

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЁВА»**

**МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ  
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ  
И БЕЗОПАСНОСТЬ**

**Самара 2010**



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**  
**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЁВА»**

**МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ**  
**СРЕДЫ И БЕЗОПАСНОСТЬ**

*Методические указания к лабораторной работе*

**САМАРА**  
**2010**

УДК 658.283 (076.5): 669

Авторы: Г.Ф. Несоленов, С.С. Козий, Т. Б. Козий

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. И.П. Попов

**Метеорологические условия производственной среды и безопасность:** Метод. указания. /Г.Ф. Несоленов, С.С. Козий, Т.Б. Козий/ Самара: Изд-во Фак. № 7 Самарского гос. аэрокосм. ун-та, исп. и доп., 2010. — 44с.

Рассматриваются физические параметры метеорологических условий производственной среды, методы их измерения и расчета; влияние на тепловое самочувствие человека в процессе труда; процессы регулирования тепловыделений организмом человека; принципы нормирования показателей микроклимата в рабочей зоне производственных помещений, с целью обеспечения надежной защищенности человека в производственной среде.

Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения и специальностей, изучающих дисциплину «Безопасность жизнедеятельности».

Методические указания подготовлены на кафедре экологии и безопасности жизнедеятельности.

*Печатается по решению редакционно - издательского совета самарского государственного аэрокосмического университета*

**Цель работы:** изучение влияния параметров микроклимата на самочувствие и безопасность работающих, принципов нормирования и оценки класса условий труда на рабочем месте.

## 1 Производственная среда и условия труда

Эффективность деятельности человека зависит от условий, в которых она протекает. Обстановка, в которой осуществляется деятельность человека, определяется понятием среды обитания, в том числе техносферой.

**Техносфера** – «техническая оболочка» — искусственно преобразованное пространство планеты, находящееся под воздействием производственной деятельности человека [1].

Человек и окружающая его среда гармонично взаимодействуют и развиваются в условиях, когда параметры потоков энергии, вещества и информации находятся в пределах, благоприятно воспринимаемых человеком, и характеризующим качество природной среды.

Чувство комфорта человек может ощущать только в условиях **комфортности техносферы**, т.е. при оптимальном сочетании параметров микроклимата в зонах его деятельности и отдыха.

**Производственная среда** – пространство, в котором совершается трудовая деятельность человека.

К **производственным помещениям** относятся замкнутые пространства (**производственная среда**) в специально предназначенных зданиях и сооружениях, в которых постоянно (по сменам) или периодически осуществляется трудовая деятельность людей [2].

**Условия труда** — совокупность факторов трудового процесса и рабочей среды, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда.

**Рабочей зоной** называется пространство (высотой до 2м) над уровнем пола или площадки, на которой, находятся места постоянно или временного пребывания работающих.

**Рабочее место** — зона постоянной или временной (более 50% или более двух часов непрерывно) деятельности работающего. Рабочим местом могут быть несколько участков производственного помещения. Если эти участки расположены по всему помещению, то рабочим местом считается вся площадь помещения (в нашем случае — лаборатория).

**Опасная зона** — пространство, в котором постоянно или периодически действует опасный производственный фактор.

**Опасным производственным фактором** называется фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной острого заболевания или внезапного резкого ухудшения здоровья, смерти.

**Вредным производственным фактором** называется фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работника может вызвать профессиональную патологию (заболевание), временное или стойкое снижение трудоспособности, повысить частоту соматических и инфекционных заболеваний, привести к нарушению здоровья потомства.

К вредным производственным метеорологическим факторам относят: температуру воздуха и окружающих рабочее место предметов, влажность и подвижность воздуха, тепловое излучение, превышающие нормативные значения.

Рабочие места вне производственных помещений (на открытом воздухе) характеризуются нагревающим или охлаждающим микроклиматом. В зависимости от количественной характеристики и продолжительности действия отдельные вредные факторы рабочей среды могут стать опасными.

**Нагревающий микроклимат** представляет собой сочетание параметров микроклимата, при котором имеет место нарушение теплообмена человека с окружающей средой, выражающееся в накоплении тепла в организме, выше верхней границы оптимальной величины ( $> 0,87$  кДж /кг), что вызывает увеличение доли потери тепла испарением пота ( $> 30$  %) в общей структуре теплового баланса, появление общих или локальных дискомфортных теплоощущений.

**Охлаждающий микроклимат** характеризуется сочетанием параметров микроклимата, при котором имеет место нарушение теплообмена организма, приводящее к образованию общего или локального дефицита тепла в организме ( $< 0,87$ кДж/кг) в результате снижения температуры глубоких и поверхностных слоев тканей организма («ядра» и «оболочки» тела).

**Профессиональное заболевание** – это заболевание, вызванное воздействием **вредных условий труда**, характеризующихся наличием вредных факторов, уровни которых превышают гигиенические нормативы.

К физическим параметрам производственной среды можно отнести все метеорологические факторы.

**Безопасные условия труда** — условия труда, при которых воздействие вредных и опасных производственных факторов на работающих, не превышают уровней, принятых в качестве безопасных для населения.

## **2 Теплообмен человека с окружающей средой**

**2.1 Метеорологические условия** (микроклимат) на производстве — комплекс физических факторов производственной среды, оказывающих влияние на теплообмен человека с окружающей средой, его тепловое состояние и определяющих самочувствие, работоспособность, здоровье и производительность труда [3].

В авиа- и машиностроении показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, имеющими основное гигиеническое значение по метеорологическим параметрам, являются:

- 1) температура воздуха;**
- 2) температура окружающих человека поверхностей;**
- 3) относительная влажность воздуха;**
- 4) скорость движения воздушной среды;**
- 5) интенсивность теплового облучения.**

Производственная среда может дополнительно характеризоваться радиацией и электрическим состоянием воздушной среды, окружающей рабочее место, при высотных полётах и работе на больших глубинах учитывается и барометрическое давление.

В горячих цехах или при работе на холоде дополнительно учитывается так называемая тепловая нагрузка среды, в виде ТНС — индекса, характеризующаяся либо повышенным тепловым облучением, либо воздействием пониженных или отрицательных температур.

Отклонение величин метеорологических факторов от нормативных значений могут влиять как на характеристики технологического процесса, так и качество изделий и выполняемой работы (повышенная влажность воздуха при склеивании деталей ухудшает качество соединений и т.п.). Кроме того, повышенная температура опасна для электрических кабелей и проводов из-за изменения свойств их изоляции, а в сочетании с повышенной влажностью производственной среды может быть причиной короткого замыкания в электрических цепях и рассматриваться как опасный производственный фактор.

Барометрическое давление воздуха в производственных условиях не влияет существенно на организм человека, так как жизнедеятельность человека может происходить в довольно широком диапазоне давлений (от 550 до 950 мм.рт.ст.). Для безопасности человека важна не сама величина этого давления, а скорость его изменения. Резким колебаниям атмосферного давления подвержены люди, страдающие гипертоническими и сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Факторы, влияющие на микроклимат можно разделить на две группы: **нерегулируемые** (комплекс климатообразующих факторов рассматриваемой местности) и **регулируемые** (особенности и качество строительства зданий и сооружений, кратность воздухообмена, количество людей в помещениях и другие).

Для поддержания параметров воздушной среды рабочих зон решающее значение принадлежит факторам второй группы.

## **2.2 Влияние изменения параметров внешней среды на тепловое самочувствие человека**

Тепловое самочувствие человека, или тепловой баланс, в системе «человек-среда обитания» зависит от температуры среды, подвижности и относительной влажности воздуха, атмосферного давления, температуры окружающих предметов и интенсивности физической нагрузки организма.

Повышение температуры воздуха в производственном помещении способствует увеличению теплоотдачи в результате испарения, а также из-за интенсивности кровообращения, так как при повышенной температуре кровеносные сосуды человека расширяются, то потеря тепла за счет теплопроводности, конвекции и нагрева выдыхаемого воздуха уменьшается.

Понижение температуры воздуха и повышение подвижности воздуха способствуют усилению конвективного теплообмена и процесса теплоотдачи при испарении пота, что может привести к переохлаждению организма. При повышении температуры воздуха протекают обратные явления.

Исследованиями установлено, что при температуре воздуха более 30°C работоспособность человека начинает падать. Для человека определены максимальные температуры в зависимости от длительности их воздействия и используемых средств защиты. Предельная температура вдыхаемого воздуха, при которой человек в состоянии ды-



шать в течение нескольких минут без специальных средств защиты, около 116°C [3].

Переносимость человеком повышенной температуры, как и его теплоощущение, в значительной мере зависит от относительной влажности и скорости движения окружающего воздуха. Чем больше относительная влажность, тем меньше испаряется пота в единицу времени и тем быстрее наступает перегрев тела. Особенно неблагоприятное воздействие на тепловое самочувствие человека оказывает значение относительной влажности от 70 % до 75 % при  $t_{oc}=30$  °C так, как при этом почти вся выделяемая теплота отводится в окружающую среду при испарении пота. Повышенная влажность (> 85 %) в сочетании с высокой температурой воздуха (> 30°C) приводит к возникновению, так называемого, «проливного» течения пота, изнуряющего организм и не обеспечивающего его охлаждение, при котором пот не испаряется, а стекает каплями с поверхности кожного покрова

Недостаточная влажность воздуха также может оказаться неблагоприятной для человека вследствие интенсивного испарения влаги со слизистых оболочек, их пересыхания и растрескивания, которое опасно загрязнением болезнетворными микроорганизмами. Поэтому при длительном пребывании людей в закрытых помещениях рекомендуется ограничивать относительную влажность в пределах 30÷70 процентов.

Вместе с потом организм теряет значительное количество минеральных солей (до 1%). При неблагоприятных условиях потеря жидкости может достигать **8÷10л** за смену и в ней до **60г** поваренной соли (всего в организме около **140г NaCl**). Потеря соли лишает кровь способности удерживать воду и приводит к нарушению деятельности сердечно-сосудистой системы. При высокой температуре воздуха легко расходуются углеводы, жиры, разрушаются белки. Считается допустимым для человека снижение его массы на **2÷3%** путём испарения влаги – **обезвоживания организма**. Обезвоживание на **6%** влечет за собой нарушение умственной деятельности, снижение остроты зрения; испарения влаги на **15÷20%** приводит к смертельному исходу.

Для восстановления водного баланса людям, работающим в горячих цехах, устанавливают автоматы с подсоленной (около **0,5% NaCl**) газированной питьевой водой из расчета **4÷5л** на человека в смену. На многих заводах для этих целей применяют белково–

витаминный напиток. В жарких климатических условиях рекомендуется пить охлажденную питьевую воду или зеленый чай.

Длительное воздействие высокой температуры, особенно в сочетании с повышенной влажностью, может привести к перегреванию организма выше допустимого уровня – **гипертермии**. Состоянию, при котором температура тела поднимается до 38÷40°C. Гипертермия (тепловой удар) сопровождается головной болью, головокружением, общей слабостью, искажением цветового восприятия, тошнотой, обильным выделением пота, при этом пульс и дыхание учащены, наблюдается бледность, синюшность, зрачки расширены, временами возникают судороги, потеря сознания.

Производственные процессы, выполняемые при пониженной температуре, большой подвижности и влажности воздуха, могут быть причиной переохлаждения организма – **гипотермии**. При продолжительном действии холода дыхание становится неритмичным, изменяется углеводный обмен. Увеличение обменных процессов при понижении температуры на 1°C составляет около 10%, а при интенсивном охлаждении может возрасти в 3 раза по сравнению с уровнем основного обмена. Появление мышечной дрожи, при которой внешняя работа не совершается, а вся энергия превращается в теплоту, может в течение некоторого времени задерживать снижение температуры внутренних органов. Результатом действия низких температур являются холодовые травмы; растет число простудных заболеваний.

### 2.3 Терморегуляция организма человека

Для нормального протекания физиологических процессов в организме человека необходимо, чтобы выделяемая организмом теплота полностью отводилась в окружающую среду, так как функционирование организма требует протекания в нем химических и биохимических процессов в достаточно **строгих температурных пределах (36,5 – 37,0 °C)**.

Условия, нарушающие тепловой баланс, вызывают в организме ответные реакции, способствующие его восстановлению за счет адаптивных и компенсаторных возможностей организма.

Процессы регулирования тепловыделений для поддержания постоянной температуры тела человека в пределах 36 – 37 °C называются **терморегуляцией**.

**Терморегуляция — физиологический процесс, находящийся под контролем центральной нервной системы.**

Процессы регулирования тепловыделений осуществляются в основном тремя способами: биохимическим; за счет изменения интенсивности кровообращения и интенсивности потовыделения.

**Терморегуляция биохимическим путем** заключается в изменении интенсивности обмена веществ (окислительных процессов) при перегревании или охлаждении организма.

**Терморегуляция за счет изменения интенсивности кровообращения** заключается в способности организма регулировать подачу крови (теплоносителя) от внутренних органов к поверхности тела, в результате сужения или расширения кровеносных сосудов в зависимости от температуры окружающей среды. Кровоснабжение при высокой температуре может быть в 20 – 30 раз больше, чем при низкой. В пальцах кровоснабжение может изменяться в 600 раз.

**Терморегуляция изменением интенсивности выделения пота** осуществляется изменением процесса теплоотдачи и в результате испарения выделяемого пота.

Терморегуляция организма осуществляется одновременно всеми способами, что исключает переохлаждение и перегрев организма, так как обеспечивает равновесие между количеством тепла, непрерывно образующимся в организме (химическая терморегуляция) и избытком тепла непрерывно отдаваемым в окружающую среду (физическая терморегуляция), т. е. сохраняется тепловой баланс организма.

Терморегуляцию (**Q**) можно представить следующим образом:

$$Q = M \pm R \pm C - E \quad (1)$$

Поддержание постоянства температуры тела определяется теплопродукцией организма **M**, то есть процессами обмена веществ в клетках (переваривание пищи, сжигание запасов сахара и жира), производимой в результате физической активности (выполнения работы, энерготраты которой определяют категорию работы, непроизвольного дрожания мышц).

**Теплоотдачей или теплоприходом R** за счет инфракрасного излучения организмом в окружающее пространство или облучения инфракрасным потоком поверхности тела человека из этого пространства;

**теплоотдачей или теплоприходом С** путем конвекции, то есть через нагрев или охлаждение тела воздухом, омываемым поверхностью тела;

**теплоотдачей Е**, обусловленной испарением влаги с поверхности кожи, слизистых оболочек верхних дыхательных путей, легких.

Изменение параметров микроклимата вызывает изменение процентного содержания величин, определяющих тепловой баланс организма человека.

В нормальных условиях при слабом движении воздуха человек в состоянии покоя теряет всей вырабатываемой организмом тепловой энергии в результате тепловой радиации около 45%; конвекцией до 30% и испарением до 25%.

При этом: свыше 80% тепла отдается через кожу, около 13% через органы дыхания, около 7% тепла расходуется на согревание принимаемой пищи, воды и вдыхаемого воздуха.

При повышении температуры наружного воздуха и тех же значениях относительной влажности испаряемость кожного покрова увеличивается в результате потоотделения с поверхности тела человека. Потоотделение играет важную роль в сохранении комфортного состояния человека. Так, при нормальных атмосферных условиях организм выделяет от 0,4 до 0,6 литра пота в сутки, а за 1 час потовыделения затрачивается 0,6ккал. При работе в условиях повышенной температуры и влажности теплоотдача организма затруднена.

**Гигиеническое значение влажности воздуха определяется влиянием на тепловой обмен организма с окружающей средой.**

Влажность воздуха определяется содержанием в нем водяных паров и измеряется в абсолютных и относительных единицах. Она характеризуется абсолютной, максимальной и относительной влажностью, а также дефицитом насыщения.

**Абсолютная влажность** – упругость водяных паров, находящихся в рассматриваемый момент в воздухе, выраженное в миллиметрах ртутного столба или количество водяных паров в граммах, содержащихся в  $1\text{ м}^3$  воздуха в момент исследования.

**Максимальная влажность** – упругость водяных паров при полном насыщении воздуха влагой при определенной температуре или количество водяных паров в граммах, содержащихся в  $1\text{ м}^3$  воздуха при той же температуре.

**Относительная влажность** представляет собой отношение значения величины абсолютной к величине максимальной влажности, выраженное в процентах.

**Дефицит насыщения** (физиологический) – разность между значениями максимальной влажности воздуха при температуре 37°C (температура тела человека) и абсолютной в момент исследования. Он указывает, сколько граммов воды может извлечь из организма человека 1м<sup>3</sup> выдыхаемого им воздуха.

Дефицит насыщения является одним из важных экологических параметров, так как характеризует сразу 2 параметра – влажность и температуру. Чем выше дефицит насыщения, тем суше и теплее, и наоборот.

Важной характеристикой влажности воздуха является такое понятие, как точка росы. Она характеризует тип помещений по влажности: сухое, когда температура ниже точки росы; влажное – при образовании в помещении росы; мокрые – на стенах помещения наблюдается проливное течение влаги.

**Точка росы** характеризуется температурой, при которой воздух становится насыщенным водяными парами, переходящими в капельножидкое состояние – появление росы. Точку росы определяют по максимальной влажности. Зная точку росы, можно графически определить парциальное давление водяного пара и, следовательно, относительную влажность.

### **3 Гигиеническое нормирование параметров микроклимата**

Для исключения вредного влияния микроклиматических факторов на организм человека и создания нормальных условий труда в рабочей зоне производственных помещений параметры воздушной среды должны соответствовать нормам производственного микроклимата, которые установлены системой стандартов безопасности труда и санитарными правилами и нормами СанПиН 2.2.4.548-96 [4]. Они едины для всех производств, независимо от формы собственности.

Нормы отдельно регламентируют каждый компонент микроклимата в рабочей зоне производственного помещения: температуру воздуха, его относительную влажность, скорость движения воздуха в зависимости от способности организма человека к акклиматизации в разные периоды года, характера одежды, тяжести выполняемых работ по

уровню энергозатрат и интенсивности тепловыделений в рабочем помещении в виде оптимальных и допустимых величин.

Оценка характера одежды (теплоизоляции) и акклиматизации организма осуществляется в теплый и холодный периоды года.

**Теплый период года** характеризуется среднесуточной температурой наружного воздуха плюс 10°C и выше, холодный – ниже плюс 10°C.

При учете интенсивности труда все виды работ, исходя из общих энергозатрат организма, делятся на три категории: **легкие (Ia, Ib), средней тяжести (IIa, IIб) и тяжелые (III).**

Характеристику производственных помещений по категории выполняемых в них работ устанавливают по категории работ, выполняемых 50% и более работающих в соответствующем помещении.

**К категории Ia** относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 120ккал/ч (до 139Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным напряжением (ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, на часовом, швейном производствах, в сфере управления и т.п.).

**К категории Ib** относятся работы с интенсивностью энергозатрат 121-150ккал/ч (140-174Вт), 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.).

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

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

**К категории III** относятся работы с интенсивностью энергозатрат более 250 ккал/ч (более 290Вт), связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10кг) тя-

жестей 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.).

Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих от производственных источников на постоянных и непостоянных рабочих местах не должны превышать:

**35 Вт/м<sup>2</sup> – при облучении  $\geq 50\%$  поверхности тела;**

**70 Вт/м<sup>2</sup> – при облучении 25 - 50% поверхности тела;**

**100 Вт/м<sup>2</sup> – при облучении не более 25% поверхности тела.**

Интенсивность теплового облучения работающих от открытых источников (нагретого металла, стекла, открытого пламени и др.) **не должна превышать 140 Вт/м<sup>2</sup>**, при этом облучению не должно подвергаться более 25% поверхности тела и обязательно использование средств индивидуальной защиты.

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

**Ia – 25°C ; Ib – 24°C; IIa – 22°C; IIб – 21°C; III – 20°C**

Благоприятный микроклимат на производстве является важным условием высокопроизводительного труда и профилактики профессиональных заболеваний.

#### **4 Классификация условий труда по метеорологическим факторам производственной среды**

Исходя из гигиенических критериев Р 2.2.2006-05 [5], условия труда подразделяются на 4 класса: **1 – оптимальные; 2 – допустимые; 3 – вредные; 4 – опасные.**

**Оптимальные** микроклиматические условия (1 класс) установлены по критериям, оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8 — часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья и являются предпочтительными на рабочих местах.

Перепады температуры воздуха по высоте и горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены на рабочих местах при обеспечении оптимальных величин микроклимата не должны

превышать 2°С и выходить за пределы величин, указанных в таблице Б.1 для отдельных категорий работ.

**Допустимые** микроклиматические условия (2 класс) установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8 - часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности и сказаться на качестве труда.

Оптимальные показатели распространяются на всю рабочую зону, а допустимые устанавливаются отдельно для постоянных и непостоянных рабочих мест в тех случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные величины.

При обеспечении допустимых величин микроклимата на рабочих местах перепад температуры воздуха по высоте должен быть не более 3°С. Перепад температуры воздуха по горизонтали, а также ее изменения в течение смены не должны превышать при категориях работ:

**Ia; Ib - 4°С**

**IIa; IIb - 5 °С;**

**III - 6°С.**

При этом абсолютные значения температуры воздуха на рабочих местах не должны выходить за пределы величин, указанных в таблице 4 (см. приложение) для отдельных категорий работ.

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

**70%** - при температуре воздуха 25°С;

**65%** - при температуре воздуха 26°С;

**60%** - при температуре воздуха 27°С;

**55%** - при температуре воздуха 28°С.



При температуре воздуха от 26 до 28°С скорость движения воздуха для теплого периода года, должна соответствовать диапазону:

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

В производственных помещениях, в которых допустимые нормативные величины показателей микроклимата невозможно установить из-за технологических требований к производственному процессу или экономически обоснованной нецелесообразности, условия микроклимата рассматриваются как вредные или опасные.

Профилактика неблагоприятного воздействия микроклимата осуществляется на стадии проектирования — это разработка оптимальных объёмно-планировочных решений; рационализация производственных и технологических процессов: механизация и автоматизация трудоемких работ, применение дистанционного управления и наблюдения и др.

Обеспечение нормальных метеоусловий достигается в результате уменьшения тепловых потерь: теплоизоляции аппаратов и трубопроводов, экранирования оборудования и обеспечении его герметичности, рациональной организацией воздухообмена (системы местного кондиционирования воздуха, воздушное душирование, местная вытяжная вентиляция, аэрация и другие).

Для предупреждения перегрева организма в производственных условиях предусмотрены средства индивидуальной защиты; помещения для отдыха и обогрева; регламентация времени работы, в частности, перерывы в работе, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, уменьшение стажа работы и другие.

Отнесение условий труда к тому или иному классу вредности и опасности по показателям микроклимата осуществляется в соответствии с таблицами Б.1, Б.2, В.1, В.2 и В.3.

#### **4.1 Определения индекса тепловой нагрузки среды**

Для оценки сочетанного действия параметров микроклимата (температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового облучения) в целях осуществления мероприятий по защите рабо-

тающих от возможного перегрева используется интегральный показатель тепловой нагрузки среды (ТНС - индекс).

ТНС - индекс определяется на основе величин температуры влажного термометра аспирационного психрометра ( $t_{вл}$ ) и температуры внутри зачерненного шара ( $t_{ш}$ ).

Температура внутри зачерненного шара ( $t_{ш}$ ) измеряется термометром, резервуар которого помещен в центр зачерненного полого шара. Данная температура отражает влияние температуры поверхностей (оборудования, заготовок и готовых изделий, технологического инструмента и т.п.), и скорости движения воздуха в объеме этого же помещения.

Зачерненный шар должен иметь диаметр 90мм, минимально возможную толщину и коэффициент поглощения 0,95. Точность измерения внутри шара не менее плюс- минус 0,5°C.

ТНС - индекс рекомендуется использовать для интегральной оценки тепловой нагрузки производственной среды на рабочих местах, на которых скорость движения воздуха не превышает 0,6м/с, а интенсивность теплового облучения составляет не менее 1200Вт/м<sup>2</sup>.

Значения ТНС - индекса не должны выходить за пределы величин, рекомендуемых в таблице 1.

Таблица 1 – Рекомендуемые величины ТНС - индекса для профилактики перегрева организма

Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Величины ТНС - индекса, °С
Iа	22,2 - 26,4
Iб	21,5 - 25,8
IIа	20,5 - 25,1
IIб	19,5 - 23,9
III	18,0 - 21,8

## 4.2 Эффективная и эквивалентно-эффективная температура

Тепловое ощущение человека определяется комплексным действием температуры, влажности, скорости движения воздуха и температуры нагретых поверхностей, окружающих рабочее место и оценивается интегральной величиной, которая характеризует тепловое ощущение человека в зависимости от функции величин, определяющих состояние производственной среды. Для определения состояния человека в производственной среде предложен метод эффективных температур, который учитывает способность организма к терморегуляции и выражает его комфортность и дискомфортность.

**Под эффективной температурой** понимают температуру насыщенного неподвижного воздуха, обладающего такой же охлаждающей способностью, как и воздух с заданными значениями температуры и влажности.

**Эквивалентно-эффективная температура** – температура, учитывающая комплексное воздействие на организм человека, температуры, влажности и скорости движения воздуха.

Если при выбранной или заданной категории работ и значений эффективной температуры воздуха, тепловое ощущение человека находится на уровне комфортного, то при более высоком значении эффективной температуры оно характеризуется как ощущение перегрева, а при более низком параметре эффективной температуры возникает ощущение излишнего охлаждения. Чем больше отклонение эффективной температуры от комфортного значения, тем выше степень дискомфорта организма человека.

Значения эффективной и эквивалентно-эффективной температуры определяются по номограмме в соответствии с рисунком 1 в зависимости от величины показаний «**влажного**» и «**сухого**» термометров.

Для этого необходимо показания сухого и влажного термометров на номограмме соединить линейкой, и на пересечении значений температур определяют эффективно – эквивалентную температуру

Номограмма позволяет определить зону комфорта по комплексному ощущению метеорологических параметров производственной среды в холодный и теплый периоды года. Средняя линия комфорта дает возможность для значений температуры в холодный период (18,9°C) и теплый период года (21,7°C) найти требуемые значения скорости перемещения воздуха на рабочем месте.

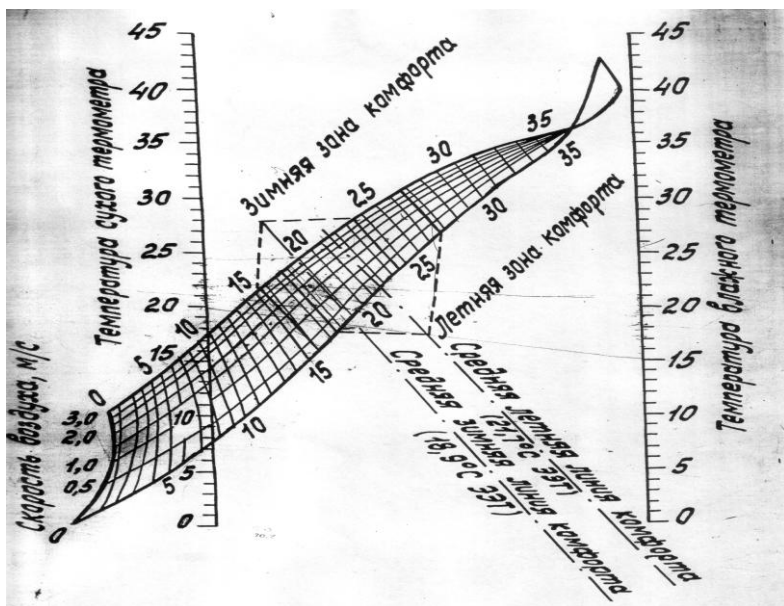


Рисунок 1— Номограмма определения зоны комфорта в холодный и теплый периоды года

#### 4.2.1 Определение комфортной температуры

При определенных условиях, помимо найденного значения эффективной температуры на рабочем месте, необходимо вычислить комфортную температуру непосредственно для человека в зависимости не только от категории работ, но и индивидуальных его характеристик (роста, массы) и вида одежды.

Комфортную температуру  $t_{комф}$  (°C) для человека можно рассчитать по уравнению:

$$t_{комф} = t_{к.н} - \left[ \frac{M - Q'_{исп}}{F_{од}} \right] \times \left[ R'_{од} + \frac{1}{\alpha_{к} + \alpha_{рад}} \right], \quad (2)$$

где  $t_{к.н}$  – температура кожного покрова человека в состоянии комфорта ( $t_{к.н} = 32^{\circ}\text{C}$ );

$M$  – энергозатраты человека в соответствии с выбранной категорией работы определяются по таблице Б.1, ккал/ч;

$Q'_{исп}$  – тепло, выделяемое организмом человека за счет испарения, в соответствии с категорией работ, ккал/ч.

Испарительную теплоотдачу можно рассчитать, введя коэффициент 2,4кДж/г (0,6 ккал/г). Влагопотери организма в комфортных условиях при относительном покое составляют примерно 50г/ч. В условиях нагревающего климата влагопотери увеличиваются в 5-10 раз. В комфортных условиях при выполнении лёгкой работы влагопотери достигают 100, при работе средней тяжести – до 150 и при тяжелой работе – до 180г/ч;

Поверхность одежды  $F_{од}$  ( $\text{м}^2$ ), примерно равная поверхности тела человека, определяется по зависимости:

$$F_{од} = 0,203 \times G^{0,425} \times L^{0,725}, \quad (3)$$

где  $G$  – масса человека, кг,

$L$  – рост человека, м;

$\alpha_{к}$  и  $\alpha_{рад}$  – коэффициенты средней теплопередачи тела человека, находящегося в помещении, соответственно конвекцией и радиацией (лучеиспусканием), ккал /  $^{\circ}\text{C}\times\text{м}^2$ .

Значения данных коэффициентов определяются, если скорость перемещения воздушного потока через рабочее место удовлетворяет условию  $0,1 < v < 2,6 \text{ м/с}$ , по следующему выражению:

$$\alpha_{к} \approx \alpha_{рад} = 10,5\sqrt{v}; \quad (4)$$

Сопротивление теплопередаче от поверхности кожи человека к наружной поверхности одежды  $R'_{од}$  ( $^{\circ}\text{C}\times\text{ч}\times\text{м}^2/\text{ккал}$ ), определяется по формуле:

$$R'_{od} = 0,18 \times R_{od} \quad (5)$$

Значения  $R_{od}$  берутся из таблицы 2 в зависимости от теплоизолирующих свойств соответствующей одежды.

Таблица 2 — Сопротивление одежды в зависимости от её теплоизолирующих свойств

Вид одежды	$R_{od}$ , ч×°С×м <sup>2</sup> /ккал
Без одежды	0
Шорты	0,1
Шорты, рубашка с короткими рукавами и открытым воротником	0,3-0,4
Летние брюки, рубашка с короткими рукавами и открытым воротом	0,5
Легкое нижнее белье, шерстяные носки, хлопчатобумажная рубашка с открытым воротом и рабочие брюки	0,6

## 5 Приборы для измерения параметров микроклимата

Для контроля параметров микроклимата на рабочих местах используются следующие приборы. Абсолютная и максимальная влажность определяется с помощью психрометров, которые имеют два термометра – «сухой» и «влажный». Сухой показывает температуру воздуха в помещении. Спиртовой (ртутный) резервуар влажного термометра обернут влажной тканью и поэтому его показания всегда ниже, так как на испарение влаги расходуется тепло. Чем ниже относительная влажность воздуха, тем больше скорость испарения влаги и тем меньше показания влажного термометра. Относительную влажность определяют по разности сухого и влажного термометров с помощью специальных таблиц. Психрометры бывают двух типов: стационарные и более совершенные переносные аспирационные (Ассмана) с защитой от лучистого тепла и воздушного потока.

Для определения скорости воздуха используются крыльчатые и чашечные анемометры. Чашечный анемометр применяется для измерения скорости воздушных потоков в интервале от 1,0 - 3,5 м/с.

В последние годы промышленность освоила выпуск новых приборов контроля параметров микроклимата. Это автоматические, цифровые одно- и многоканальные приборы, которые определяют как один, так и несколько параметров одновременно в широком диапазоне измерений. В этих приборах используются высокочувствительные датчики и предусмотрена цифровая индикация результатов измерений.

Универсальный метеометр МЭС -200А служит для измерения атмосферного давления (от 80 до 100кПа), относительной влажности воздуха (от 0 до 98%), температуры воздуха (от минус 40 до плюс 85<sup>0</sup>С) и скорости воздушного потока (0,1 до 20 м/с).

## **6 Указания к выполнению экспериментальной части работы**

### **6.1 Приборы для исследования физических свойств воздуха**

1. Метеометр МЭС - 2000А. 2. Барометр - Aneroid. 3. Баротермогигрометр; 4. Гигрометр психрометрический. 5. Анемометр чашечный. 6. Вентилятор.

### **6.2 Техника безопасности при проведении лабораторной работы**

1. Осмотреть визуально электрошнур и розетку на наличие оголенных частей и различных дефектов. В случае их обнаружения сообщить об этом преподавателю.

#### **2. Запрещается:**

- а) касаться вращающихся лопастей вентилятора и вращающихся чашек анемометра;**
- б) оставлять включенным вентилятор после завершения работы;**
- в) переносить и выносить приборы из лаборатории.**

### **6.3 Порядок выполнения работы**

1. В отчете подготовить форму протокола в соответствии с таблицей 6 и вписать значения температуры, барометрического давления и относительной влажности.

2. Определить скорость движения воздуха в рабочей зоне чашечным анемометром при включенном вентиляторе. Для этого необходимо:

- а) включить вентилятор, направив поток воздуха на анемометр;
- б) через минуту, когда чашки анемометра будут вращаться с постоянной скоростью, заметить любое деление (оно принимается за начальную точку отсчета), включить секундомер;
- в) подсчитать число делений, на которое переместилась стрелка анемометра за минуту, и разделить на 60, получив число делений за секунду;
- г) по графику на рисунке 2 определить скорость движения воздуха в рабочей зоне.

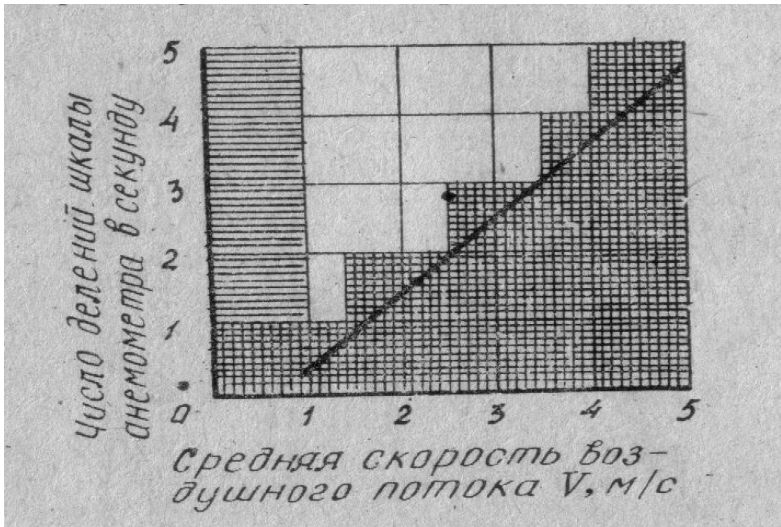


Рисунок 2 – График скорости движения воздуха в зависимости от скорости вращения чашек анемометра

3. Вычислить значение абсолютной влажности А (мм рт. ст.)

а) без учета обдува термометров психрометра воздухом от вентилятора по зависимости:

$$A = f - 128 \times 10^{-5} \times (t_{сх} - t_{вл})B, \quad (6)$$



где  $f$  — упругость водяных паров при температуре влажного термометра психрометра, мм рт. ст., определяется по таблице 5;

$128 \times 10^{-5}$  — значения психрометрического коэффициента при отсутствии обдува (скорость движения воздуха на рабочем месте равна нулю);

« $t_{\text{сух}}$ » и « $t_{\text{вл}}$ » — показания «сухого» и «влажного» термометров психрометра, соответственно;

$B$  — барометрическое давление, мм рт. ст.;

б) с учетом обдува термометров психрометра воздухом от вентилятора по зависимости:

$$A = f - \alpha \times (t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}) \times \frac{B}{755}, \quad (7)$$

где  $\alpha$  — психрометрический коэффициент, зависящий от скорости движения воздуха на рабочем месте, определяется в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 — Значение величины психрометрического коэффициента « $\alpha$ » в зависимости от скорости движения воздуха

Скорость движения воздуха, м/с	Величина $\alpha$	Скорость движения воздуха, м/с	Величина $\alpha$
0,13	$983 \times 10^{-8}$	0,8	$605 \times 10^{-8}$
0,16	$907 \times 10^{-8}$	2,3	$329 \times 10^{-8}$
0,20	$832 \times 10^{-8}$	3,0	$322 \times 10^{-8}$
0,30	$756 \times 10^{-8}$	4,0	$307 \times 10^{-8}$

4. Рассчитать значение относительной влажности  $R$  (%) по найденным значениям абсолютной ( $A$ ) и максимальной ( $F$ ) влажности:

$$R = \frac{100A}{F}, \quad (8)$$

где  $F$  — максимальная влажность при температуре «сухого» термометра (определяется по таблице 5), мм рт. ст.

5. Найти значение относительной влажности по таблице А.1

6. Определить ТНС – индекс ( $^{\circ}\text{C}$ ) по зависимости:

$$TNC = 0,7 \times t_{\text{вл}} + 0,3 \times t_{\text{су}}, \quad (9)$$

где  $t_{\text{су}}$  задается по заданию в соответствии с таблицей 7.

7. Найти точку росы по значению относительной влажности  $R$ .

8. Определить по номограмме в соответствии с рисунком 1 эффективную и эффективно-эквивалентную температуру. Результаты занести в протокол (таблица 6).

9. Вычислить расчетным методом характеристику теплового ощущения  $S$  людей, выполняющих определенную работу в производственном помещении, при различных условиях микроклимата (подвижном и неподвижном воздушном потоке):

$$S = k - 0,1 \times t_c - 0,0968 \times t_0 - 0,0372 \times P_{\text{п}} + 0,0367 \times (37,8 - t_c) \times \sqrt{V}, \quad (10)$$

где  $k$  — константа (для зимы  $k = 7,83$ ; для лета  $k = 8,45$ );

$t_c$  — температура воздуха по сухому термометру,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_0$  — температура окружающих поверхностей (температура воздуха по сухому термометру),  $^{\circ}\text{C}$ ;

$V$  — скорость движения воздуха, м/с;

Парциальное давление водяных паров в воздухе  $P_{\text{п}}$  (мм рт. ст.) для различных параметров микроклимата определяется по формуле:

$$P_{\text{п}} = P_{\text{в}} - \alpha \times (t_{\text{су}} - t_{\text{вл}}) \times B \times 133,322, \quad (11)$$

где  $t_{\text{сух}}$  и  $t_{\text{вл}}$  — значения температуры сухого и влажного термометров при неподвижном и подвижном воздушном потоке,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$P_{\text{в}}$  — максимальная упругость (парциальное давление) водяных паров при значении температуры влажного термометра при неподвижном и подвижном воздушном потоке, мм рт. ст.;

$\alpha$  - психрометрический коэффициент, зависящий от скорости движения воздуха на рабочем месте, определяется по таблице 3;

$B$  – барометрическое давление, мм рт. ст..

Полученный результат округляют до целого числа и по таблице 4 определяют тепловое ощущение.

**Таблица 4 – Оценка теплового ощущения**

Характеристика теплоизлучений, S	Тепловое ощущение	Характеристика теплоизлучений, S	Тепловое ощущение
1	Очень жарко	5	Прохладно
2	Жарко	6	Холодно
3	Тепло	7	Очень холодно
4	Нормально		

10. Полученные значения результаты расчетов и замеров внести в протокол.

11. Проанализировать метеорологические условия в рабочей зоне лаборатории для условий, определенных преподавателем (вариант по таблице 7), сравнивая найденные значения параметров воздушной среды с СанПиН 2.2.4.548-96 по таблице Б.1 и Б.2. Определить класс условий труда по таблицам В.1, В.2 и В.3.

12. Сделать выводы по работе, которые должны содержать основные результаты и мероприятия, способствующие устранению выявленных отклонений параметров метеорологических условий производственной среды от требований СанПиН 2.2.4.548-96 [4].

**Таблица 5 — Максимальное напряжение водяных паров при разных температурах, мм рт. ст.**

Гра- дусы	Десятые доли градусов									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-5	3,16	3,13	3,11	3,09	3,06	3,04	3,02	2,99	2,97	2,95
-4	3,40	3,38	3,35	3,33	3,30	3,28	3,25	3,23	3,21	3,18
-3	3,67	3,64	3,62	3,59	3,56	3,53	3,51	3,48	3,46	3,43
-2	3,95	3,92	3,89	3,86	3,84	3,81	3,78	3,75	3,72	3,70
-1	4,26	4,22	4,19	4,16	4,13	4,10	4,07	4,04	4,01	3,98
0	4,58	4,61	4,65	4,68	4,72	4,75	4,78	4,82	4,86	4,89
1	4,93	4,96	5,00	5,03	5,07	5,11	5,14	5,18	5,22	5,26
2	5,29	5,23	5,37	5,41	5,45	5,49	5,52	5,56	5,60	5,64
3	5,68	5,72	5,77	5,81	5,85	5,89	5,93	5,97	6,02	6,06
4	6,10	6,14	6,19	6,23	6,27	6,32	6,36	6,41	6,45	6,50
5	6,54	6,59	6,64	6,68	6,73	6,78	6,82	6,87	6,92	6,96
6	7,01	7,06	7,11	7,16	7,21	7,26	7,31	7,36	7,41	7,46
7	7,51	7,56	7,62	7,67	7,72	7,78	7,83	7,88	7,94	7,99
8	8,04	8,10	8,16	8,21	8,27	8,32	8,38	8,44	8,49	8,55
9	8,62	8,67	8,73	8,79	8,84	8,90	8,96	9,02	9,09	9,15
10	9,21	9,27	9,33	9,40	9,46	9,52	9,58	9,65	9,71	9,78
11	9,84	9,91	9,98	10,04	10,11	10,18	10,24	10,31	10,38	10,45
12	10,52	10,59	10,66	10,73	10,80	10,87	10,94	11,01	11,08	11,16
13	11,23	11,30	11,38	11,45	11,53	11,60	11,68	11,76	11,83	11,91
14	11,99	12,06	12,14	12,22	12,30	12,38	12,46	12,54	12,62	12,71
15	12,79	12,87	12,95	13,04	13,12	13,20	13,29	13,38	13,46	13,55
16	13,63	13,72	13,81	13,90	13,99	14,08	14,17	14,23	14,35	14,44
17	14,53	14,62	14,72	14,81	14,90	15,00	15,09	15,19	15,28	15,38
18	15,48	15,58	15,67	15,77	15,87	15,97	16,07	16,17	16,27	16,37
19	16,48	16,58	16,67	16,79	16,89	17,00	17,10	17,21	17,32	17,43
20	17,54	17,64	17,75	17,86	17,97	18,08	18,20	18,31	18,42	18,54
21	18,65	18,76	18,88	19,00	19,11	19,23	19,35	19,47	19,59	19,71
22	19,83	19,95	20,07	20,19	20,32	20,44	20,56	20,69	20,82	20,94
23	21,07	21,20	21,32	21,45	21,58	21,71	21,84	21,98	22,11	22,24
24	22,38	22,51	22,65	22,78	22,92	23,06	23,20	23,34	23,48	23,62
25	23,76	23,90	24,04	24,18	24,33	24,47	24,62	24,76	24,91	25,06
26	25,21	25,36	25,51	25,66	25,81	25,96	26,12	26,27	26,43	26,58
27	26,74	26,90	27,06	27,21	27,37	27,54	27,7	27,86	28,02	28,18
28	28,35	28,51	28,68	28,85	29,02	29,18	29,35	29,52	29,70	29,87
29	30,04	30,22	30,39	30,57	30,74	30,92	31,10	31,28	31,46	31,64
30	31,82	32,01	32,19	32,38	32,56	32,75	32,93	33,12	33,31	33,50
31	33,70	33,89	34,08	34,28	34,47	34,67	34,86	35,06	35,26	35,46
32	35,66	35,86	36,07	36,27	36,48	36,68	36,89	37,10	37,31	37,52
33	37,73	37,94	38,16	38,37	38,58	38,80	39,02	39,24	39,46	39,68
34	39,90	40,12	40,34	40,57	40,80	41,02	41,25	41,48	41,71	41,94

**Таблица 6 – Протокол к лабораторной работе**

Параметры	Единицы измерений	Данные за-мера или расчета	По нормам СанПиН 2.2.4.548-96	
			Оптим.	допуст.
Температура воздуха в помещении, по метеометру МЭС – 200А, t	°С			
Температура по термометрам: сухому t <sub>сух</sub>	°С			
влажному t <sub>вл</sub>				
Время замера	мин			
Показания счетчика анемометра	делений			
Скорость движения воздуха, V	м/с			
Психометрический коэффициент, α				
Упругость водяных паров при: t <sub>1</sub> , (F) и t <sub>2</sub> , (f)	мм рт. ст.			
Барометрическое давление, В	мм рт. ст.			
Абсолютная влажность, А%	мм рт. ст.			
Относительная влажность по: расчету; метеометру МЭС-200А; гигрометру психометрическому; номограмме.	%			
ТНС-индекс	°С			
T <sub>экв</sub>				
T <sub>эфф</sub>				
S				

**Таблица 7 – Варианты заданий для выполнения лабораторной работы**

№ варианта	Период года	Категория тяжести работ	Температура			Скорость движения воздуха, v, м/с
			t <sub>сух.,</sub> °С	t <sub>вл.,</sub> °С	t <sub>ш</sub> °С	
1	холодный	1а	25	20	28,0	0,10
2		1б	23	18	31,3	0,15
3		11а	21	17	30,3	0,20
4		11б	19	16	29,3	0,30
5		111	16	14	27,3	0,50
6	теплый	1а	24	20	40,0	0,60
7		1б	22	18	44,0	0,65
8		11а	20	16	46,0	0,70
9		11б	19	15	35,0	0,75
10		111	16	14	32,6	0,50
11	холодный	1а	24	20	31,6	0,90
12		1б	18	16	37,3	0,20
13		11а	17	15	40,0	0,50
14		11б	15	13	41,3	0,40
15		111	13	11	39,6	0,30
16	теплый	1а	28	22	51,3	1,20
17		1б	27	21	49,0	1,60
18		11а	26	20	36,0	1,10
19		11б	20	15	44,3	1,00
20		111	15	12	40,3	0,95
21	холодный	1а	21,9	18,8	30,0	0,40
22		1б	19,9	16,6	37,3	0,30
23		11а	18,9	15,6	42,3	0,10
24		11б	16,9	13,8	47,3	0,20
25		111	14	12	44,0	0,40
26	теплый	1а	21,9	16,4	49,7	0,50
27		1б	19,7	15,3	48,3	0,20
28		11а	17,9	14,3	48,0	0,40
29		11б	15,7	13,8	47,3	0,20
30		111	13,9	11	46,6	1,90

## Контрольные вопросы

1. Какими параметрами характеризуются метеорологические условия на рабочем месте, их гигиеническое значение?
2. Что такое относительная и абсолютная влажность воздуха?
3. Какими критериями характеризуется рабочее место помещения?
4. Что такое дефицит насыщения? Что он характеризует?
5. Какое воздействие оказывает изменение температуры окружающей среды на организм человека?
6. Что такое терморегуляция организма человека? Какие виды терморегуляции организма человека вы знаете?
7. Какие условия труда относятся к безопасным?
8. Каковы условия возникновения дискомфортного состояния человека при изменении параметров метеорологических условий на его организм?
9. Что называется рабочей зоной помещения?
10. От чего зависит выбор параметров метеорологических условий в производственных помещениях?
11. Какая температура называется эффективной и эквивалентно-эффективной? Что они характеризуют?
12. Какими приборами измеряется относительная влажность?
13. Назовите явные и неявные параметры метеорологических условий, входящих в уравнение (8).
14. Когда показания влажного термометра будут меньше: при большей или меньшей относительной влажности и почему?
15. Какие условия производственной среды вызывают развитие профессиональных заболеваний?
16. При каких условиях вредные производственные метеорологические факторы могут стать опасными?
17. Как классифицируются условия труда?
18. С какой целью введено понятие периода года?
19. Какими параметрами характеризуется интенсивность труда?
20. Какие производственные метеорологические факторы являются вредными?
21. Что такое производственная среда?
22. Как можно улучшить микроклимат помещения, если относительная влажность в нем мала или повышена температура воздуха?

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

### Книги

- 1 Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности [Текст]: учебник для вузов/ С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др. 7-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2007 - 616с.: ил.
- 2 Калыгин В.Г. Безопасность жизнедеятельности. Промышленная и экологическая безопасность, безопасность в чрезвычайных ситуациях [Текст]: курс лекций / В.Г. Калыгин, В.А. Бондарь, Р.Я. Дедеян. – М.: Химия. Колос С, 2006 - 520 с.: ил.
- 3 Занько Н.Г. Безопасность жизнедеятельности [Текст]: учебник для вузов / Н.Г. Занько, К.Р. Малаян, О.Н. Русак. 12 – изд. перераб. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2008. - 672с.: ил.

### Стандарты

- 4 СанПиН 2.2.4.548 – 96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [Текст] – Введен 1996 –01.10. –М.: Госкомсанэпиднадзор РФ, 1996.-12с.
- 5 Р 2.2.2006 – 05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [Текст] – Введ. 2005-01-11. – М.: Бюллетень нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора, выпуск 3 (21) 09. 2005. - 176с.



# **ПРИЛОЖЕНИЯ**

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Относительная влажность воздуха по показаниям стационарного психрометра при скорости движения воздуха до 0,2м/с

Показания «сухого» термометра, °С	Показания «влажного» термометра, °С											
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
10	5,3	5,9	6,6	7,3	8,0	8,6	9,3	10,0	10,6	11,2	11,8	12,5
15	5,7	6,4	7,1	7,8	8,5	9,1	9,9	10,6	11,2	11,9	12,6	13,1
20	6,0	6,8	7,5	8,2	9,0	9,7	10,4	11,1	11,8	12,6	13,2	13,8
25	6,4	7,2	8,0	8,7	9,4	10,2	10,9	11,7	12,4	13,1	13,8	14,4
30	6,8	7,6	8,4	9,2	9,9	10,7	11,4	12,2	12,9	13,6	14,4	15,1
35	7,2	8,0	8,8	9,6	10,3	11,2	11,9	12,7	13,4	14,2	15,0	15,7
40	7,6	8,4	9,2	10,0	10,8	11,6	12,4	13,2	14,0	14,8	15,6	16,4
45	8,0	8,8	9,7	10,5	11,3	12,1	12,9	13,8	14,5	15,3	16,1	17,0
50	8,4	9,2	10,1	10,9	11,8	12,6	13,4	14,3	15,1	15,9	16,7	17,6
55	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2	13,0	13,9	14,8	15,6	16,5	17,3	18,2
60	9,1	10,0	10,9	11,8	12,6	13,5	14,4	15,3	16,1	17,1	17,9	18,8
65	9,5	10,4	11,3	12,2	13,1	13,9	14,8	15,7	16,6	17,5	18,4	19,3
70	9,9	10,8	11,7	12,6	13,5	14,4	15,3	16,2	17,1	18,0	18,9	19,8
75	10,3	11,1	12,1	13,0	14,0	14,9	15,7	16,7	17,6	18,6	19,5	20,4
80	10,7	11,5	12,5	13,4	14,4	15,3	16,2	17,2	18,1	19,1	20,0	20,9
85	11,0	11,8	12,8	13,8	14,8	15,8	16,6	17,6	18,5	19,5	20,5	21,5
90	11,3	12,2	13,2	14,2	15,2	16,2	17,1	18,1	19,0	20,0	21,0	22,0
95	11,7	12,6	13,6	14,6	15,6	16,6	17,5	18,5	19,5	20,5	21,5	22,5
100	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0
Относительная влажность, %												

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, не более
Холодный	Iа (до 139)	22 - 24	21 - 25	60 - 40	0,1
	Iб (140-174)	21 - 23	20 - 24		0,1
	IIа (175 - 232)	19 - 21	18 - 22		0,2
	IIб (233 - 290)	17 - 19	16 - 20		0,2
	III (более 290)	16 - 18	15 - 19		0,3
Теплый	Iа (до 139)	23 - 25	22 - 26	60 - 40	0,1
	Iб (140 - 174)	22 - 24	21 - 25		0,1
	IIа (175 - 232)	20 - 22	19 - 23		0,2
	IIб (233 - 290)	19 - 21	18 - 22		0,2
	III (более 290)	18 - 20	17 - 21		0,3

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.2 — Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

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

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В.1 — Классы условий труда по показателям микроклимата для рабочих помещений

Показатель	Класс условий труда							
	оптимальный	допустимый	вредный*				опасный*	
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4	
Температура воздуха, °С	по СанПиН**		Температура воздуха для рабочих мест с охлаждающим микроклиматом представлена в табл. В.2					
Скорость движения воздуха, м/с			<0,6 применительно к нагревающему микроклимату					
Влажность воздуха, %			14-10	<10				
ТНС – индекс, °С			по СанПиН**	По табл. В.3				
Тепловое излучение: Интенсивность, Вт/м <sup>2</sup> ***		140	1500	2000	2500	2800	>2800	
Экспозиционная доза, Вт*ч****		500****	1500	2600	3800	4800	>4800	

\* - независимо от периода года;

\*\* - СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату рабочих помещений»;

\*\*\* - верхняя граница;

\*\*\*\* - расчетная величина по формуле:  $DЭО = I_{mo} \times S \times \tau$ , где  $I_{mo}$  - интенсивность теплового облучения, Вт/м<sup>2</sup>;  $S$  - облучаемая площадь поверхности тела, м<sup>2</sup>;  $\tau$  - продолжительность облучения за рабочую смену, ч.

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В.2 — Классы условий труда по показателю температуры воздуха при работе в помещении с охлаждающим микроклиматом

Категория работ	Общие энергозагрязнения, Вт/м <sup>2</sup> *	Класс условий труда						
		Оптимальный	Допустимый	Вредный**				Опасный
				1 степени	2 степени	3 степени	4 степени	
1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4		
Іа	68 (58÷77)	по СанПиН*		18	16	14	12	
Іб	88 (78÷97)	по СанПиН*		17	15	13	11	
Ів	113 (98÷129)	по СанПиН*		14	12	10	8	
Ів	145 (130÷160)	по СанПиН*		13	11	9	7	
ІІІ	177 (161÷193)	по СанПиН*		12	10	8	6	

\* В соответствии с приложением 1 к СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату рабочих помещений»;

\*\* Приведена нижняя граница температуры воздуха, °С

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В. 3 - Классы условий труда по показателю ТНС - индекса (°С) для рабочих помещений с нагревающим микроклиматом независимо от периода года и открытых территорий в теплый период года (верхняя граница)

Категория работ	Класс условий труда					
	Допустимый	Вредный				Опасный
		1 степени	2 степени	3 степени	4 степени	
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Иа	26,4	26,6	27,4	28,6	31,0	>31,0
Иб	25,8	26,1	26,9	27,9	30,3	>30,3
Па	25,8	25,5	26,2	27,3	29,9	>29,9
Пб	23,9	24,2	25,0	26,4	29,1	>29,1
Пв	21,8	22,2	23,4	25,7	27,9	>27,9

## Для замечаний

---



## Для замечаний

---

## Для замечаний

---

Учебное издание

**МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ  
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ  
И БЕЗОПАСНОСТЬ**

*Методические указания к лабораторной работе*

Составители: **Несоленов Геннадий Федорович,  
Козий Софья Сергеевна,  
Козий Татьяна Борисовна**

---

Самарский государственный  
аэрокосмический университет  
443086 Самара, Московское шоссе, 34

