

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

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ  
И ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ**

САМАРА 2015



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЁВА»  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ТЕПЛООВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ  
И ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ**

*Рекомендовано редакционной комиссией по двигателям летательных аппаратов  
и энергомашиностроению в качестве методических указаний*

САМАРА  
2015

Составители: С.С. Козий, Т.Б. Козий, Морозов В.В.

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

Исследование интенсивности теплового излучения и эффективности теплозащитных экранов: метод. указания. / сост. С.С. Козий, Т.Б. Козий, Морозов В.В.. – Самара: Изд – во СГАУ, исп. и доп., 2015. – 32 с.

Рассматриваются физические параметры нагревающего микроклимата производственных помещений, физиологические основы нормирования параметров микроклимата; профилактика перегревания работающих, подвергающихся действию инфракрасного излучения, методы измерения и расчета инфракрасного излучения; условий труда работающих в нагревающей среде по интегральному показателю теплового состояния человека.

Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения по специальностям 150400, 150700 и 152200 изучающих дисциплину «Безопасность жизнедеятельности».

Методические указания подготовлены на кафедре экологии и безопасности жизнедеятельности.

**Цель работы:** исследование характеристик теплового излучения (облучения); интенсивности теплового облучения организма человека и эффективности теплозащитных свойств экранов; принципов нормирования и специальной оценки условий труда в условиях нагревающего микроклимата.

## 1 ВОПРОСЫ ТЕОРИИ

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. В определенных условиях и в зависимости от интенсивности они могут наносить вред здоровью и работоспособности человека [1].

Современная производственная деятельность проявляется в использовании человеком техники и существовании связанных с этим опасностей. Поведение людей и техники при работе во многом зависит от выбранной (разработанной) технологии и условий рабочей среды, которая может изменяться в результате воздействия на неё со стороны, как человека, так и техники, а степень такого изменения определяется принятой технологией и установленной организацией работ.

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

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

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

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

**Рабочая зона** - пространство высотой 2м над уровнем пола или площадки, на которой расположено рабочее место. Если эти участки расположены по всему помещению, то рабочим местом считается вся площадь помещения.

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

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

**Вредный производственный фактор** - фактор среды и трудового процесса, который может вызвать профессиональную патологию, временное или стойкое снижение трудоспособности, повысить частоту соматических и инфекционных заболеваний, привести к нарушению здоровья потомства.

В зависимости от количественной характеристики и продолжительности действия отдельные вредные производственные факторы могут стать опасными.

**Опасный производственный фактор** - фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной острого заболевания или внезапного резкого ухудшения здоровья, смерти.

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

Эффективность деятельности человека зависит от условий, в которых она протекает. Одним из необходимых условий жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях, оказывающих существенное влияние на тепловое самочувствие человека.

Для нормального протекания физиологических процессов в организме человека необходимо, чтобы выделяемая организмом теплота полностью отводилась в окружающую среду. Условия, нарушающие тепловой баланс, вызывают в организме ответные реакции, способствующие его восстановлению за счет адаптивных и компенсаторных возможностей организма.

Ведущую роль в формировании термической нагрузки, определяющей тепловое состояние человека, играет комплекс физических факторов: температура и влажность воздуха, скорость его движения, тепловое излучение и продолжительность их воздействия, одежда, физическая активность. Их конкретные значения определяют процесс терморегуляции организма. Терморегуляция обеспечивает равновесие между количеством тепла, непрерывно образующимся в организме в процессе обмена веществ, и излишками тепла, непрерывно отдаваемыми в окружающую среду.

Различают химическую и физическую терморегуляцию, которая имеет основное значение.

Процессы регулирования тепловыделений в окружающую среду осуществляются в основном тремя путями:

1) в виде инфракрасных лучей, излучаемых поверхностью тела в направлении окружающих предметов с более низкой температурой (радиация); таким путем теряется ~ 45% всей тепловой энергии, вырабатываемой организмом;

2) испарением пота, при этом теряется около 13% тепла через органы дыхания и около 5% тепла расходуется на нагревание принимаемой пищи, воды и вдыхаемого воздуха;

3) нагревом воздуха, омывающего поверхность тела (конвекция), при этом теряется около 30% тепла.

Теплоотдача радиацией и конвекцией происходит в том случае, если температура окружающего воздуха ниже температуры тела. В противном случае теплоотдача возможна только за счет испарения пота.

Если температура воздуха и окружающих конструкций выше 60°C, организм человека не способен сохранять тепловой баланс даже за счет потоотделения, вследствие чего начинается процесс накопления тепла в организме.

## 2 ОСОБЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ ЛУЧИСТОЙ ТЕПЛОТЫ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Микроклимат является **нагревающим**, если температура воздуха в помещении выше границ оптимальных величин, предусмотренных нормативными документами [2].

Нагревающий микроклимат в цехах предприятий многих отраслей промышленности характеризуется преобладанием лучистого тепла, которое является основным климатообразующим фактором. Выделение тепла приводит к повышению теплонапряженности производственных помещений и оказывает неблагоприятное влияние на формирование в нем микроклимата.

Под **тепловым излучением** понимается перенос теплоты в виде электромагнитных волн с двойным взаимным превращением тепловой энергии в лучистую и обратно.

Влияние теплового излучения от технологического оборудования на персонал называют **тепловым облучением**.

Действие теплового облучения на организм определяется многими факторами, а именно: интенсивностью и продолжительностью облучения, площадью облученной поверхности организма, спектром излучения, углом падения лучистой энергии, температурой и скоростью движения воздуха, категорией выполняемой работы, защитными свойствами спецодежды и т.п.

Источниками тепловыделений могут быть: нагретые поверхности стен печей, их открытые проемы, желоба, прокатываемый металл, нагретые обрабатываемые детали и заготовки, различные виды сварки и плазменной резки и др.

Нагретые тела отдают свое тепло менее нагретым телам тремя способами: теплопередачей (теплопроводностью), теплоизлучением и конвекцией.

**Конвекция** определяется в основном подвижностью воздушной среды и разностью температур поверхностей и охлаждающего их воздуха (около 30% тепла). Около 60 % тепловой энергии распространяется в окружающей среде путем излучения, нагревая только те тела, на которые падает и поглощается ими, при прохождении инфракрасного излучения через воздух последний не нагревается. Между двумя телами, имеющими разную температуру, устанавливается радиационный теплообмен, с отдачей тепла от более нагретой поверхности менее нагретой. Излучением отдают тепло все тела, имеющие температуру выше абсолютного нуля (- 273°C).

**Тепловое излучение** (инфракрасное излучение) - электромагнитное излучение определенной длины волны. Длина волны определяет физические и биологические свойства излучения. Инфракрасное (ИК) излучение невидимо и занимает в общем электромагнитном спектре участок с длиной волны от 0,48 до 1000мкм. В гигиенической практике имеет значение более узкая область спектра - до 60мкм.

При температуре до 500°C нагретой поверхностью излучаются инфракрасные лучи с длиной волны 0,76...740мкм, при более высокой температуре наряду с инфракрасными лучами более короткой длины волны, появляются видимые световые и ультрафиолетовые лучи.

Инфракрасное излучение подчиняется ряду важных в гигиеническом отношении закономерностей.

Величина отдачи тепла излучением в большей степени зависит от температуры поверхности тела  $T$ , которая пропорциональна четвертой степени абсолютной температуры:

$$\varepsilon = \sigma \times T^4, \quad (1)$$

где  $\varepsilon$  - теплоотдача, Вт/м<sup>2</sup>,

$\sigma$  - постоянная величина, равная  $1,38 \times 10^{12} \times 4,2$  Дж /см<sup>2</sup>×с,

$T$  - абсолютная температура ( $t + 273^\circ\text{C}$ ).

В соответствии с этим даже небольшое увеличение температуры поверхности тела приводит к значительному росту отдачи тепла излучением.

В практических условиях излучение является интегральным, поскольку нагретые тела излучают одновременно различные длины волн, однако максимум излучения всегда соответствует волнам определенной длины, причем по мере роста температуры источника излучения максимум энергии излучения перемещается в спектре в сторону более коротких волн в соответствии с таблицей 1.

**Таблица 1.** Температура и длина волн, на которые приходится максимум энергии

Т, °К	мкм	Т, °К	мкм	Т, °К	мкм
300	9,6	800	3,6	1500	1,92
400	7,2	900	3,2	2000	1,44
500	5,7	1000	2,8	3000	0,96
600	4,8	1100	2,6	4000	0,72
700	4,1	1200	2,4	5000	0,57

По закону Вина можно определить, в какой части спектра находится максимум энергии его излучения, по уравнению:

$$\lambda_{\max} = \frac{C}{T}, \text{ мкм} \quad (2)$$

где  $\lambda_{\max}$  - длина волны, соответствующая максимальному излучению, мкм;

$C = 2,9 \times 10^3$  - постоянная величина;

$T$  - температура излучающей поверхности, °К.

Источник с преобладанием лучей с длиной волны 1,1 мкм соответствует расплавленному металлу, а источник с преобладанием лучей с длиной волны 3,4 мкм – металлу к концу прокатки,ковки и т.д.

Физиологи и гигиенисты используют классификацию инфракрасных лучей предложенную МОК [2], согласно которой весь диапазон ИК – излучений по длине волны делится на три области:

**ИК–А** (коротковолновая) находится в диапазоне длин волн от 0,48 до 1,0 мкм, они обладают большой проникаемостью через кожу и оболочки мозга; 14% лучей этой длины проходят через кожу, и 1% проникает через кости черепа и твердую мозговую оболочку;



**ИК – В** (средневолновая) находится в диапазоне длин волн от 1,4 до 3,0 мкм;

**ИК - С** (длинноволновая) находится в диапазоне длин волн от 3,0 до 30 мкм.

По биологической классификации области ИК- В и ИК - С обозначаются как длинноволновые. Спектр инфракрасного излучения тела человека принимается в пределах от 2,5 до 20 – 25 мкм с максимальной длиной волны около 9,3 – 9,4 мкм. Длинноволновая инфракрасная радиация не оказывает неблагоприятного действия на организм человека, если ее величина не превышает величины, излучаемой самим человеком.

Инфракрасные лучи оказывают на организм человека в основном тепловое действие. Поглощение энергии этих лучей происходит главным образом в эпидермисе. Существуют различия восприятия радиационного и конвективного тепла, так как наблюдается более слабая реакция терморепцепторов кожи на радиационный нагрев или охлаждение, что связано с трансформацией теплового излучения в более глубоких слоях кожи, в которых плотность терморепцепторов ниже.

Два органа нашего тела являются приемником радиации – глаза и кожа. Действие на них радиации проявляется только при поглощении её данным органом. Коэффициент поглощения ИК - лучей и эффект их действия связаны с длиной волны, которая обуславливает глубину их проникновения, например, ИК излучение с длиной волны от 0,76 до 1,5 мкм может травмировать органы зрения, вызывая катаракту глаз (помутнение хрусталика).

Под влиянием теплового облучения в организме происходят биохимические сдвиги, образование в тканях биологически активных веществ (пирогенных), способствующих повышению температуры тела в органах за счет усиления обмена веществ; уменьшается кислородная насыщенность крови, понижается венозное давление, замедляется кровоток, и как следствие, нарушается деятельность сердечно - сосудистой и нервной систем.

Кроме непосредственного воздействия на человека, лучистая теплота нагревает окружающие конструкции. Эти вторичные источники отдают теплоту окружающей среде излучением и конвекцией, в результате чего температура воздуха внутри помещения повышается. При высоких температурах воздуха дыхание может учащаться и становится поверхностным, легочная вентиляция при этом уменьшается, что способствует снижению потребления кислорода.

Выполнение работы средней тяжести и тяжелой сопровождается повышением температуры тела на 0,3-0,5°C. Повышение температуры тела на 1°C сопровождается ухудшением самочувствия (вялость, сонливость, раздражительность, учащение дыхания и пульса).

При работе в условиях высокой температуры воздуха водно-солевой и витаминный обмен значительно изменяется, так как усиленное потоотделение ведет к потере жидкости, солей и водорастворимых витаминов, при этом масса тела рабочих к концу смены может уменьшаться на 3-4 кг и более. Считается допустимым для человека снижение его массы на 2...3 % путем испарения влаги (обезвоживание организма). Обезвоживание на 6 % влечет за собой нарушение умственной деятельности, снижение остроты зрения; испарение влаги на 15...20% приводит к смертельному исходу.

В 1 литре пота содержится от 2,5 до 5,6г хлорида натрия. При неблагоприятных условиях потеря жидкости может достигать 10...12 литров за смену, а с ним до 30...40г хлорида натрия, содержание которого в организме составляет всего около 140г. Потеря соли до 30г приводит к прекращению желудочной секреции, лишает кровь способности удерживать воду, а большего количества - к мышечным спазмам и судорогам и к нарушению деятельности сердечно-сосудистой системы. Это связано с нарушением водного обмена, сгущением и перераспределением крови (усиливается кровоснабжение кожи, подкожной жировой клетчатки), влиянием повышенной температуры на сердечную мышцу и тонус сосудов. При высокой температуре воздуха легко расходуются углеводы, жиры, разрушаются белки, изменяется состав крови (повышается содержание гемоглобина и эритроцитов); артериальное давление понижается, но при выполнении физической работы повышается и зависит от выраженности указанных двух факторов.

Негативное влияние на центральную нервную систему работ в условиях высоких температур проявляется в ослаблении внимания, замедлении реакций, ухудшении координации движений, что может быть причиной снижения производительности труда и роста травматизма.

Длительное воздействие высокой температуры в сочетании с повышенной влажностью может привести к перегреву организма - **гипертермии** - состоянию, при котором температура тела поднимается до 38...39 °С, наблюдается головная боль, головокружение, общая слабость, искажение цветового восприятия, сухость во рту, тошнота, рвота, обильное потовыделение. Пульс и дыхание учащены, в крови увеличивается содержание азота и молочной кислоты. При этом наблюдается бледность, синюшность, зрачки расширены, возникают судороги, потеря сознания.

### **3 ГИГИЕНИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ НОРМИРОВАНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ НАГРЕВАЮЩЕМ МИКРОКЛИМАТЕ**

Санитарные правила, нормы, и гигиенические нормативы - нормативные акты, устанавливающие критерии безопасности и безвредности для человека факторов среды обитания и требования к обеспечению благоприятных условий его жизнедеятельности [5].

Они устанавливают гигиенические требования к показателям каждого компонента микроклимата в рабочей зоне производственных помещений, в зависимости от способности организма человека к акклиматизации в разное время года, характера одежды, с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работ и характера тепловыделений в рабочем помещении.

Для оценки характера одежды (теплоизоляции) и акклиматизации организма в разное время года введено понятие периода года - теплый и холодный. Теплый период года характеризуется среднесуточной температурой наружного воздуха +10°С и выше, холодный - ниже + 10°С.

При учете интенсивности труда все виды работ, исходя из общих энергозатрат организма, делятся на три категории: легкие (Iа, Iб), средней тяжести (IIа, IIб) и тяжелые (III). Характеристику производственных помещений по ка-

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

**К категории Ia** относятся работы с интенсивностью энерготрат до 139 Вт (120 ккал/ч), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

**К категории Ib** относятся работы с интенсивностью энерготрат 140 - 174 Вт (121-150 ккал/ч), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением.

**К категории Pa** относятся работы с интенсивностью энерготрат 175 – 232 Вт (151- 200 ккал/ч), связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (массой до 1кг) изделий или предметов в положении сидя или стоя и требующие определенного физического напряжения.

**К категории Pb** относятся работы с интенсивностью энерготрат 233-290 Вт (201 - 250ккал/ч), связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением.

**К категории PIII** относятся работы с интенсивностью энерготрат более 290 Вт (более 250 ккал/ч), связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10кг) тяжестей и требующие больших физических усилий.

По интенсивности тепловыделений производственные помещения делят на группы в зависимости от удельных избытков явной теплоты. Явной называется теплота, воздействующая на изменение температуры воздуха помещения, а избытком явной теплоты - разность между суммарными поступлениями явной теплоты и суммарными теплопотерями в помещении. **Незначительные избытки явной теплоты** - это избытки теплоты **не превышающие или равные 23 Вт на 1м<sup>3</sup>** внутреннего объема помещения.

**Помещения со значительными избытками явной теплоты** характеризуются избытками теплоты **более 23 Вт/м<sup>3</sup>**.

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и другие) должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 2.

Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих от источников излучения, нагретых до белого или красного свечения (раскаленный или расплавленный металл, стекло, пламя и другие) не должны **превышать 140 Вт/м<sup>2</sup>**. При этом облучению не должно подвергаться более 25 % поверхности тела и обязательным является использование средств индивидуальной защиты, в том числе средств защиты лица и глаз.

При наличии теплового облучения работающих температура воздуха на рабочих местах не должна превышать в зависимости от категории работ следующие величины при категории работ:

**Таблица 2 - Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела работающих от производственных источников**

Облучаемая поверхность, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м <sup>2</sup> (не более)
50 и более	35
25 - 50	70
не более 25	100

**25 °С - I а;**  
**24 °С - I б;**  
**22 °С - II а;**  
**21 °С - II б;**  
**20° С - III.**

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

**Оптимальные** микроклиматические условия 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°С и выходить за пределы величин для отдельных категорий работ.

**Допустимые** микроклиматические условия 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°С**. Перепад температуры воздуха по горизонтали, а также ее изменения в течение смены не должны превышать при категориях работ:

Iа и Iб        - 4°С,  
 IIа и IIб      - 5°С,  
 III             - 6°С.

При этом абсолютные значения температуры воздуха на рабочих местах не должны выходить за пределы величин, указанных в таблице 3 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:

25 °С - 70%,  
26 °С - 65%,  
27 °С - 60%,  
28 °С - 55%.

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

0,1 - 0,2 м/с при категории работ Ia,  
0,1 - 0,3 м /с при категории работ Ib,  
0,2 - 0,4 м /с при категории работ IIa,  
0,2 - 0,5 м /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 следует рассматривать как вредные и опасные.

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

Для оценки сочетанного воздействия параметров микроклимата в целях осуществления мероприятий по защите работающих от возможного перегревания рекомендуется использовать интегральный показатель тепловой нагрузки среды (ТНС - индекса).

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

ТНС - индекс рассчитывается по уравнению:

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

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

Значения ТНС - индекса не должны выходить за пределы величин, рекомендуемых в таблице 3.

**Таблица 3 - Рекомендуемые величины ТНС - индекса  
для профилактики перегревания организма**

Категория работ по уровню энерготрат, Вт	Величины ТНС - индекса, °С
Ia до (139)	22,2 - 26,4
Iб (140 - 174)	21,5 - 25,8
IIa (175 - 232)	20,5 - 25,1
IIб (233 - 290)	19,5 - 23,9
III (более 290)	18,0 - 21,8

В соответствии с санитарными правилами и нормами тепловое излучение входит в показатели, характеризующие микроклимат производственных помещений. Нормируемыми параметрами воздействия теплового излучения являются: интенсивность теплового облучения и экспозиционная доза.

Общее количество теплоты, поглощенное телом, зависит от площади облучаемой поверхности температуры источника излучения и расстояния до него. Для характеристики теплового излучения принята величина, названная интенсивностью теплового облучения **Е - мощность лучистого потока, приходящегося на единицу облучаемой поверхности.**

Интенсивность теплового облучения на рабочем месте можно рассчитать по зависимости:

$$E = \frac{0,91 \times F \left[ \left( \frac{T}{100} \right)^4 - A \right]}{l^2} \quad \text{Вт/м}^2, \quad (4)$$

- где
- F - площадь излучающей поверхности, м<sup>2</sup>;
  - T - абсолютная температура излучающей поверхности, °К;
  - T = (t°С + 273), К,
  - t°С - температура излучающей поверхности, °С;
  - A - величина, которая учитывает качество спецодежды (для шерстяной ткани A = 110, для хлопчатобумажной ткани и открытых частей тела A = 85);
  - l - расстояние от рабочего места до излучающей поверхности, м;
  - 1 кал/м<sup>2</sup>×мин = 695Вт/м<sup>2</sup>;
  - 1 ккал = 4,186 кДж.

Облучение организма малыми дозами лучистой теплоты полезно, но значительная интенсивность теплового излучения и высокая температура воздуха, могут оказать неблагоприятное воздействие на человека. Тепловое облучение интенсивностью до 350 Вт/м<sup>2</sup> не вызывает неприятного ощущения, при 1050 Вт/ м<sup>2</sup> уже через 3...5 мин на поверхности кожи появляется неприятное жжение (температура кожи повышается на 8...10°С), а при 3500 Вт/м<sup>2</sup> через несколько секунд возможны ожоги. Время пребывания в зоне теплового облучения лимитируется в первую очередь температурой кожи, болевое ощущение

появляется при температуре кожи 40...45°C (в зависимости от облучаемого участка).

**Экспозиционная доза** – количественная характеристика интенсивности и продолжительности действия фактора рабочей среды

**Экспозиционная доза (ДОЭ), Вт\*ч**

$$ДОЭ = E * S * t, \quad (5)$$

где S – облучаемая площадь поверхности тела, м<sup>2</sup>,

t – продолжительность облучения за смену, ч.

При определении облучаемой поверхности тела необходимо производить ее расчет с учетом доли(%) каждого участка тела: голова и шея – 9, грудь и живот – 16, спина – 18, руки – 18, ноги – 39.

В целях защиты работающих от возможного перегревания при температурах воздуха на рабочих местах выше допустимых величин время пребывания на рабочих местах (непрерывно или суммарно за рабочую смену) ограничивается величинами, указанными в таблице 4.

Во избежание чрезмерного (опасного) общего перегревания и локального повреждения (ожог) должна быть регламентирована продолжительность периодов непрерывного инфракрасного облучения человека и пауз между ними (таблица 5).

**Таблица 4** - Время пребывания на рабочих местах при температуре воздуха выше допустимых величин

Температура воздуха на рабочем месте, °С	Время пребывания на рабочих местах при температуре воздуха выше допустимых величин, ч		
	Iа - Iб	Iа - IIб	III
32,5	1	-	-
32,0	2	-	-
31,5	2,5	1	-
31,0	3	2	-
30,5	4	2,5	1
30,0	5	3	2
29,5	5,5	4	2,5
29,0	6	5	3
28,5	7	5,5	4
28,0	8	6	5
27,5	-	7	5,5
27,0	-	8	6
26,5	-	-	7
26,0	-	-	8

Оптимальные параметры микроклимата в производственных помещениях обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а допустимые параметры - обычными системами вентиляции и отопления.

**Таблица 5** – Время пребывания на рабочих местах при интенсивности инфракрасного облучения выше допустимых величин

Интенсивность инфракрасного облучения, Вт/м <sup>2</sup>	Продолжительность периодов непрерывного облучения, мин	Продолжительность паузы, мин	Соотношение продолжительности облучения и пауз
350	20	8	2,5
700	15	10	1,5
1050	12	12	1,0
1400	9	13	0,7
1750	7	14	0,5
2100	5	15	0,33
2450	3,5	12	0,3

#### **4 СПЕЦИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА ПО ФИЗИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ НАГРЕВАЮЩЕГО МИКРОКЛИМАТА**

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 теп-



ла 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 (таблица 6).

**Таблица 6** – 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>Т0</sub> , Вт/м <sup>2</sup>	I - III	-	≤140	141÷1500	1501÷2000	2001÷2500	2501÷2800	>2800
				1500	2600	3800	4800	>4800
Экспозиционная доза теплового облучения, Вт*ч	I - III	-	500	1500	2600	3800	4800	>4800
				1500	2600	3800	4800	>4800

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.

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.

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

Степень вредности 3 класса условий труда по классификации устанавливаются в баллах. Число баллов по каждому фактору проставляют в карте условий труда с учетом продолжительности его действия в течение смены.

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:

$$УТ_{срв} = \frac{УТ_1 \times t_1 + УТ_2 \times t_2 + \dots + УТ_n \times t_n}{T}, \quad (6)$$

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 (5) величину  $УТ_{срв}$  (в баллах) переводят в класс условий труда согласно таблице 7. При этом величину  $УТ_{срв}$  округляют до целого значения.

Для определения конкретных размеров доплат условия труда оцениваются по сумме значений фактических степеней вредности, тяжести и напряженности труда.

**Таблица 7** – 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

## 5 ПРОФИЛАКТИКА НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ МИКРОКЛИМАТА, В УСЛОВИЯХ ТЕПЛООВОГО ОБЛУЧЕНИЯ

Методы снижения неблагоприятного влияния производственного микроклимата регламентируются “Санитарными правилами по организации технологических процессов и гигиеническими требованиями к производственному оборудованию” и осуществляются комплексом технологических, санитарно-технических, организационных и медико-профилактических мероприятий. Ведущая роль в профилактике вредного влияния высоких температур, инфракрасного излучения принадлежит технологическим мероприятиям: замена старых и внедрение новых технологических процессов и оборудования. Внедрение автоматизации и механизации дает возможность удаления рабочих мест от источников радиационной и конвективной теплоты.

К группе санитарно-технических мероприятий относится применение коллективных средств защиты: локализация тепловыделений, теплоизоляция горячих поверхностей, экранирование источников или рабочих мест; воздушное душирование, радиационное охлаждение, мелкодисперсное распыление воды; общеобменная вентиляция или кондиционирование воздуха, а так же мероприятия обеспечивающие герметичность оборудования - плотно подогнанные дверцы, заслонки, блокировка закрытия технологических отверстий с работой оборудования. Теплозащитные средства должны обеспечивать облученность на рабочих местах не более  $350 \text{ Вт/м}^2$  и температуру поверхности оборудования не выше  $308 \text{ К}(35^\circ\text{C})$  при температуре внутри источника до  $373 \text{ К}(100^\circ\text{C})$  и не выше  $318 \text{ К}(45^\circ\text{C})$  при температуре внутри источника выше  $373 \text{ К}(100^\circ\text{C})$ .

**Теплоизоляция поверхностей** источников излучения (печей, сосудов и трубопроводов с горячими газами и жидкостями) снижает температуру излучающей поверхности и уменьшает как общее тепловыделение, так и радиационное, а также уменьшает тепловые потери оборудования, снижает расход топлива и приводит к повышению производительности агрегатов.

Конструктивно теплоизоляция может быть мастичной, оберточной, засыпной, из штучных изделий и смешанной.

**Мастичная изоляция** наносится на горячую поверхность изолируемого объекта и может применяться на объектах любой конфигурации.

**Оберточную изоляцию** изготавливают из волокнистых материалов- асбестовые ткани, минеральной ваты, войлока и т. д.. Засыпную изоляцию применяют реже, так как необходимо устанавливать кожух вокруг изолируемого объекта. Ее используют в основном там, где требуется большая толщина изоляционного слоя или при изготовлении изоляционных панелей. Теплоизоляцию штучными или формованными изделиями, скорлупами применяют для облегчения работ. **Смешанная изоляция** состоит из нескольких различных слоев. Целесообразно устраивать алюминиевые кожухи снаружи теплоизоляции, что позволяет уменьшить тепловые потери на излучение и повысить срок службы изоляции под кожухом.

При выборе материала для изоляции необходимо принимать во внимание механические свойства материалов, а также их способность выдерживать высокую температуру. Многие теплоизоляционные материалы берут в их естествен-

ном состоянии: асбест, слюда, торф, земля, но большинство получают в результате специальной обработки естественных материалов и представляют собой смеси.

**Теплозащитные экраны** применяют для локализации источников лучистой теплоты, уменьшения облучённости на рабочих местах и снижения температуры поверхностей, окружающих рабочее место. Ослабление теплового потока за экраном обусловлено его поглотительной и отражательной способностью. В зависимости от того, какая способность экрана более выражена, различают **теплоотражающие, теплопоглощающие и теплоотводящие экраны.**

**К первому классу** относят металлические водоохлаждаемые и футерованные асбестовые, альфолиевые, алюминиевые экраны.

**Ко второму** - экраны из металлической сетки, цепные завесы, экраны из стекла, армированного металлической сеткой; все эти экраны могут орошаться водяной пленкой.

**Третий класс** составляют экраны из различных стекол: силикатного, кварцевого и органического, бесцветного, окрашенного и металлизированного, пленочные водяные завесы, свободные и стекающие по стеклу, вододисперсные завесы.

При воздействии на работающего теплового облучения интенсивностью **350 Вт/м<sup>2</sup> и более, а также от 175 до 350 Вт/м<sup>2</sup>** и площади излучающих поверхностей в пределах рабочего места более 0,2 м<sup>2</sup> применяют **воздушное душирование** (подачу воздуха в виде воздушной струи, направленной на рабочее место).

Важным фактором, способствующим повышению работоспособности рабочих в горячих цехах, является рациональный режим труда и отдыха. Он разрабатывается применительно к конкретным условиям работы. Частые короткие перерывы более эффективны для поддержания работоспособности, чем редкие, но продолжительные. При физических работах средней тяжести и с температурой воздуха до 25°C внутренний режим предусматривает 10 - минутные перерывы после 50...60 мин работы; при температуре воздуха 25...33°C рекомендуются 15 - минутный перерыв после 45 мин работы и разрыв рабочей смены на 4-5 часов на период наиболее жаркого времени. Для рабочих устанавливают специальные места отдыха (воздушные оазисы), расположенные недалеко от места работы, но в то же время достаточно удаленные от источников излучения, снабженные вентиляцией, питьевой водой и т. п.

При кратковременных работах в условиях высоких температур (ремонт металлургических печей и др.), где температура достигает 80...100°C, большое значение имеет тепловая тренировка с использованием фармакологических средств (дибазол, аскорбиновая кислота, смеси этих веществ и глюкозы), вдыхания кислорода, аэризации.

Большую роль в формировании теплового состояния при работе в нагревающей среде принадлежит спецодежде, теплофизические свойства которой в ряде случаев существенно влияют на процесс тепломассобмена человека с окружающей средой.

В зависимости от облучаемого участка поверхности тела человека и его площади могут использоваться костюмы, накладки, фартуки, изготовленные из ма-

териала с металлизированным покрытием, отдельно куртки или брюки, рукавицы, обувь, головной убор, средства защиты лица и глаз.

Специальная одежда различных видов в зависимости от защитных свойств подразделяется на группы и подгруппы в соответствии с ГОСТ 12.4.011 - 87, например, группа Т - от повышенных температур. Для изготовления спецодежды этой группы используют льняные, брезентовые и шерстяные ткани в соответствии с ГОСТ 12.4.045 – 87.

Органы зрения защищают очками, щитками, защитными сетчатыми масками со стеклами - светофильтрами.

## 6. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Схема лабораторной установки для получения теплового потока с различными спектральными характеристиками, для исследования интенсивности теплового облучения и для оценки эффективности средств теплозащиты включает источник теплового излучения с регулируемой мощностью излучения и выключателем - 1;

2 – регулятор мощности;

3 – защитный кожух;

4 – экран;

5 – радиометр неселективный;

6 – подставка для закрепления датчика неселективного радиометра «АРГУС – 03»;

7 – комплект защитных экранов 6 штук;

8 – кассета для хранения защитных экранов;

9 - направляющие для установки и перемещения экрана и датчика радиометра неселективного «АРГУС-03»

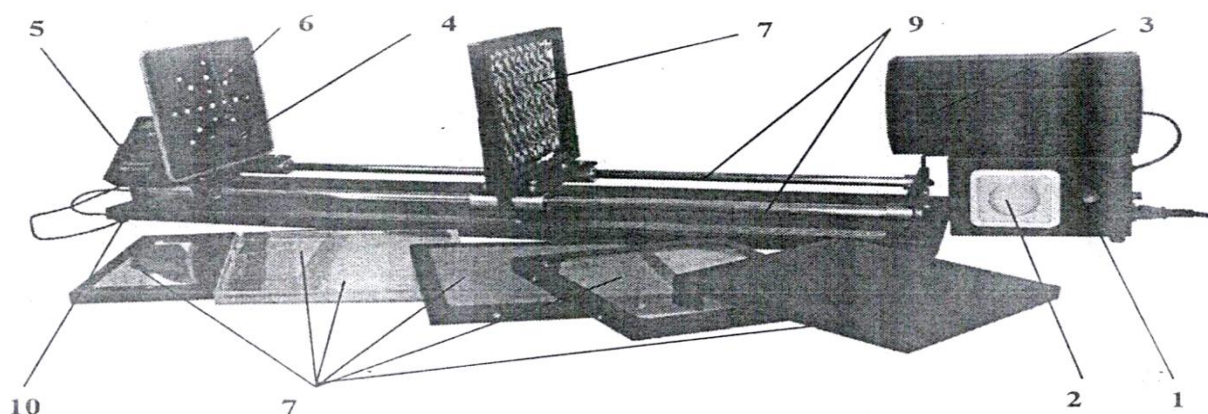


Рис. 1. Схема лабораторной установки

Для измерения интенсивности теплового облучения в диапазоне от 1,0 до 2000 Вт/м<sup>2</sup> и в спектральном диапазоне 0,5...20 мкм используется радиометр неселективный «АРГУС-03» (рис. 2). Принцип работы прибора основан на преобразовании потока излучения, создаваемого источниками, в непрерывный электрический сигнал, пропорциональный энергетической освещенности, который затем преобразуется аналого-цифровым преобразователем в цифровой

код, индицируемый на цифровом табло индикаторного блока. В датчике (измерительная головка) установлен первичный преобразователь излучения - термоэлемент для измерения энергетической освещенности.

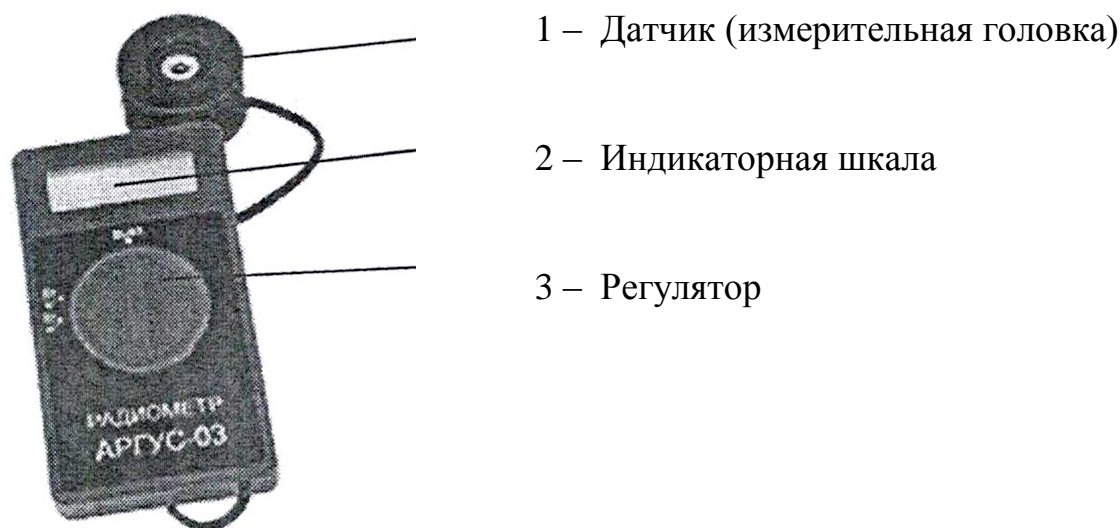


Рис. 2 Радиометр неселективный «Аргус – 03»

## 7. БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ НА УСТАНОВКЕ

1. При выполнении лабораторной работы на установке необходимо соблюдать общие требования по электробезопасности. Источник теплового излучения включен в сеть переменного тока с напряжением 220 В.
2. Перед включением установки в сеть необходимо убедиться, что ручка регулятора мощности 2 установлена в положение «0», а выключатель 1 «Сеть» - в положение «Выключено».
3. Лампа накаливания при включении ее на полную мощность имеет высокую яркость, поэтому при снятии показаний с радиометра 5 необходимо располагать глаза в зоне защитного кожуха 3.
4. При обнаружении в процессе работы неисправности необходимо немедленно прекратить работу и сообщить преподавателю.
5. После окончания работы установить рукоятку регулировки 2 в положение «0», выключатель 1 в положение «Выключено» и отключить установку от сети.

## 8 АЛГОРИТМ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

### 8.1. Определить влияние мощности излучателя на интенсивность теплового облучения

1. Убедиться в том, что выключатель 1 лампы накаливания находится в положении «Выключено», а ручка регулятора мощности 2 - в положении «О».
2. Включить лампу накаливания.
3. Проверить возможность получения нужных диапазонов регулирования мощности излучателя при плавном вращении ручку регулятора мощности по часовой стрелке (см. рис. 1).
4. Установить ручку регулятора в положение «О», чтобы опыт начинался с минимального значения интенсивности излучения. Датчик должен быть закреплен по центру подставки (панели).
5. Установить подставку, на которой закреплен датчик (измерительная головка) на расстояние 30 см от источника теплоизлучений.
6. Измерить интенсивность теплового облучения при всех положениях регулятора. Результаты экспериментальных данных занести в табл. 8.
7. Установить рукоятку регулятора в положение «0».
8. Повторить эксперимент для расстояния 70 см от источника теплоизлучений.

Таблица 8 - Определение интенсивности теплового облучения в зависимости от мощности излучателя

Положение регулятора (№)		1	2	3	4	...	10
30 см	Интенсивность теплового облучения, Вт/м <sup>2</sup>						
	Класс условий труда						
	Время пребывания на рабочих местах при интенсивности инфракрасного облучения выше допустимых величин						
70 см	Интенсивность теплового облучения, Вт/м <sup>2</sup>						
	Класс условий труда						
	Время пребывания на рабочих местах при интенсивности инфракрасного облучения выше допустимых величин						

9. Установить рукоятку регулятора в положение «0», выключить лампу накаливания.
10. Определить класс условий труда, применяя табл. 6.
11. Определить время пребывания на рабочих местах при интенсивности инфракрасного облучения выше допустимых величин, используя табл. 5.
12. Построить графики зависимостей  $E_{30} = f(N_0)$ ,  $E_{75} = f(N_0)$ .
13. Сделать выводы:
  - Распределение интенсивности теплового облучения в зависимости от мощности источника излучения и от расстояния;

- Необходимости применения теплозащитных экранов.

## 8.2. Определение экспозиционной дозы

1. Получить вариант у преподавателя из табл. 9.
2. Выбрать площадь облучаемой поверхности тела человека.
3. Применяя зависимость 5, определить экспозиционную дозу, получаемую работником при максимальной интенсивности теплового облучения  $E_{30}$  и  $E_{75}$  в зависимости от времени работы, используя результаты табл. 8 раздела 8.1. Результаты расчетов занести в табл.10.
4. Определить класс условий труда, применяя табл. 6.

Таблица 9 - Время работы персонала в зависимости от антропометрических характеристик

№ варианта	Рост, см/ Вес, кг	Облучаемая площадь поверхности тела, м <sup>2</sup>		Время работы персонала, час
1	165/65	Голова и шея	0,15	1
		Грудь и живот	0,28	2
		Передняя часть туловища	0,84	2
2	170/75	Голова и шея	0,17	2
		Грудь и живот	0,3	1
		Передняя часть туловища	0,91	3
3	175/70	Голова и шея	0,16	3
		Грудь и живот	0,29	2
		Передняя часть туловища	0,89	4

Таблица 10 – Определение класса условий труда в зависимости от величины экспозиционной дозы

	Рост, см: Вес, кг:	Время работы персонала, час	Экспозиционная доза, Вт-ч	Класс условий труда
30 см	Голова и шея			
	Грудь и живот			
	Передняя часть туловища			
70 см	Голова и шея			
	Грудь и живот			
	Передняя часть туловища			

5. Сделать выводы:
  - о получаемой дозе работника;
  - о необходимости применения теплозащитных средств.

## 8.3 Оценка эффективности тепловых экранов

1. Выполнить пп. 1 - 3 раздела 8.1.



2. Установить защитный экран на расстоянии 25 см от источника тепловых излучений.
3. Установить ручку регулятора мощности излучения в максимальном положении.
4. Измерить интенсивность теплового облучения при максимальной температуре нити накала на разных расстояниях. Данные опыта занести в табл.11.

Таблица 11 – Оценка эффективности тепловых экранов

Вариант	№ п/п	Наименование экрана	Тип экрана	Интенсивность теплоизлучения, Вт/м <sup>2</sup> на расстоянии $L$ от источника излучения, см				
				30	40	50	60	70
1	1	Экран из алюминиевого листа						
	2	Экран из однорядных стальных цепей						
2	1	Емкость из оргстекла с водой*						
	2	Экран из брезентовой ткани						
3	1	Экран из силикатного стекла						
	2	Экран из стального листа, окрашенного в черный цвет						

5. Выбрать экраны по варианту определенному преподавателем из табл.11.
6. Определить типы экранов.
7. Рукоятку регулятора 2 установить в положение «О», выключить лампу накаливания, отключить установку от сети.
8. Результаты представить в виде таблицы и графиков.
9. Построить зависимости  $E = (L)$  для каждого экрана.
10. По заданию преподавателя определить эффективность экранов по зависимости 2 на выбранных расстояниях.
11. Сделать выводы:
  - об эффективности защитного экранирования;
  - о наиболее эффективном экране в зависимости от расстояния экрана до источника излучения.

**\* Внимание ! Набрать в экран воды - вариант № 2**

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется рабочей зоной помещения?
2. Какими критериями характеризуется рабочее место помещения?
3. Что такое производственная среда?
4. Какими параметрами характеризуется интенсивность труда?
5. Какие процессы в организме человека происходят под влиянием высоких температур?
6. Какие факторы определяют тепловой эффект воздействия облучения на организм человека в производственных условиях?
7. Как влияет на состояние здоровья и трудоспособность человека тепловое облучение в зависимости от его интенсивности и длины волны?
8. Какие основные мероприятия для улучшения условий труда и по защите от теплоизлучений источников применяют в горячих цехах?
9. Из каких элементов состоит установка для экспериментального исследования интенсивности теплозащитных экранов?
10. Каков принцип действия актинометра?
11. Какие существуют типы экранов?
12. Охарактеризуйте полученные результаты сравнительной оценки эффективности теплозащитных экранов. Какие выводы необходимо сделать с точки зрения охраны труда на рабочем месте?
13. К какой группе мероприятий относится применение коллективных средств защиты?
14. В каких документах установлены гигиенические требования к микроклимату производственных помещений?
15. С какой целью введено понятие периода года?
16. На какие категории подразделяются все виды работ?
17. Что такое терморегуляция? Какими способами осуществляются процессы регулирования тепловыделений?
18. Как оценивается тепловое состояние человека при сочетанном воздействии комплекса факторов, определяющих термическую нагрузку на организм на рабочих местах?
19. Какие условия труда относятся к безопасным?
21. Какие условия производственной среды вызывают развитие профессиональных заболеваний?
22. По каким показателям теплового состояния человека классифицируются условия труда в нагревающей среде?
23. Какими параметрами характеризуется экспозиционная доза?

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

### Книги

- 1 Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) [Электронный ресурс] : учеб. для бакалавров : электрон. копия / Белов С. В. - М. : Юрайт, 2012. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM)
- 2 Измеров Н.Ф., Каспаров А.А. Медицина труда. Введение в специальность [Текст]: пособие для последипломной подготовки врачей. – М.: Медицина, 2002. – 392с.: ил.
- 3 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, 2012. - 671 с.. - ISBN = 978-5-8114-0284-7
- 4 Измеров Н.Ф., Суворов Г. А. Физические факторы производственной и природной среды. Гигиеническая оценка и контроль. – М.: Медицина, 2003. -560 с.: ил.

### Стандарты

- 5 СанПиН 2.2.4.548 – 96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [Текст] – Введен 1996 –01.10.- М.: Госкомсанэпиднадзор РФ, 1996.-12с.
- 6 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.
- 7 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».

## ДЛЯ ЗАМЕТОК

---

## ДЛЯ ЗАМЕТОК

---

## ДЛЯ ЗАМЕТОК

---

## ДЛЯ ЗАМЕТОК

---

Учебное издание

**Исследование интенсивности теплового излучения  
и эффективности теплозащитных экранов**

Методические указания

Составители: **Козий Софья Сергеевна,  
Козий Татьяна Борисовна,  
Морозов Владимир Васильевич**

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 им. академика С. П. Королева  
443086 Самара, Московское шоссе, 34

---