	дел		
		$(N_2 – N_1)$	дел		
	Продолжительность измерения, T		с		
	Число делений в секунду, $(N_2 – N_1) / T$		дел/с		
	Скорость по анемометрическому графику (см. приложение Е)		м/с		

Таблица А.2 – Форма таблицы для сравнения значений фактических параметров микроклимата рабочей зоны с нормируемыми по ГОСТ 12.1.005-88

Место проведения исследования -									
Наличие в помещении источников избыточного тепла -									
Период года -									
Для категории выполняемых работ -									
Оптимальные параметры			Допустимые параметры			Условия нормализации микроклимата рабочей зоны	Фактические параметры		
t, °С	φ, %	v, м/с	t, °С	φ, %	v, м/с		t, °С	φ, %	v, м/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						Без искусственного побуждения движения воздуха			
						Побуждение движения воздуха (вентилятором / кондиционером)			
Выводы и рекомендации:									

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное)

Таблица Б.1 – Оптимальные и допустимые значения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений (по ГОСТ 12.1.005-88)

Период года	Категория работ	Температура, °С					Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с	
		Оптимальная	Допустимая				Оптимальная	Допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных не более	Оптимальная, не более	Допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных *
			верхняя граница			нижняя граница				
			на рабочих местах							
			постоянных	непостоянных	постоянных	непостоянных				
холодный	Легкая –Iа	22 – 24	25	26	21	18	40 – 60	75	0,1	не более 0,1
	Легкая –Iб	21 – 23	24	25	20	17	40 – 60	75	0,1	не более 0,2
	Средней тяжести-IIа	18 – 20	23	24	17	15	40 – 60	75	0,2	не более 0,3
	Средней тяжести-IIб	17 – 19	21	23	15	13	40 – 60	75	0,2	не более 0,4
	Тяжелая-III	16 – 18	19	20	13	12	40 – 60	75	0,3	не более 0,5
теплый	Легкая –Iа	23 – 25	28	30	22	20	40 – 60	55 (при 28°)	0,1	0,1 – 0,2
	Легкая –Iб	22 – 24	28	30	21	19	40 – 60	60 (при 27°С)	0,2	0,1 – 0,3
	Средней тяжести-IIа	21 – 23	27	29	18	17	40 – 60	65 (при 26°С)	0,3	0,2 – 0,4
	Средней тяжести-IIб	20 – 22	27	29	16	15	40 – 60	70 (при 25°С)	0,3	0,2 – 0,5
	Тяжелая-III	18 – 20	26	28	15	13	40 – 60	75 (при 24°С и ниже)	0,4	0,2 – 0,6

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(справочное)

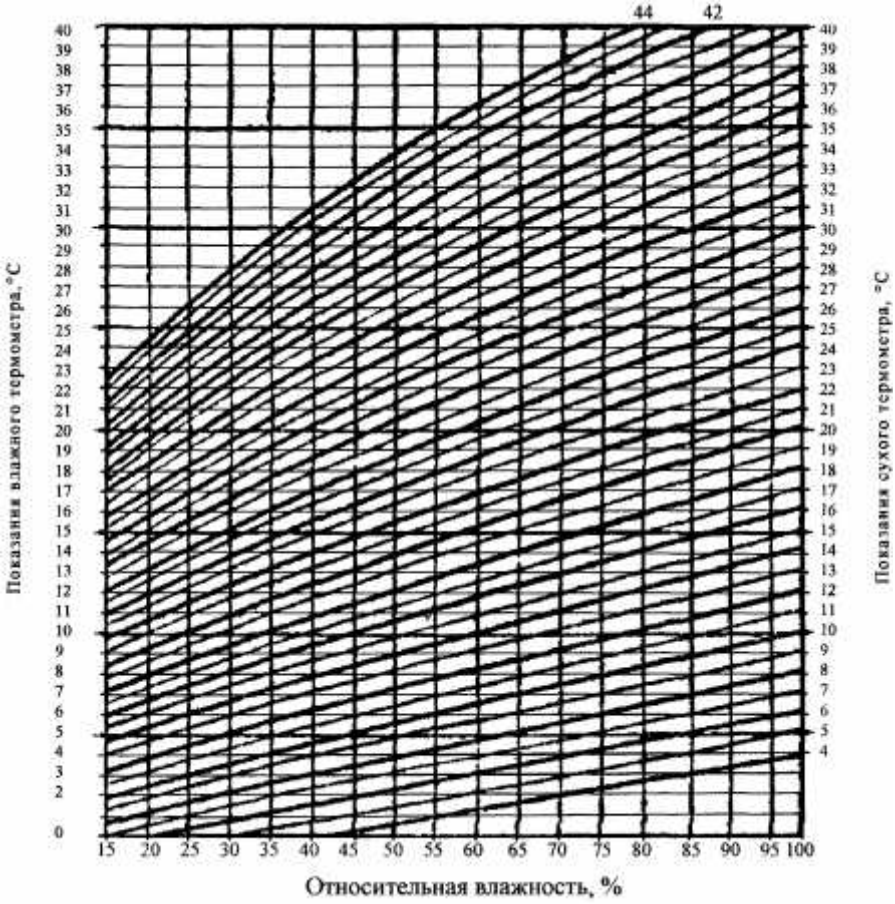

Рисунок В.1 – Номограмма для определения относительной влажности воздуха

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица Г.1. – Психрометрическая таблица для определения относительной влажности воздуха

Показ. влажн. терм., °С	Показания сухого термометра, °С																														
	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0	26,5	27,0	27,5	28,0	28,5	29,0
14,0	100	96	93	89	81	77	73	70	66	62	59	55	52	50	47	44	42	39	37	35	33	31	29	27	25	22	20	19	18	16	14
14,5		100	96	92	89	81	77	73	70	66	62	59	56	53	50	47	44	42	39	37	35	33	31	29	27	25	23	22	21	20	18	17
15,0			100	96	92	89	81	77	73	70	66	62	59	56	53	50	47	44	42	39	37	35	33	31	29	27	25	24	22	21	20	
15,5				100	92	89	85	81	77	73	70	66	63	59	56	53	50	48	45	42	40	38	36	34	32	30	28	26	25	23	22		
16,0					100	96	92	89	85	81	77	73	70	66	63	60	57	54	51	48	46	43	41	38	36	34	32	30	29	27	26	25	23
16,5						100	96	92	89	85	81	77	74	70	67	64	60	57	54	51	49	46	44	41	39	37	35	33	31	29	27	25	
17,0							100	96	92	89	85	81	78	74	71	67	64	61	58	54	52	49	47	44	42	40	38	36	34	32	30	29	27
17,5								100	96	92	89	85	81	78	74	71	68	64	61	58	55	52	50	47	45	43	41	39	37	35	33	32	30
18,0									100	96	92	89	85	81	78	75	71	68	65	61	59	56	53	50	48	46	44	42	40	38	36	35	33
18,5										100	96	92	89	85	82	78	75	72	68	65	62	59	56	54	51	49	46	44	42	40	38	36	35
19,0											100	96	92	89	85	82	79	75	72	69	66	63	60	57	54	52	49	47	44	43	40	38	37
19,5												100	96	92	89	86	82	79	76	73	69	66	63	60	57	55	52	50	47	45	43	41	39
20,0													100	96	92	89	86	83	80	76	73	70	68	65	62	60	57	55	52	50	48	46	44
20,5														100	96	93	89	86	83	80	76	73	70	67	65	62	60	57	55	53	50	48	46
21,0															100	96	93	89	86	84	80	77	74	71	68	66	63	61	58	56	53	51	49
21,5																100	96	93	89	86	84	80	77	74	71	68	66	63	61	58	56	54	52
22,0																	100	96	93	89	86	84	81	77	74	71	68	66	63	61	58	56	54
22,5																		100	96	93	89	86	84	81	77	74	71	69	66	63	61	59	56
23,0																			100	96	93	89	86	84	81	77	74	71	69	66	63	61	59
23,5																				100	96	93	89	86	84	81	77	75	71	69	66	63	
24,0																					100	96	93	89	86	84	81	78	75	72	69	66	
24,5																						100	96	93	89	86	84	81	78	75	73	70	
25,0																							100	96	93	89	86	84	81	78	75	73	
25,5																								100	96	93	89	86	84	81	78	75	
26,0																									100	96	93	89	86	84	81	78	76
26,5																										100	96	93	89	86	84	81	78
27,0																											100	96	93	89	86	84
27,5																												100	96	93	89	86
28,0																													100	96	93	89
28,5																														100	96	93
29,0																															100	96

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(справочное)

Таблица Д.1 – Максимально возможное ($М_{мах}$) содержание водяных паров в воздухе при температуре точки росы ($t_Р$) и барометрическом давлении 1006 гПа

$t_Р$,°С	$М_{мах}$, кг/м^3	$t_Р$,°С	$М_{мах}$, кг/м^3	$t_Р$,°С	$М_{мах}$, кг/м^3
12,0	$10{,}518\cdot10^{-3}$	18,5	$15{,}971\cdot10^{-3}$	24,5	$23{,}060\cdot10^{-3}$
13,0	$11{,}231\cdot10^{-3}$	19,0	$16{,}477\cdot10^{-3}$	25,0	$23{,}756\cdot10^{-3}$
13,5	$11{,}604\cdot10^{-3}$	19,5	$16{,}999\cdot10^{-3}$	25,5	$24{,}471\cdot10^{-3}$
14,0	$11{,}987\cdot10^{-3}$	20,0	$17{,}735\cdot10^{-3}$	26,0	$25{,}209\cdot10^{-3}$
14,5	$12{,}382\cdot10^{-3}$	20,5	$18{,}085\cdot10^{-3}$	26,5	$25{,}964\cdot10^{-3}$
15,0	$12{,}788\cdot10^{-3}$	21,0	$18{,}650\cdot10^{-3}$	27,0	$26{,}739\cdot10^{-3}$
15,5	$13{,}205\cdot10^{-3}$	21,5	$19{,}231\cdot10^{-3}$	27,5	$27{,}539\cdot10^{-3}$
16,0	$13{,}634\cdot10^{-3}$	22,0	$19{,}827\cdot10^{-3}$	28,0	$28{,}344\cdot10^{-3}$
16,5	$14{,}076\cdot10^{-3}$	22,5	$20{,}440\cdot10^{-3}$	28,5	$29{,}183\cdot10^{-3}$
17,0	$14{,}530\cdot10^{-3}$	23,0	$21{,}068\cdot10^{-3}$	29,0	$30{,}043\cdot10^{-3}$
17,5	$14{,}997\cdot10^{-3}$	23,5	$21{,}714\cdot10^{-3}$	29,5	$30{,}909\cdot10^{-3}$
18,0	$15{,}477\cdot10^{-3}$	24,0	$22{,}377\cdot10^{-3}$	30,0	$31{,}842\cdot10^{-3}$

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(справочное)

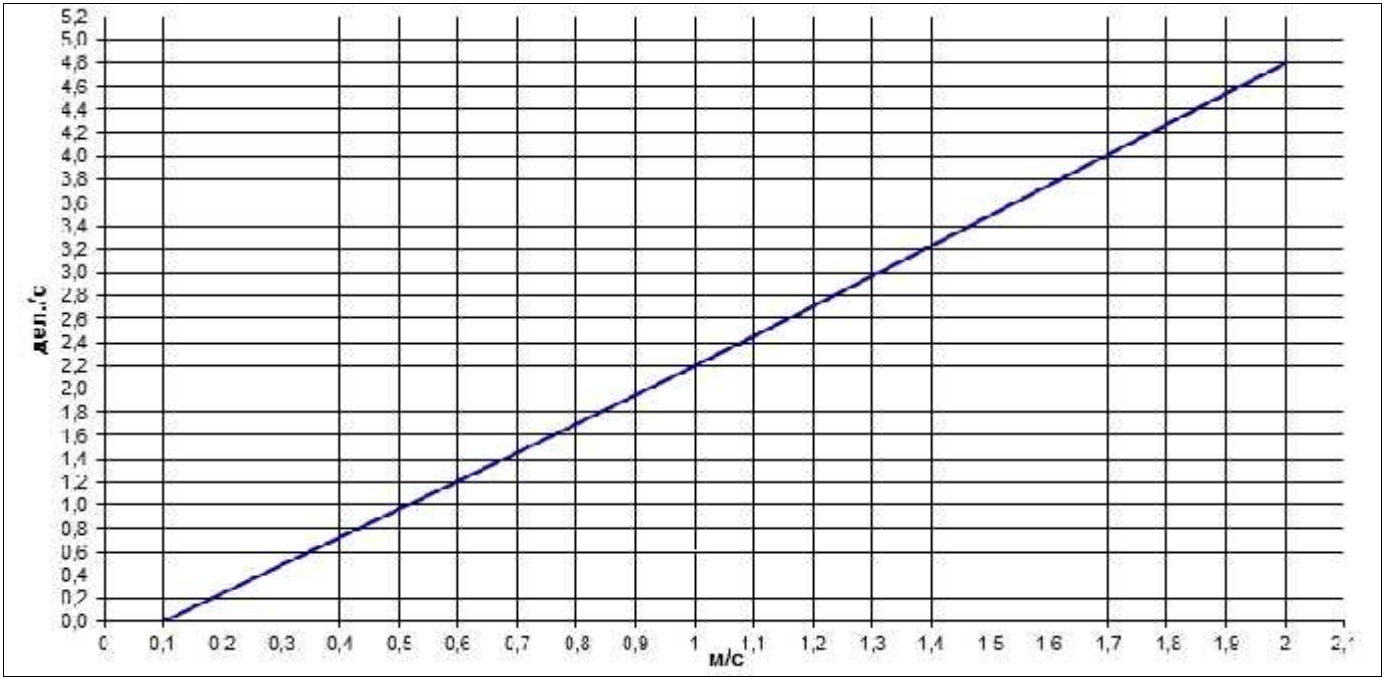

Рисунок Е.1 – Анемометрический график

И С С Л Е Д О В А Н И Е
ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Методические указания

Редактор – *О.В. Дмитриева*

Составители: **Одинцов** Александр Никитич,
Ничкова Лариса Александровна, **Хоменко** Тамара Юрьевна

Изд. № 24/18. Объем 1,5 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»