

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

**МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ  
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ  
И БЕЗОПАСНОСТЬ**

**Самара 2015г.**



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

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

**МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ  
СРЕДЫ И БЕЗОПАСНОСТЬ**

**САМАРА  
2015**

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. №2 Самарский гос. аэрокосм. ун-та, исп. и доп., 2015г.- 44 с.

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 и специальной оценки условий труда.

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

Методические указания подготовлены на кафедре экологии и безопасности жизнедеятельности.

УДК 658.283(076.5): 669

© Самарский государственный  
аэрокосмический университет, 2015

**Цели работы:** изучение влияния параметров микроклимата на самочувствие и безопасность работающих, методов экспериментального определения параметров микроклимата в производственной среде (лаборатории), принципов нормирования и специальной оценки условий труда.

### **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 потоки энергии, вещества и информации находятся в пределах, благоприятно воспринимаемых человеком и природной средой.

Проектирование техносферы по условиям безопасности жизнедеятельности обеспечивается созданием комфорта в зонах жизнедеятельности; правильным расположением источников опасностей и зон пребывания человека, сокращением размеров опасных зон; применением экобиозащитной техники и средств индивидуальной защиты.

Чувство комфорта человек может ощущать только в условиях **комфортности техносферы**, т.е. при оптимальном сочетании параметров микроклимата, удобств, благоустроенности и уюта в зонах деятельности и отдыха 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 производственной среды и трудового процесса, 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 постоянного или временного пребывания работающих.

**Рабочее место** - зона постоянной или временной (более 50% или более 2 часов непрерывно) деятельности, работающего. Рабо-

чим местом могут быть несколько участков производственного помещения. Если эти участки расположены по всему помещению, то рабочим местом считается вся площадь помещения.

**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.

**Безопасные условия труда** - условия труда, при которых воздействие на работающих вредных и опасных производственных факторов не превышает уровни, принятые в качестве безопасных для населения.

**Нагревающим** является микроклимат, если температура воздуха в помещении выше границ оптимальных величин.

**Охлаждающим** называется микроклимат, если температура воздуха в помещении ниже границ оптимальных величин..

**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.

## 2 Влияние параметров метеорологических условий среды на организм человека

**2.1 Метеорологические условия** (микроклимат) на производстве - комплекс физических факторов производственной среды. Метеорологические условия определяются теплофизическими особенностями технологического процесса, климатом, периодом года, условиями отопления и наличием вентиляции [3].

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

### 1 температура:

- воздуха,

- окружающих человека поверхностей;

### 2 относительная влажность воздуха;

### 3 скорость движения воздушной среды;

### 4 интенсивность теплового облучения.

Производственная среда может дополнительно характеризоваться радиацией, электрическим состоянием воздушной среды, окружающей рабочее место.

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

При высотных полётах в дополнение к параметрам учитывается барометрическое давление, радиация и ионизация воздуха.

Отклонение величин перечисленных 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.

Факторы, влияющие на микроклимат можно разделить на 2 группы: **нерегулируемые** (комплекс климатообразующих факторов данной местности) и **регулируемые** (особенности и качество строи-

тельства зданий и сооружений, кратность воздухообмена, количество людей в помещениях и другие).

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

### **2.1.2 Влияние изменения температуры 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 за счет 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 и повышение скорости воздуха способствуют усилению конвективного теплообмена и процесса теплоотдачи при испарении пота, что может привести к переохлаждению организма. При повышении температуры воздуха возникают 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 дышать в течение нескольких минут без специальных средств защиты, около 116°C [3]

Переносимость человеком температуры, как и его теплоощущение, в значительной мере зависит от влажности и скорости 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 высокая влажность при  $t_{oc}=30^{\circ}C$  так, как при этом почти вся выделяемая теплота отдается в окружающую среду при испарении пота. При повышении влажности пот не испаряется, а стекает каплями с поверхности кожного покрова. Возника-



ет так называемое «проливное» течение пота, изнуряющее организм и не обеспечивающее необходимую теплоотдачу.

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

Вместе с потом организм теряет значительное количество минеральных солей (до 1%, в том числе **0,4÷0,6% NaCl**). При неблагоприятных условиях потеря жидкости может достигать **8÷10 л** 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÷39°С**. Гипертермия (тепловой удар) сопровождается головной болью, головокружением, общей слабостью, искажением цветового восприятия, сухостью во рту, тошнотой, рвотой, обильным выделением пота. Пульс и дыхание учащены, в крови увеличивается содержание азота и молочной кислоты. При этом 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°С 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.

### 2.1.3 Атмосферное давление

Атмосферное давление оказывает существенное влияние на процесс дыхания и самочувствие человека. Основным органом дыхания человека, посредством которого осуществляется газообмен с окружающей средой, является трахеобронхиальное дерево и большое число лёгочных пузырей (альвеол), стенки которых пронизаны густой сетью капиллярных сосудов. Общая поверхность альвеол взрослого человека составляет  $90 \div 150 \text{ м}^2$ . Через стенки альвеол кислород поступает в кровь для питания тканей организма.

Интенсивность диффузии кислорода в кровь определяется парциальным давлением (р) кислорода в альвеолярном воздухе.

Наиболее успешно диффузия кислорода в кровь происходит при парциальном давлении кислорода (р) в пределах  $95 \div 120 \text{ мм.рт.ст.}$ . Изменение парциального давления, вне данных пределов приводит к затруднению дыхания и увеличению нагрузки на сердечно-сосудистую систему. На высоте  $2 \div 3 \text{ км}$  (р =  $70 \text{ мм.рт.ст.}$ ) насыщение крови кислородом снижается до такой степени, что вызывает усиление деятельности сердца и легких. Длительное пребывание человека в этой зоне не сказывается на его здоровье, и она называется **зоной достаточной компенсации**. С высоты  $4 \text{ км}$  (р =  $60 \text{ мм.рт.ст.}$ ) диффузия кислорода из легких в кровь снижается до такой степени, что, несмотря на, большое содержание кислорода (~21%), может наступить кислородное голодание – *гипоксия*. Основные признаки гипоксии – головная боль, головокружение, замедлен-

ная реакция, нарушение нормальной работы органов слуха и зрения, нарушение обмена веществ.

Удовлетворительное самочувствие человека при дыхании воздухом сохраняется до высоты около 4 км, чистым кислородом (~100%) до высоты 12 км. При длительных полётах на летательных аппаратах на высоте более 4 км применяют кислородные маски, скафандры, или герметизацию кабин. При нарушении герметизации давление в кабине резко снижается. Часто этот процесс протекает быстро, что имеет характер своеобразного взрыва и называется *взрывной декомпрессией*. Эффект воздействия взрывной декомпрессии на организм зависит от начального значения и скорости понижения давления.

В общем случае, чем меньше скорость понижения давления, тем легче она переносится. Уменьшение давления на 385 мм. рт. ст. за 0,4 с человек переносит без каких-либо последствий. При этом новое давление, которое возникает в результате декомпрессии, может привести к высотному метеоризму и высотным эмфиземам. *Высотный метеоризм* – это расширение газов, имеющихся в свободных полостях тела (на высоте 12 км объём желудка и кишечного тракта увеличивается в 5 раз). *Высотные эмфиземы*, или высотные боли, - это переход газа из растворенного состояния в газообразное.

В период компрессии (повышения давления) и пребывания при повышенном давлении организм через кровь насыщается азотом. Полное насыщение организма азотом наступает через 4 часа пребывания в условиях повышенного давления.

При работе в условиях избыточного давления снижаются показатели вентиляции легких за счет некоторого урежения частоты дыхания и пульса. Длительное пребывание при избыточном давлении (порядка 700 кПа) приводит к токсическому действию некоторых газов, входящих в состав вдыхаемого воздуха. Оно проявляется в нарушении координаций движений, возбуждении или угнетении, галлюцинациях, ослаблении памяти, расстройстве зрения и слуха.

В процессе декомпрессии вследствие падения парциального давления в альвеолярном воздухе происходит десатурация (выделение) азота из тканей, которое осуществляется через кровь и затем легкие. Если декомпрессия производится форсированно, в крови и других жидких средах образуются пузырьки азота, которые вызывают газовую эмболию (закупорка сосудов газами) и как её проявление – *декомпрессионную болезнь*. Тяжесть декомпрессионной болезни

определяется массовостью закупорки сосудов и их локализацией. Развитию декомпрессионной болезни способствует переохлаждение или перегревание организма. Понижение температуры приводит к сужению сосудов, замедлению кровотока, что замедляет удаление азота из тканей и процесс десатурации. При высокой температуре наблюдается сгущение крови и замедление её движения.

#### 2.1.4 Влажность воздуха

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 значений абсолютной и максимальной влажности, выраженное в процентах.

**Дефицит насыщения** (физиологический) – разность между значениями влажности воздуха при температуре  $37^\circ\text{C}$  (температура тела человека) и абсолютной в момент исследования. Он указывает, сколько граммов воды может извлечь из организма человека  $1 \text{ м}^3$  выдыхаемого им воздуха.

Дефицит насыщения относится к одному из влажных 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.

**Точка росы** характеризуется температурой, при которой воздух становится насыщенным водяными параметрами, переходящими в капельножидкое состояние – появление росы. Точку росы опреде-

ляют по абсолютной влажности. Зная точку росы, можно графически определить парциальное давление водяного пара, а, следовательно, и относительную влажность.

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

## **2.2 Терморегуляция организма человека**

Жизнедеятельность человека сопровождается непрерывным выделением теплоты в окружающую среду. Её количество зависит от степени физического напряжения в определенных климатических условиях. 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 3 способами: биохимическим путем; путем изменения интенсивности кровообращения и интенсивности потовыделения.

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

**Терморегуляция путем изменения интенсивности кровообращения** заключается в способности организма регулировать подачу крови (теплоносителя) от внутренних органов к поверхности тела, путем 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 до 600 раз.

**Терморегуляция изменением интенсивности выделения** пота осуществляется за счет изменения 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 излишком тепла непрерывно отдаваемом 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, произвольного дрожания мышц);

**теплоотдачей или теплоприходом R** за счет инфракрасного излучения, которое излучает в окружающее пространство или получает поверхность тела из него;

**теплоотдачей или теплоприходом C** за счет конвекции, то есть через нагрев или охлаждение тела воздухом, омываемым поверхность тела;

**теплоотдачей E**, 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 за счет потоотделения с поверхности кожи человека.

Потоотделение играет важную роль в сохранении комфортного состояния человека, оно выражается в потере тепла организмом. Так, при нормальных атмосферных условиях организм выделяет от 0,4 до 0,6л пота в сутки, а за 1 час потовыделения затрачивается 0,6ккал.

При работе в условиях повышенной температуры и влажности теплоотдача организма затруднена.

### 3 Гигиеническое нормирование параметров микроклимата

Нормы производственного микроклимата установлены системой стандартов безопасности труда и санитарными правилами и нормами СанПиН 2.2.4.548-96 [4]. Они едины для всех производств и всех климатических зон.

В нормативных документах отдельно нормируется каждый компонент микроклимата в рабочей зоне производственного помещения: температура, относительная влажность, скорость воздуха в зависимости от способности организма человека к акклиматизации в разное время года, характера одежды, интенсивности производимой работы и характера тепловыделений в рабочем помещении.

Для оценки характера одежды (теплоизоляции) и акклиматизации организма в разное время года введено понятие *периода года*. Различают теплый и холодный периоды года.

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

При учете интенсивности труда все виды работ исходя из общих энергозатрат организма делятся на 3 категории: *легкие (Iа, Iб), средней тяжести (IIа, 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 легким работам относятся работы, выполняемые сидя и стоя, не требующие систематического физического напряжения (работа контролеров, в процессах точного приборостроения, офисные работы и др.). Легкие работы по энергозатратам подразделяют на 2 категории: **Iа** - с затратами энергии до 139Вт и **Iб**- с затратами энергии от 140 до 174Вт.

К работам средней тяжести относят работы с затратой энергии 175÷232Вт (категория IIа) и 233÷290Вт (категория IIб). В категорию IIа входят работы, связанные с постоянной ходьбой, выполняемые

стоя или сидя, но не требующие перемещения тяжестей, в категорию Пб – работы, связанные с ходьбой и переноской небольших (до 10кг) тяжестей (в механосборочных цехах, текстильном производстве, при обработке древесины и др.).

**К тяжелым работам** (категория П) с затратой энергии более 290 Вт относят работы, связанные с систематическим физическим напряжением, в частности с постоянным передвижением, с переноской значительных (более 10кг) тяжестей (в механосборочных цехах, текстильном производстве, при обработке древесины и др.).

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

**35Вт/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 140Вт/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 следующие величины при категории работ:

**Iа - 25°С ; Iб - 24°С; IIа - 22°С; IIб - 21°С; III - 20°С**

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

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 течении смены на рабочих местах



при обеспечении оптимальных величин микроклимата не должны превышать 2°C и выходить за пределы величин, указанных в таблице 3 (приложение) 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.

Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются в 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°C. Перепад температуры воздуха по горизонтали, а также ее изменения в течение смены не должны превышать при категориях работ: **Ia; Ib - 4°C** и **IIa; Ib - 5 °C**; **III - 6°C**.

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°C** и выше максимально допустимые величины относительной влажности воздуха не должны выходить за пределы при температуре воздуха, °C: **25 - 70%**; **26 - 65%**; **27 - 60%**; **28 - 55%**.

При температуре воздуха от 26 до 28°C 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 и опасные.**

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата применяются защитные мероприятия: системы местного кондиционирования воздуха, воздушное душирование; компенсация неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата изменением другого; спецодежда и другие средства индивидуальной защиты; помещения для отдыха и обогрева; регламентация времени работы, в частности, перерывы в работе, сокращение рабочего дня, увеличение продолжительности отпуска, уменьшение стажа работы и другие.

### 3.1 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 работающих от возможного перегревания 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  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .

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 перегревания организма**

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

### **3.2 Эффективная температура и интенсивность труда**

Так как тепловое ощущение человека определяется комплексным действием температуры, влажности, скорости движения воздуха и температуры нагретых поверхностей, окружающих рабочее место, то необходима интегральная величина, которая бы определяла тепловое ощущение человека и в то же время являлась функцией величин, характеризующих состояние производственной среды. Для определения такой величины предложен метод эффективных температур, который учитывает способность организма к терморегуляции.

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

Номограмма в соответствии с рисунком 1 позволяет определить зону комфорта по производственному комплексному ощущению метеорологических параметров среды в холодный и теплый периоды года. Средняя линия комфорта дает возможность для значений температуры в холодный период ( $18,9^{\circ}\text{C}$ ) и теплый период года ( $21,7^{\circ}\text{C}$ ) найти требуемые значения скорости перемещения воздуха на рабочем месте.

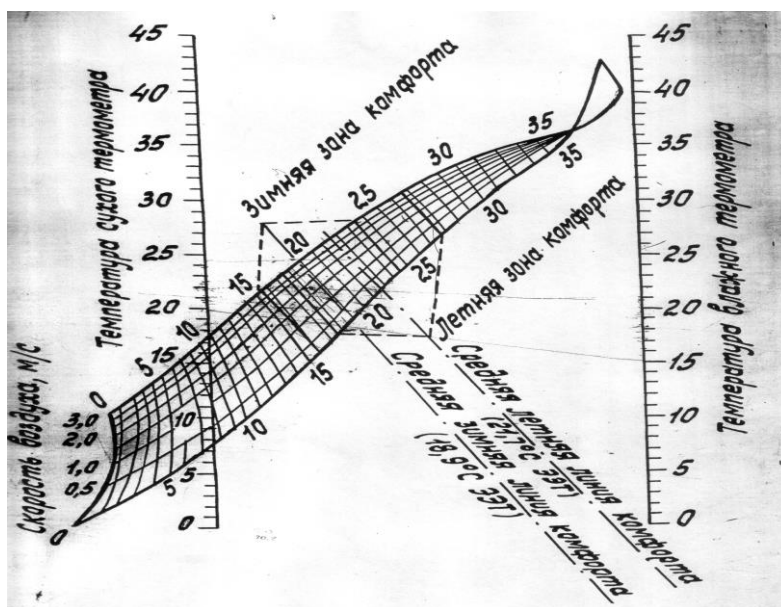


Рисунок 1—Номограмма определения зимней и летней зоны комфорта.

### 3.2.1 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 человека) и вида одежды.

Комфортную температуру для человека можно рассчитать по уравнению:

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

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

$M$  – энергозатраты человека в соответствии с выбранной категорией работы, ккал/ч;

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

Испарительную теплоотдачу можно рассчитать, введя коэффициент 2,4 кДж /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.

$F_{\text{од}}$  – поверхность одежды, примерно равная поверхности тела человека, определяется по зависимости:

$$F_{\text{од}} = 0,203 G^{0,425} \times L^{0,725} \text{ м}^2, \quad (3)$$

где,  $G$  – масса человека, кг,

$L$  – рост человека, м;

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

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

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

$R_{од}'$  - сопротивление теплопередаче от поверхности кожи человека к наружной поверхности одежды, равное:

$$R_{од}' = 0,18 \times R_{од}, \text{ } ^\circ\text{C} \times \text{ч} \times \text{м}^2 / \text{ккал} \quad (5)$$

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

**Таблица 2** - Сопротивление одежды в зависимости от её теплоизолирующих свойств

№ пп	Вид одежды	$R_{од},$ $\text{ч}^\circ\text{C} \times \text{м}^2 / \text{ккал}$
1	Без одежды	0
2	Шорты	0,1
3	Шорты, рубашка с короткими рукавами и открытым воротником	0,3÷0,4
4	Летние брюки, рубашка с короткими рукавами и открытым воротом	0,5
5	Легкое нижнее белье, шерстяные носки, хлопчатобумажная рубашка с открытым воротом и рабочие брюки	0,6

#### 4 Специальная оценка условий труда по метеорологическим факторам производственной среды

**Отнесение условий труда на рабочих местах к классам условий труда** осуществляется в зависимости от степени отклонения фактических значений потенциально вредных (опасных) факторов, полученных по результатам проведения их исследований и измерений и с учетом продолжительности воздействия идентифицированных потенциально вредных (опасных) факторов на работника в течение рабочего дня (рабочей смены).

Если продолжительность воздействия потенциально вредного (опасного) фактора на работника составляет:

— **от 50% до 10% (включительно) от полной продолжительности рабочего дня (рабочей смены)** — класс условий труда по оцениваемому потенциально вредному (опасному) фактору снижается на одну степень;

— **менее 10% от полной продолжительности рабочего дня (рабочей смены)** — класс условий труда по оцениваемому потенциально вредному (опасному) фактору снижается на две степени.

Под полной продолжительностью рабочего дня (рабочей смены) понимается продолжительность выполнения работником своей трудовой функции, установленной трудовым договором, ежедневно составляющая не менее чем 80% от продолжительности рабочего дня (смены), установленной для данного работника трудовым законодательством. В указанное время включается: подготовительно-заключительное время, оперативное время (основное и вспомогательное), время обслуживания рабочего места в пределах установленных нормативов времени и время установленных регламентированных перерывов, включаемых в рабочее время.

Отнесение условий труда к классу условий труда при воздействии параметров микроклимата осуществляется с учетом используемого на рабочих местах технологического оборудования, являющегося искусственным источником тепла и (или) холода, и на основе измерений температуры воздуха, влажности воздуха, скорости движения воздуха и (или) теплового излучения в производственных помещениях на всех местах пребывания работника в течение рабочего дня (смены) с учетом характеристики микроклимата (нагревающий, охлаждающий) путем сопоставления фактических значений параметров микроклимата с нормативными значениями параметров микроклимата (приложение В, таблицы В.1 и В.2).

Отнесение условий труда к классу условий труда при воздействии параметров микроклимата осуществляется в следующей последовательности:

- на первом этапе класс условий труда определяется по температуре воздуха;

- на втором этапе класс условий труда корректируется в зависимости от влажности воздуха, скорости движения воздуха и (или) теплового излучения (экспозиционной дозы теплового излучения).

При этом количество измерений параметров микроклимата на каждом рабочем месте устанавливается в зависимости от особенностей технологического процесса. В случае наличия у работника одного рабочего места достаточным является их однократное измерение.

При воздействии нагревающего микроклимата отнесение условий труда к классу условий труда при воздействии параметров микроклимата осуществляется отдельно по температуре воздуха, скорости его движения, влажности воздуха, тепловому излучению путем соответствия фактических уровней показателей параметров микроклимата с диапазоном нормативных величин.

Класс условий труда устанавливается по параметру микроклимата, имеющему наиболее высокую степень вредности.

При воздействии теплового излучения отнесение условий труда к классу условий труда при воздействии параметров микроклимата осуществляется по показателям интенсивности теплового облучения и (или) экспозиционной дозе теплового облучения.

При воздействии охлаждающего микроклимата отнесение условий труда к классу условий труда при воздействии параметров микроклимата осуществляется отдельно по температуре воздуха, скорости движения воздуха, влажности воздуха и тепловому облучению.

Класс условий труда устанавливается по параметру микроклимата, имеющему наиболее высокий класс условий труда.

Отнесение условий труда к классу условий труда при воздействии параметров микроклимата в ситуациях, когда чередуется воздействие как нагревающего, так и охлаждающего микроклимата (работа в помещении, в нагревающей и охла-



ждающей среде различной продолжительности и физической активности), осуществляется отдельно по нагревающему и охлаждающему микроклимату.

## **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. Крыльчатый анемометр состоит из металлического колеса с металлическими пластинами (крыльями), которое вращается под воздействием потока воздуха; колесо соединено со счетчиком оборотов. Он используется для измерения скорости воздуха от 0,4 до 10 м/с. В чашечном анемометре на колесо вместо крыльев установлены чашечки и применяется для измерения скорости воздушных потоков в интервале от 1- 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 100 кПа), относительной влажно-

сти воздуха (от 0 до 98%), температуры воздуха (от - 40 до +85<sup>0</sup>С) и скорости воздушного потока (0,1 до 20м/с).

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

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

1. Метеометр МЭС-2000А. 2. Барометр – Анероид; 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. **ВНИМАНИЕ!** *Запрещается: касаться вращающихся лопастей вентилятора и вращающихся частей анемометра; оставлять включенным вентилятор после завершения работы; переносить и выносить приборы из лаборатории.*

### **6.3 Алгоритм выполнения работы**

1. Внимательно ознакомиться с теоретическим материалом методических указаний и законспектировать основные положения.

2. В отчете подготовить форму протокола (табл.7).

3. Получить вариант задания у преподавателя и занести заданные значения параметров микроклимата в протокол (табл. 7).

4. Отчет по выполнению настоящей лабораторной работы должен быть аккуратно оформлен

5. Оценка параметров микроклимата осуществляется в следующей последовательности. На первом этапе проводят измерение температуры воздуха и определяют тип микроклимата, класс (подкласс) условий труда. На втором этапе класс условий труда корректируется в зависимости от влажности воздуха, скорости движения воздуха и (или) теплового излучения (экспозиционной дозы теплового излучения).

6. 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; с;

г) по графику на рисунке 2 определяется скорость движения воздуха рабочей зоне.

7. Вычислить значение абсолютной влажности:

7.1 Без учета обдува термометров психрометра воздухом от вентилятора по зависимости:

$$A = f - 128 \times 10^{-5} \times (t_1 - t_2) B, \quad (6)$$

где  $f$  - упругость водяных паров при температуре « $t_2$ » влажного термометра психрометра, мм.рт.ст., определяется по таблице 6;

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

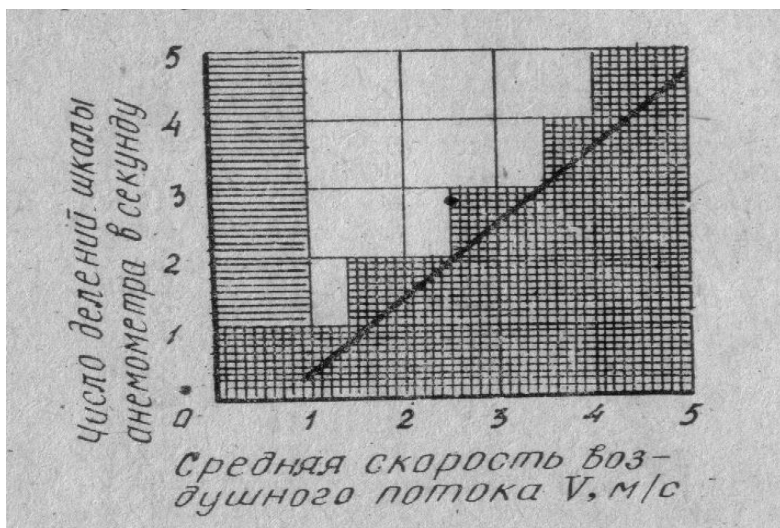
« $t_1$ » и « $t_2$ » - показания «сухого» и «влажного» термометров психрометра;

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

7.2 С учетом обдува термометров психрометра воздухом от вентилятора по зависимости:

$$A = f - \alpha (t_1 - t_2) \times \frac{B}{755}, \quad (7)$$

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



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

**Таблица 3** – Значение величины психометрического коэффициента «а» в зависимости от скорости движения воздуха

Скорость движения воздуха, м/с	Величина а	Скорость движения воздуха, м/с	Величина а
0,1	$105 \times 10^{-5}$	1,3	$75,5 \times 10^{-5}$
0,2	$95 \times 10^{-5}$	1,4	$75 \times 10^{-5}$
0,3	$88 \times 10^{-5}$	1,5	$74,5 \times 10^{-5}$
0,4	$85 \times 10^{-5}$	1,6	$74 \times 10^{-5}$
0,5	$83 \times 10^{-5}$	1,7	$73,5 \times 10^{-5}$
0,6	$82 \times 10^{-5}$	1,8	$73 \times 10^{-5}$
0,7	$81 \times 10^{-5}$	1,9	$72,5 \times 10^{-5}$
0,8	$80 \times 10^{-5}$	2,0	$72 \times 10^{-5}$
0,9	$79 \times 10^{-5}$	2,5	$70 \times 10^{-5}$
1,0	$78 \times 10^{-5}$	3,0	$68 \times 10^{-5}$
1,1	$77 \times 10^{-5}$	3,5	$66 \times 10^{-5}$
1,2	$76 \times 10^{-5}$	4,0	$64 \times 10^{-5}$

8. Рассчитать значение относительной влажности 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 6, мм.рт.ст

9. Найти значение относительной влажности по таблице А.

10. Определить ТНС – индекс по зависимости:

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

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

11. Определить дефицит насыщения по зависимости:

$$D = F \times t - A , \quad (10)$$

где  $t=37^\circ\text{C}$  – температура тела человека..

12. Определить по номограмме в соответствии с рисунком 1 эффективную и эффективно-эквивалентную температуру. Для этого необходимо показания сухого и влажного термометров на номограмме соединить пунктирной линией, затем найти на номограмме величину скорости движения воздуха, из точки пересечения выше указанных линий провести линию, параллельную линии комфорта. На пересечении значений температур определяют эффективную и эффективно – эквивалентную температуру. Найденные значения температур формируют диапазон метеорологических условий рабочего места, в котором и разрешается выполнение работ. Результаты расчетов занести в протокол.

13. Определить расчетным методом по формуле (11) характеристику теплового ощущения S в производственном помещении при различных условиях микроклимата (подвижном и неподвижном воздушном потоке):

$$S = k - 0,1t_{ном} - 0,0968t_{нов} - 0,0372P_{II} + 0,0367(37,8 - t_c) \times \sqrt{V}, \quad (11)$$

где  $S$  – характеристика тепловых ощущений;

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

$t_{ном}$  - температура воздуха в помещении,  $^{\circ}\text{C}$ ;

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

$t_{пов}$  - температура окружающих поверхностей,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$P_{II}$  - парциальное давление водяных паров в воздухе, мм рт. ст.;

$V$  - скорость движения воздуха, м/с.

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

$$P_{II} = P_M - \alpha \times (t_c - t_e) \times \frac{B}{133,322} \quad (\text{мм рт. ст.}), \quad (12)$$

где  $t_c$  и  $t_e$  – значения температуры воздуха по сухому и влажному термометрам, при неподвижном и подвижном воздушном потоке,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$P_M$  – парциальное давление(максимальная упругость) 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 в соответствии с таблицей 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		

**14.** Проанализировать метеорологические условия в рабочей зоне лаборатории для условий, определенных преподавателем (вариант по таблице 7), сопоставляя расчетные значения параметров воздушной среды с СанПиН 2.2.4.548-96 по таблицам В1 и В2.

**15.** Определить класс условий труда по таблицам В1 и В3.

Если температура воздуха или влажность воздуха или скорость движения воздуха в помещении не соответствует допустимым величинам, оценку параметров микроклимата проводят по ТНС – индексу (тепловая нагрузка среды). Класс условий труда устанавливается исходя из фактических уровней ТНС – индекса к диапазону величин, характеризующих условия труда, представленных в приложении В таблица В.3.

**16.** В случае если в течение рабочей смены работник находится в различных рабочих зонах, характеризующихся различным уровнем термического воздействия, класс условий труда определяется как средневзвешенная величина ( $УТ_{срв}$ ) с учетом продолжительности пребывания на каждом рабочем месте:

$$УТ_{срв} = \frac{УТ_1 \times t_1 + УТ_2 \times t_2 + \dots + УТ_n \times t_n}{T}, \quad (13)$$

где

$УТ_1, УТ_2, \dots, УТ_n$  – условия труда в первой, второй, n-ой рабочих зонах соответственно, выраженное в баллах относительно класса условий труда;

$t_1, t_2, \dots, t_n$  – время пребывания (в часах) в первой, второй, n-ой рабочих зонах соответственно;

$T$  – продолжительность рабочей смены (часы), но не более 8 часов.

Рассчитанную по формуле (13) величину  $УТ_{срв}$  (в баллах) переводят в класс условий труда согласно таблице 5. При этом величину  $УТ_{срв}$  округляют до целого значения.

**17.** 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.

**Таблица 5 – Балльная оценка условий труда по фактору микроклимата**

Класс условий труда	Количество баллов (величина УТ)
1	1
2	2
3.1	3
3.2	4
3.3	5
3.4	6
4	7



**Таблица 6 - Максимальное напряжение водяных паров при разных температурах, мм. рт. ст.**

Гра- ду- сы	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 7 – Протокол к лабораторной работе**

Параметры	Единицы измерений	Данные замера 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>с</sub>	°С			
влажному t <sub>в</sub>				
Время замера	мин			
Показания счетчика анемометра	делений			
Скорость движения воздуха, V	м/с			
Психометрический коэффициент, α				
Упругость водяных паров при: t <sub>с</sub> , (F) и t <sub>в</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			
S				
Класс условий труда				

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

№ варианта	Период года	Категория тяжести работ	$t_c, ^\circ\text{C}$	$t_B, ^\circ\text{C}$	$t_{ш}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{раб. сме- ны, час}}$	$t_{\text{пом}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{пов}}, ^\circ\text{C}$	Скорость движения воздуха, $v, \text{ м/с}$
1	Холод.	1а	25	20	28,0	8	22	21	0,1
2	Холод.	1б	23	18	31,3	8	21	20	0,15
3	Холод.	11а	21	17	30,3	8	19	18	0,15
4	Холод.	11б	19	16	29,3	7	17	16	0,2
5	Холод.	111	16	14	27,3	6	16	15	0,25
6	Тепл.	1а	24	20	40,0	8	23	22	0,15
7	Тепл.	1б	22	18	44,0	8	22	21	0,2
8	Тепл.	11а	20	16	46,0	8	20	18	0,2
9	Тепл.	11б	19	15	35,0	7	21	20	0,25
10	Тепл.	111	16	14	32,6	6	18	17	0,9
11	Холод.	1а	24	20	31,6	8	23	22	0,3
12	Холод.	1б	18	16	37,3	8	22	21	0,35
13	Холод.	11а	17	15	40,0	8	20	19	0,4
14	Холод.	11б	15	13	41,3	7	18	17	0,45
15	Холод.	111	13	11	39,6	6	17	16	0,6
16	Тепл.	1а	28	22	51,3	8	24	25	0,7
17	Тепл.	1б	27	21	49,0	8	23	22	0,8
18	Тепл.	11а	26	20	36,0	8	21	20	0,9
19	Тепл.	11б	20	15	44,3	7	23	25	1,0
20	Тепл.	111	15	12	40,3	6	24	26	1,5
21	Холод.	1а	21,9	18,8	30,0	8	23	22	0,4
22	Холод.	1б	19,9	16,6	37,3	8	21	20,5	0,3
23	Холод.	11а	18,9	15,6	42,3	8	24	23	0,6
24	Холод.	11б	16,9	13,8	47,3	7	20	21	0,5
25	Холод.	111	14	12	44,0	6	16	19	0,4
26	Тепл.	1а	21,9	16,4	49,7	8	28	29	1,5
27	Тепл.	1б	19,7	15,3	48,3	8	27	29	2,0
28	Тепл.	11а	17,9	14,3	48,0	8	26	28	2,5
29	Тепл.	11б	15,7	13,8	47,3	7	25	26	2,5
30	Тепл.	111	13,9	11	46,6	6	27	29	3,0

## 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 барометрического давления и температуры окружающей среды на организм работающего?
6. Что такое терморегуляция организма человека? Какие виды терморегуляции организма человека вы знаете?
7. Какие условия труда относятся к безопасным?
8. Каковы условия возникновения дискомфорта состояния человека при изменении параметров метеорологических условий?
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. На какие категории подразделяются все виды работ?
14. К каким параметрам (физическим, химическим и т.п.) относятся метеорологические факторы?
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 производственных помещений, если относительная влажность в нем мала или повышена температура воздуха?
23. В каком случае класс условий труда по оцениваемому потенциально вредному фактору снижается на 1 степень?

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

### Книги

- 1 Михайлов, Л. А. Безопасность жизнедеятельности [Текст]: [учеб. для вузов] / Л. А. Михайлов [и др.]; ред. Л. А. Михайлов. – Спб., М., Нижний Новгород: Питер, 2012. – 460 с.
- 2 Занько Н.Г. Безопасность жизнедеятельности [Текст]: [учеб. по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для всех направлений подгот. и специальностей]/ Н.Г. Занько, К.Р. Малаян, О.Н. Русак.; под ред. О. Н Русака. - Спб., М., Краснодар: «Лань», 2010. - 671 с.

### Стандарты

- 3 СанПиН 2.2.4.548 – 96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [Текст] – Введен 1996 – 01.10.- М.: Госкомсанэпиднадзор РФ, 1996.-12с.
- 4 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.
- 5 Приказ Минтруда России № 24н от 20.01.2015 г. «О внесении изменений в методику проведения специальной оценки труда и классификатор вредных и (или) опасных производственных факторов».

## 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	24	25
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	13,1	13,7
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	13,8	14,5
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	14,5	15,2
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	15,2	15,9
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	15,9	16,6
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	16,5	17,2
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	17,1	17,9
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	17,8	18,5
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	18,4	19,2
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	19,0	19,8
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	19,6	20,5
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	20,1	21,2
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	20,7	21,7
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	21,3	22,2
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	21,9	22,8
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	22,4	23,3
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	23,0	23,9
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	23,5	24,4
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	24,0	25,0

## 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	60 - 40	0,1
	IIа (175÷232)	19 - 21	18 - 22	60 - 40	0,2
	IIб (233÷290)	17 - 19	16 - 20	60 - 40	0,2
	III (более 290)	16 – 18	15 - 19	60 - 40	0,3
Теплый	Iа (до 139)	23 – 25	22 - 26	60 - 40	0,1
	Iб (140÷174)	22 - 24	21 - 25	60 - 40	0,1
	IIа (175÷232)	20 - 22	19 - 23	60 - 40	0,2
	IIб (233÷290)	19 - 21	18 - 22	60 - 40	0,2
	III (более 290)	18 – 20	17 - 21	60 - 40	0,3

## 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	Iа (до 139)	20,0 ÷ 21,9	24,1 ÷ 25,0	19,0 ÷ 26,0	15 ÷ 75	0,1	0,1
	Iб (140÷174)	19,0 ÷ 20,9	23,1 ÷ 24,0	18,0 ÷ 25,0	15 ÷ 75	0,1	0,2
	IIа (175÷232)	17,0 ÷ 18,9	21,1 ÷ 23,0	16,0 ÷ 24,0	15 ÷ 75	0,1	0,3
	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	Iа (до 139)	21,0 ÷ 22,9	25,1 ÷ 28,0	20,0 ÷ 29,0	15 ÷ 75	0,1	0,2
	Iб (140÷174)	20,0 ÷ 21,9	24,1 ÷ 28,0	19,0 ÷ 29,0	15 ÷ 75	0,1	0,3
	IIа (175÷232)	18,0 ÷ 19,9	22,1 ÷ 27,0	17,0 ÷ 28,0	15 ÷ 75	0,1	0,4
	IIб (233÷290)	16,0 ÷ 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



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б. 3 – 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 таблице В.2				
Скорость движения воздуха, м/с			≤0,6, применительно к нагревающему микроклимату				
			Применительно к охлаждающему микроклимату учтено с температурной поправкой на ветер (табл. В.2)				
Влажность воздуха, %			14-10	≤10			
ТНС – индекс, °С		по СанПиН	по таблице В.3				
Интенсивность теплового излучения, Вт/м <sup>2</sup>		140	1500	2000	2500	2800	≥2800
Экспозиционная зона, Вт*ч		500	1500	2600	3800	4800	≥4800

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В.1 – Отнесение условий труда к классам условий труда в зависимости от величины показателей микроклимата при работе в помещении с нагревающим микроклиматом

Показатель	Категория работ	Класс условий труда						
		оптимальный	допустимый	вредный				опасный
		1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Температура воздуха, °С	Iа	22,0÷24,0	24,1÷25,0	Определяется величиной ТНС-индекса				
	Iб	21,0÷23,0	23,1÷24,0					
	IIа	19,0÷21,0	21,1÷23,0					
	IIб	17,0÷19,0	19,1÷22,0					
	III	16,0÷18,0	18,1÷21,0					
Скорость движения воздуха, м/с	Iа	≤0,1	≤0,1	Учитывается при определении ТНС – индекса. При скорости движения воздуха большей или равной 0,6 м/с – по данному показателю условия труда признаются вредными условиями труда (3.1)				
	Iб	≤0,1	≤0,2					
	IIа	≤0,2	≤0,3					
	IIб	≤0,2	≤0,4					
	III	≤0,3	≤0,4					
Влажность воздуха, %	I - III	60÷40	15÷<40; >60÷75	Учитывается при определении ТНС – индекса. При влажности воздуха <15÷10% - по данному показателю условия труда признаются вредными (3.1); при влажности воздуха <10% - по данному показателю условия труда признаются вредными (3.2).				
Интенсивность теплового излучения I <sub>то</sub> , Вт/м <sup>2</sup>	I - III	-	≤140	141÷1500	1501÷2000	2001÷2500	2501÷2800	>2800
Экспозиционная доза теплового облучения, Вт*ч	I - III	-	500	1500	2600	3800	4800	>4800

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

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

Категория работ	Общие энергозагрузки, 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		
Iа	68 (58÷77)	по СанПиН*	18	16	14	12		
Iб	88 (78÷97)	по СанПиН*	17	15	13	11		
IIа	113 (98÷129)	по СанПиН*	14	12	10	8		
IIб	145 (130÷160)	по СанПиН*	13	11	9	7		
III	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.

Учебное издание

**МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ  
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ  
И БЕЗОПАСНОСТЬ**

*Методические указания*

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

Редактор

Доверстка

Подписано в печать . Формат 60×84 2/16  
Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Усл. печ. л.  
Тираж экз. Заказ . Арт. - 2015

Самарский государственный  
аэрокосмический университет  
443086 Самара, Московское шоссе, 34

---

Изд-во Самарского государственного  
аэрокосмического университета  
443086 Самара, Московское шоссе, 34