

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»**

Кафедра инженерного материаловедения и метрологии

ГИГИЕНА ОДЕЖДЫ

Методические указания к практическим работам
для студентов бакалавров направления подготовки
29.03.02 – Технология и проектирование текстильных изделий,
профиль подготовки
«Технология и конструирование трикотажных изделий»

Составитель
С. А. Веселова

Санкт-Петербург
2018

Утверждено
на заседании кафедры ИМиМ
14.09.2017 г., протокол № 2

Рецензент: И. А. Хромеева

Методические указания разработаны для студентов бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 29.03.02 "Технология и проектирование текстильных изделий", профиль подготовки "Технология и конструирование трикотажных изделий" и включают в себя ряд практических работ, каждая из которых содержит цель, задачи, краткие теоретические сведения, методику проведения работы.

Методические указания предназначены для глубокого освоения дисциплины "Гигиена одежды", приобретения студентами навыков самостоятельной работы по получению знаний о методах и критериях физиолого-гигиенической оценки одежды, показателях оценки микроклимата под одеждой, взаимосвязи между техническими параметрами материалов одежды и одежды в целом, влиянии одежды на организм человека, необходимых для разработки и изготовления одежды высокого качества.

Краткие теоретические сведения по каждой теме помогут студенту подготовиться к защите практической работы.

Учебное электронное издание сетевого распространения
Издано в авторской редакции

Системные требования:

электронное устройство с программным обеспечением для воспроизведения файлов формата PDF

Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=201886, по паролю. – Загл. с экрана.

Дата подписания к использованию 20. 02. 2018 г. Рег. № 86/18.

ФГБОУВО «СПбГУПТД»
Юридический и почтовый адрес: 191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 18.
<http://sutd.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Правила оформления практических работ.....	5
Расчет показателей теплового состояния человека. Краткие теоретические сведения.....	6
Практическая работа 1. Определение средневзвешенной температуры поверхности тела человека.....	9
Практическая работа 2. Определение средневзвешенного теплового потока с поверхности тела человека.....	10
Практическая работа 3. Тепловой баланс человека.....	13
Практическая работа 4. Приближённый тепловой расчёт одежды.....	20
Практическая работа 5. Анализ факторов, влияющих на теплозащитные свойства одежды при комфортном самочувствии человека	24
Практическая работа 6. Изучение физиолого-гигиенических требований к детской одежде.....	27
Практическая работа 7. Требования, предъявляемые к специальной одежде.....	30
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	35
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	36
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	37
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	38

ВВЕДЕНИЕ

При создании одежды высокого качества одним из наиболее важных условий является учёт гигиенических требований к ней. Качественная в физиолого-гигиеническом отношении одежда сохраняет хорошее самочувствие человека и его работоспособность.

Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Гигиена одежды» разработаны в соответствии с требованиями рабочей программы дисциплины и предназначены для глубокого освоения данного курса, приобретения студентами навыков самостоятельной работы по получению знаний о методах и критериях физиолого-гигиенической оценки одежды, показателях оценки микроклимата под одеждой, взаимосвязи между техническими параметрами материалов одежды и одежды в целом, влиянии одежды на организм человека, необходимых для разработки и изготовления одежды высокого качества, а также факторов, влияющих на теплозащитные свойства одежды.

В методических указаниях к каждой практической работе указываются цели, формулируются задания. Краткие теоретические сведения по каждой теме помогут студенту подготовиться к защите практической работы.

Все задания сопровождаются указаниями порядка и последовательности их выполнения и оформления.

Оценивается работа по результатам выполнения каждого задания и по оформлению. По каждой практической работе проводится зачёт в виде контроля выполненных заданий и устного собеседования со студентом.

Правила оформления практических работ

Практические работы с последовательной нумерацией аккуратно оформляются в отдельной тетради. Применение разрозненных листков недопустимо.

В тетради должно быть четко выделены дата, тема работы, цель, краткое изложение теоретического курса, объекты и результаты исследования, оформлены таблицы. После каждого задания должно следовать заключение с обобщением и обоснованием результатов работы.

В конце работы студент должен поставить свою подпись, а преподаватель – установить факт ее выполнения («работа выполнена» или «работа выполнена не в полном объеме»). Обнаруженные ошибки студент обязан устранить и работу в исправленном виде представить преподавателю.

Каждую практическую работу студент должен защитить, а преподаватель – поставить оценку.

Цикл практических работ по дисциплине «Гигиена одежды» является подготовительным этапом к сдаче зачёта в конце семестра.

Расчет показателей теплового состояния человека

Краткие теоретические сведения

Под тепловым состоянием человека понимают функциональное состояние, которое характеризуется содержанием и распределением тепла в глубоких и поверхностных («оболочка», «ядро») тканях организма, а также степенью напряжения механизмов терморегуляции.

Показателями теплового состояния человека являются: температура тела, температура кожи (средневзвешенная и локальная), тепловой поток, интенсивность потоотделения, теплосодержание в организме и его изменение (дефицит или накопление), теплоощущение, показатели гемодинамики (частота сердечных сокращений, артериальное давление и др.), функции дыхания, энерго- и водосолевой обмен, умственная и физическая работоспособность [1].

В формировании теплоощущений человека важная роль принадлежит терморецепторам кожи и подкожных вен. При этом терморецепторы подкожных вен формируют общее ощущение холода и тепла, терморецепторы кожи – локальное. Оценка теплоощущений человека применительно к оценке одежды проводится по семибальной шкале: 1 – холодно; 2 – прохладно; 3 – слегка прохладно; 4 – комфорт; 5 – слегка тепло; 6 – тепло; 7 – жарко. Температура тела («ядра») – температура внутренних органов и тканей (печени, мозга, желудка, легких, проксимального отдела прямой кишки).

Температура тела человека в состоянии относительного покоя в определённой степени зависит от параметров внешней среды, обуславливающих состояние теплообмена. Температура тела при выполнении физической работы в меньшей степени зависит от метеорологических условий, а определяется в основном уровнем энерготрат. Повышение температуры тела при физической работе многие исследователи расценивают как выражение активной установки терморегуляции организма на новый уровень, способствующий увеличению работоспособности мышц и нервной системы, благодаря более высокой скорости реакции. Между уровнем энерготрат организма $Q_{э.т}$ и температурой тела t_p существует тесная корреляционная зависимость [1], которая для условий теплового комфорта выражается уравнением

$$t_p = 36,61 + 0,007 Q_{э.т} / S, \quad (1)$$

где S – площадь поверхности тела человека, m^2 .

Температура кожи («оболочки»): большая часть тепла, образующегося в организме человека, рассеивается с поверхности тела, это определяет значение температуры кожи при оценке теплового состояния организма.

Зависимость уровня температуры кожи от термических условий среды, тесная корреляционная связь с теплоощущениями позволяет считать ее одним из информативных показателей теплового состояния организма.

Для обобщающей характеристики температурного поля поверхности тела человека принято использовать средневзвешенную температуру кожи ($t_{с.к.}$), рассчитываемую в соответствии с ее значением на отдельных участках и площадью этих участков по отношению ко всей поверхности тела

$$t_{с.в.к} = \sum t_i * S_i / S, \quad (2)$$

где S - общая площадь поверхности тела человека, m^2 .

Соотношение областей тела с общей поверхностью тела человека представлено в *табл. 1*.

Т а б л и ц а 1. Соотношение областей тела с общей поверхностью тела человека

Область поверхности тела	Отношение области тела к общей поверхности тела
Лоб	0,0886
Туловище	0,340
Плечо	0,134
Кисть	0,045
Бедро	0,230
Голень	0,125
Стопа	0,0644

Для расчета средневзвешенной температуры кожи $t_{с.в.к}$ используют формулу А. И. Бекетова

$$t_{с.в.к} = 0,0886 t_{лба} + 0,340 t_{туловища} + 0,134 t_{плеча} + 0,045 t_{кисти} + 0,230 t_{бедра} + 0,125 t_{голени} + 0,0644 t_{стопы}. \quad (3)$$

Средневзвешенная температура кожи тесно коррелирует с общими теплоощущениями человека, приведёнными в *табл.2* [1].

Топография температуры кожи. Общие теплоощущения взаимосвязаны со средневзвешенной температурой кожи, а локальные теплоощущения обусловлены температурой различных ее участков. В связи с этим средневзвешенная температура кожи не всегда является достаточно информативным показателем теплового состояния человека, особенно при неравномерном (по поверхности) его нагревании или охлаждении. Различия обусловлены особенностями кровообращения, терморецепторного аппарата,

теплопроводности тканей. На топографию температуры кожи влияют одежда, степень дискомфорта (перегревания или охлаждения), вид физиологической работы, индивидуальные особенности (пол и др.).

Т а б л и ц а 2 - Теплоощущения человека и средневзвешенная температура кожи, °С

По данным автора	Очень жарко	Жарко	Тепло	Комфорт	Прохладно	Холодно	Очень холодно
Кричагиной В.И.	более 36,0	36,0±0,6	34,9±0,7	33,2±1,0	31,1±1,0	29,1±1,0	ниже 28,1
Афанасьевой Р.Ф	-	-	-	33,2±1,1	30,8±1,2	27,9±1,5	26,4 и ниже

Температуру на отдельных участках поверхности тела человека определяют при помощи специальной измерительной системы, включающей датчики в виде термопар точечного типа, которые закрепляют на теле человека при помощи специальных держателей.

Рекомендуется [1] одиннадцати точечная система измерения температуры поверхности кожи (рис. 1).

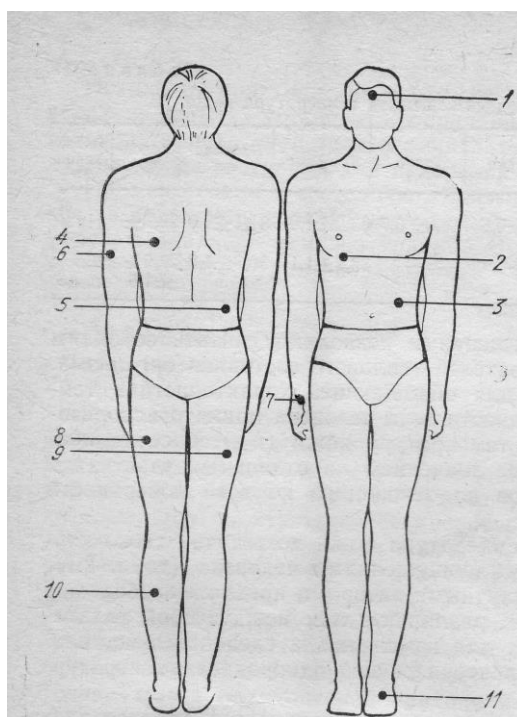


Рис. 1. Точки измерения температуры поверхности кожи на поверхности тела человека

В настоящее время известен ряд методов определения средневзвешенной температуры кожи $t_{с.в.к.}$. Как правило, эти методы

основываются на измерении температуры кожи в нескольких точках на разных участках поверхности тела и последующем расчете средневзвешенной температуры кожи. Достоверность определения $t_{с.в.к.}$ растет с увеличением количества точек измерения и степени, с которой каждая i -я выбранная точка отражает равновесную температуру i -той области к общей поверхности тела человека.

Практическая работа 1

Тема: определение средневзвешенной температуры поверхности тела человека

Цель работы: изучить метод определения температуры поверхности тела человека, применяемый в современных гигиенических исследованиях.

Содержание работы

1. Ознакомиться с методикой определения температуры поверхности тела человека, используемой при гигиенической оценке одежды.
2. Зарисовать схему размещения датчиков на поверхности тела человека (Использовать рисунок 1).
3. В соответствии с заданием (табл. 3) рассчитать средневзвешенную температуру поверхности тела человека по формуле А. И. Бекетова (3).

Т а б л и ц а 3. Варианты заданий

Вариант	Значения температуры (t °C) для различных частей тела										
	Лоб	Туловище				Плечо	Кисть	Бедро		Го- лень	Стопа
		грудь	спина	пояс- ница	жи- вот			пра- вое	левое		
1	35,7	36,1	32,1	33,1	33,9	32,1	29,0	30,0	31,2	29,9	26,0
2	35,6	36,2	32,2	33,2	34,1	33,1	29,1	30,1	31,3	29,6	26,1
3	35,8	36,3	32,3	33,3	34,2	33,4	29,3	30,2	31,8	29,8	26,2
4	35,9	36,4	32,4	33,4	34,3	34,5	29,4	30,5	33,2	29,7	26,4
5	36,0	36,5	32,5	33,5	34,5	34,6	29,5	30,4	33,6	29,6	26,3
6	36,1	36,6	33,5	33,5	34,4	34,8	29,6	30,3	33,6	29,4	26,5
7	36,2	36,6	33,6	33,6	34,6	34,7	29,6	30,7	33,5	29,1	26,8
8	36,4	36,8	33,7	33,7	34,8	34,9	29,8	30,8	34,3	29,5	26,9
9	35,8	36,1	32,2	33,4	34,0	32,5	29,5	30,3	31,6	29,8	26,4
10	36,3	36,9	33,5	33,9	34,5	33,9	30,1	31,1	32,9	29,0	26,8

Температура туловища находится как среднее арифметическое значений температуры груди, спины, поясницы, живота.

4. В соответствии с заданием (табл. 4) рассчитать средневзвешенную температуру поверхности тела человека, если площадь туловища составляет

41,1 % от площади всего тела человека, площадь нижних конечностей - 35,9 %, площадь верхних конечностей - 18 %, площадь головы - 5 %.

Т а б л и ц а 4. Варианты заданий

Вариант	Температура, °С				Площадь поверхности тела, м ²
	нижних конечностей	верхних конечностей	туловища	головы	
1	29,4	33,6	35,8	36,2	1,85
2	28,3	33,2	36,3	37,5	2,06
3	27,3	32,8	35,3	36,3	2,16
4	24,8	33,1	36,8	36,8	2,21
5	26,5	33,4	36,2	35,4	1,98
6	25,7	32,3	30,8	35,9	2,28
7	26,7	33,0	36,0	35,8	2,37
8	25,3	32,8	35,9	37,0	2,01
9	24,7	32,6	36,1	37,1	2,23
10	26,5	32,0	36,4	35,9	1,96

Пояснения к решению задачи:

- определить площадь поверхности части тела человека;
- определить средневзвешенную температуру кожи по формуле

$$t_{с.в.к} = (t_{н.кон.} \cdot S_{н.кон.} + t_{в.кон.} \cdot S_{в.кон.} + t_{тул.} \cdot S_{тул.} + t_{гол.} \cdot S_{гол.}) / S_{тела} \quad (4)$$

5. По *табл. 2* определить теплоощущения человека, соответствующие рассчитанной температуре. Сделать выводы.

Практическая работа 2

Тема: определение средневзвешенного теплового потока с поверхности тела человека

Цель работы: изучить методику, определяющую средневзвешенную величину теплового потока, применяемую в современных гигиенических исследованиях.

Краткие теоретические сведения

Если физиологические механизмы, внешняя среда и средства защиты не могут обеспечить тепловой баланс организма, нарушается соотношение тепла, вырабатываемого в организме и отдаваемого в окружающую среду. В

теле человека образуется дефицит тепла или происходит его накопление (теплосодержание организма $Q_{т.с}$ изменяется) [1].

Дефицит тепла (D) в организме является показателем теплового состояния человека и может быть определен, если известны значения теплопродукции $Q_{т.п}$ и теплоотдачи Q человека. Дефицит тепла является положительной величиной, если теплоотдача человека превышает теплопродукцию ($Q_{т.п} + D = Q$) и отрицательной, если теплопродукция выше теплоотдачи ($Q_{т.п} - D = Q$). Существует тесная связь между изменениями теплосодержания в организме (величиной дефицита тепла) и теплоощущениями человека (табл. 5) [1].

Т а б л и ц а 5. Дефицит и накопление тепла в теле человека и его теплоощущения

Теплоощущения	Накопление тепла, кДж	Теплоощущения	Дефицит тепла, Дж
Очень жарко	344 (предел физиологической переносимости 500)	Комфорт	до 126
Жарко	до 344	Прохладно	203
Тепло	” 208	Холодно	450
Комфорт	” 126	Очень холодно	740 (предел физической переносимости)

Одним из показателей, позволяющим косвенно с учётом фактора времени судить о тепловом состоянии человека, является плотность теплового потока с поверхности его тела q , Вт/м², который отражает сумму потерь тепла радиацией и конвекцией. Она определяется на тех же участках тела, что и температура кожи. Аналогичным образом рассчитывается и средневзвешенная плотность теплового потока $q_{с.в.к}$.

$$q_{с.в.к} = 0,0886 q_{лба} + 0,340 q_{туловища} + 0,134 q_{плеча} + 0,045 q_{кисти} + 0,230 q_{бедре} + 0,125 q_{голени} + 0,0644 q_{стопы} . \quad (5)$$

Экспериментально полученные средневзвешенные плотности теплового потока (табл. 6) [1] позволяют судить о времени появления различных теплоощущений у человека в зависимости от его физической активности.

Комфортный уровень плотности теплового потока, Вт/м², при соответствующей физической активности человека можно определить из уравнения

$$q_{с.в.к} = [83 + 39,5 (Q_{т.п} - 116) / 58] / S . \quad (6)$$

Т а б л и ц а 6. Средневзвешенная плотность теплового потока, Вт/м²

Теплоощущения и время их появления	Энерготраты, Вт			
	104-128	290-325	406-464	580-700
Комфорт длительный	41 ±2	100±10	188±20	222±26
Прохладно через 1 час	77±10	137±5	230±18*	282±20*
Холодно через 1 час	105±5	154±7	300±10	300±10
Примечание: * Теплоощущения "прохладно" появляются в области кистей				

Плотность теплового потока составляет большую часть теплопотерь человека в условиях теплового комфорта и охлаждения (75 %) и отражает комплексное воздействие факторов, обуславливающих теплообмен организма с окружающей средой.

Содержание работы

1. Ознакомиться с методикой определения величины теплового потока, применяемой при гигиенической оценке одежды.

2. В соответствии с заданием (табл. 7) рассчитать средневзвешенную плотность теплового потока $q_{с.в.к}$ с поверхности тела человека по формуле А. И. Бекетова (5).

Т а б л и ц а 7. Значения теплового потока для разных частей тела

Вариант	Значения теплового потока с поверхности различных частей тела, Вт/м ²										
	Лоб	Туловище				Плечо	Кисть	Бедро		Голень	Стопа
		грудь	спина	поясница	живот			правое	левое		
1	28,3	20,0	35,9	34,1	20,1	35,1	36,1	41,9	40,1	45,5	39,6
2	36,1	21,9	36,1	34,2	22,6	35,2	38,2	41,8	40,2	45,6	42,4
3	38,9	23,5	36,2	34,3	33,8	35,4	38,4	41,7	40,3	47,6	42,6
4	37,1	21,8	35,9	34,4	34,0	35,5	38,3	41,6	40,4	45,8	43,5
5	28,0	23,5	36,3	34,6	32,5	35,6	40,3	41,5	40,5	45,9	52,5
6	29,1	33,5	36,8	34,7	32,7	35,8	43,2	41,4	40,6	45,2	45,6
7	30,9	24,6	36,5	34,8	32,9	35,7	44,2	41,3	40,7	45,1	47,5
8	31,4	25,6	36,3	34,9	34,6	35,9	44,6	41,2	40,8	45,0	52,2
9	29,8	28,1	36,8	35,1	36,5	40,0	44,8	41,1	40,9	45,8	34,9
10	32,3	34,2	36,7	35,1	38,1	35,1	44,5	41,0	42,5	45,6	47,6

Значения теплового потока с поверхности туловища находится как среднее арифметическое значений теплового потока с груди, спины, поясницы, живота.

3. Выводы по работе.

Практическая работа 3

Тема: тепловой баланс человека

Цель работы: изучить методику расчёта теплопродукции человека, потерь тепла излучением, конвекцией, теплопередачей. Расчёт комфортного уровня теплоотдачи испарением. Составить уравнение теплового баланса.

Краткие теоретические сведения

Организм человека – это саморегулирующая система, физиологический механизм которой с целью поддержания постоянной температуры тела направлен на обеспечение соответствия количества образованного тепла (теплопродукции) количеству тепла, отданного во внешнюю среду (теплоотдача). В случае разбалансировки системы в организме происходит либо накопление, либо убыль тепла.

Тепловой баланс достигается координацией процессов, направленных на выработку тепла в организме (теплопродукции) и его выведение – теплоотдачу. Он осуществляется аппаратом химической и физической терморегуляции человека, а также приспособительных действий человека, направленных на создание оптимального микроклимата, и использования одежды ("поведенческая" терморегуляция: использование одежды, жилья, ограничение времени пребывания в неблагоприятных условиях).

Тепловой баланс описывается уравнением

$$Q_{т.п} = Q_{излуч} + Q_{конв} + Q_{тепл.} + Q_{исп.} \pm \Delta Q_{т.с} , \quad (7)$$

где $Q_{т.п}$ - теплопродукция человека, Вт;

$Q_{излуч}$ - потери тепла излучением, Вт;

$Q_{конв}$ - потери тепла конвекцией, Вт;

$Q_{тепл.}$ - потери тепла теплопередачей, Вт;

$Q_{исп.}$ - потери тепла испарением влаги с поверхности кожи, с верхних дыхательных путей и при испарении пота, Вт;

$\Delta Q_{т.с}$ - дефицит или накопление тепла в организме.

Обе части равенства, характеризующие тепловой баланс, являются переменными и зависят как от физиологических, так и от физических параметров. Теплопродукция в большей степени зависит от физиологических реакций, теплоотдача — от физических факторов окружающей среды, одежды. Физиологические реакции регулируют передачу тепла от внутренних тканей тела человека к поверхности кожи.

При соблюдении теплового баланса температура тела человека поддерживается на постоянном заданном природой уровне. В этом случае

говорят о комфортном самочувствии человека, а также о комфортных условиях его жизнедеятельности.

Теплопродукция человека - выработка теплоты в организме в результате энергетических превращений в живых клетках; она связана с непрерывно совершающимся биохимическим синтезом белков и других органических соединений, с осмотической работой (переносом ионов), с механической работой мышц (сердечной мышцы, гладких мышц различных органов, скелетной мускулатуры). При выполнении физической работы часть энергии расходуется на внешнюю работу, а основная ее часть переходит в тепловую $Q_{т.п}$ (теплопродукцию). Если вырабатываемая в организме человека энергия не расходуется на внешнюю механическую работу, она вся практически превращается в тепловую.

Для определения теплопродукции человека, выполняющего физическую работу, используют формулу

$$Q_{т.п} = S [Q_{э.т} - \eta (Q_{э.т} - Q_0)], \quad (8)$$

где S - площадь поверхности тела человека, $м^2$;

$Q_{э.т}$ - общие энерготраты, $Вт/м^2$;

η - термический коэффициент полезного действия;

Q_0 - основной обмен человека, $Вт/м^2$.

Основной обмен Q_0 — минимальное количество энергии, которое необходимо для поддержания основных жизненных процессов организма человека. Основной обмен у здорового человека колеблется в зависимости от возраста и пола.

Данные о теплообразовании используются для определения теплопотерь человека, величина которых является основой для расчета теплового сопротивления одежды, обеспечивающей сохранение теплового баланса организма в конкретных условиях ее эксплуатации [1].

Теплоотдача — это теплообмен между поверхностью тела человека и окружающей средой. Теплоотдача осуществляется в основном излучением, конвекцией, теплопередачей (кондукцией), испарением. В условиях теплового комфорта и охлаждения наибольшую долю занимают потери тепла радиацией и конвекцией (73—88 % общих теплопотерь). В условиях, вызывающих перегревание организма, преобладает теплоотдача испарением. Теплообмен излучением (радиационный теплообмен): между человеком и окружающими телами происходит теплообмен путем инфракрасного излучения (воздействие инфракрасных излучений: солнце, нагретая поверхность земли, зданий; с радиационным нагреванием человек сталкивается в горячих цехах металлургической, стекольной, пищевой промышленности). Излучением человек отдает тепло в случаях, когда

температура ограждений, окружающих человека, ниже температуры поверхности тела (холодные стены, застеклённые поверхности и т.д.).

Содержание работы

Расчёт теплопродукции человека

Задача 1. Рассчитать теплопродукцию мужчин в возрасте 25 лет, занятых определённым видом физической деятельности. Значения энерготрат $Q_{э.т}$ (Вт/м²) и термического коэффициента полезного действия η выбираются в зависимости от варианта задания из табл. 8. Значение основного обмена (Q_0 – минимальное количество энергии, которое необходимо для поддержания основных жизненных процессов организма человека) принять равным 48 Вт/м².

Т а б л и ц а 8. Выбор задания для расчёта теплопродукции человека, занятого определённым видом деятельности [2]

Вариант	Вид физической деятельности	Энерготраты, $Q_{э.т}$, Вт/м ²	Термический коэффициент полезного действия, η	Площадь поверхности тела человека, S , м ²
1	Игра в баскетбол	442	0,1	2,21
2	Занятия гимнастикой	233	0,1	1,41
3	Ходьба вверх по лестнице под углом 25° со скоростью 1,6 км/ч	210	0,2	1,8
4	Ходьба вверх по лестнице под углом 25° со скоростью 3,2 км/ч	390	0,21	1,8
5	Выполнение плотницких работ	372	0,2	1,8
6	Слесарные работы	128	0,1	1,8
7	Бег со скоростью 8 км/ч	338	0,1	1,8
8	Уборка помещения	198	0,1	1,48
9	Ходьба по наклонной местности при угле наклона 15° со скоростью 4,8 км/ч	407	0,19	2,30
10	Борьба	506	0,1	2,03

Для определения теплопродукции человека, выполняющего физическую работу, необходимо использовать формулу

$$Q_{т.п} = S[Q_{э.т} - \eta (Q_{э.т} - Q_0)], \quad (9)$$

где $Q_{т.п}$ – теплопродукция 25-летнего мужчины, Вт/м²;

S – площадь поверхности тела человека, м²;

$Q_{э.т}$ – энерготраты человека, Вт/м²;

η – термический коэффициент полезного действия;
 Q_0 – основной обмен, Вт/м².

Расчёт теплопотерь человека

Задача 2. Рассчитать потери тепла человека излучением. Данные для расчётов выбрать из *табл. 9* в соответствии с вариантом.

Т а б л и ц а 9. Выбор задания для расчёта потерь тепла излучением

Вариант	Площадь поверхности тела, участвующего в теплообмене излучением, $S_{\text{изл}}$, м ²	Температура поверхности тела (одежды) человека, t_1 , °C	Температура поверхности окружающих предметов, t_2 , °C
1	1,70	40	10
2	1,06	30	20
3	1,35	20	10
4	1,35	10	10
5	1,35	30	10
6	1,35	20	20
7	1,35	0	-20
8	1,08	30	40
9	1,80	0	-10
10	1,70	30	10

Для расчёта потери тепла человека излучением используют уравнение Стефана-Больцмана для небольшой разности температур тел

$$Q_{\text{изл}} = \alpha_{\text{изл}} \cdot S \cdot (t_1 - t_2), \quad (10)$$

где – $Q_{\text{изл}}$ - потери тепла излучением, Вт;
 $\alpha_{\text{изл}}$ - коэффициент излучения, Вт/ м²· °C;
 S - площадь поверхности тела человека, участвующего в теплообмене излучением, м²;
 t_1 - температура поверхности тела (одежды) человека, °C;
 t_2 - температура поверхности окружающих предметов, °C.
 Для определения величины коэффициента излучения $\alpha_{\text{изл}}$ (Вт/ м²· °C) используют *табл. 10* [1].

Т а б л и ц а 10. Коэффициент излучения $\alpha_{\text{изл}}$ при различной поверхности тела и окружающих предметов

Температура поверхности тела (одежды) человека, t_1 , °C	Температура поверхности окружающих предметов, t_2 , °C						
	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40
0	3,4	3,6	4,0	4,4	4,7	5,0	5,2
10	3,8	4,0	4,4	4,6	4,9	5,2	5,5
20	4,0	4,3	4,6	4,9	5,1	5,4	5,7
30	4,3	4,6	4,9	5,2	5,4	5,7	6,0
40	4,6	4,9	5,2	5,5	5,7	5,9	6,3

Задача 3. Рассчитать потери тепла человека конвекцией. Данные для расчётов выбрать из *табл. 11* в соответствии с вариантом.

Т а б л и ц а 11. Выбор задания для расчёта потерь тепла конвекцией

Вариант	Площадь поверхности тела человека, S , м ²	Температура поверхности тела (одежды) человека, t_1 , °C	Температура окружающего воздуха, t_3 , °C
1	2,21	40	22
2	1,41	30	22
3	1,8	20	14
4	1,8	10	0
5	1,8	30	20
6	1,8	20	12
7	1,8	0	-10
8	1,48	30	30
9	2,30	0	-20
10	2,03	30	16

Потери тепла конвекцией $Q_{\text{конв}}$ определяются на основе закона охлаждения тел, открытого Ньютоном, по уравнению

$$Q_{\text{конв}} = \alpha_{\text{конв}} \cdot S (t_1 - t_3), \quad (11)$$

где $Q_{\text{конв}}$ – потери тепла конвекцией, Вт;

$\alpha_{\text{конв}}$ – коэффициент теплоотдачи конвекцией, Вт/ м²· °C;

S – площадь поверхности тела человека, м²;

t_1 – температура поверхности тела человека, °C;

t_3 – температура окружающего воздуха, °C.

Потери тепла конвекцией существенно возрастают при наличии ветра, поэтому коэффициент теплоотдачи конвекцией в наибольшей степени зависит от скорости ветра.

Принимая, что в заданиях вариантов 1- 6, 8,10 скорость ветра равна 0 - 0,5 м/с, а в вариантах 7 и 9 скорость ветра 0,6 - 1,7 м/с, по *табл. 12* определяют значения коэффициента теплоотдачи конвекцией $\alpha_{\text{конв}}$.

Т а б л и ц а 12. Коэффициент теплоотдачи конвекцией при различной скорости ветра

Сила ветра, балл	Название ветра	Скорость ветра, м/с	Коэффициент теплоотдачи конвекцией, $\alpha_{\text{конв}}$, Вт/ м ² · °С
0	Штиль	0,0 - 0,5	7,0
1	Тихий	0,6 - 1,7	10,5
2	Лёгкий	1,8 - 3,3	16,7
3	Слабый	3,5 - 5,2	24,2
4	Умеренный	5,3 - 7,4	32,4
5	Свежий	7,5 - 9,8	40,6
6	Сильный	9,9 - 12,4	49,5
7	Крепкий	12,5 - 15,2	58,2
8	Очень крепкий	15,3 - 18,2	68,7
9	Шторм	18,3 - 21,5	79,0
10	Сильный шторм	21,6 - 25,1	91,0
11	Жёсткий	25,2 - 29,0	105,0
12	Ураган	больше 29	выше 116,3

Передача тепла конвекцией осуществляется с поверхности тела человека (или одежды) движущемуся вокруг него воздуху (в условиях теплового комфорта составляет 20 - 30 % относительно общих теплопотерь). Конвекционный теплообмен делят на свободный (обусловлен разностью температур поверхности тела и воздуха) и принудительный (под влиянием движения воздуха).

Задача 4. Рассчитать потери тепла человека путём теплопередачи. Данные для расчётов выбрать из *табл. 13* в соответствии с вариантом.

Теплоотдача от поверхности тела человека к соприкасающимся с ним твёрдым предметом осуществляется теплопередачей (кондукцией). В обычных условиях доля потерь тепла кондукцией мала, т.к. коэффициент теплопроводности неподвижного воздуха незначителен. В этом случае человек теряет тепло кондукцией лишь с поверхности стоп, а их площадь составляет около 3 % поверхности тела.

Считая, что теплопередача происходит только через поверхность подошв, потери тепла теплопередачей определяют по уравнению

$$Q_{\text{тепл}} = \lambda \cdot \left(\frac{t_4 - t_5}{\delta} \right) \cdot S_{\text{п}}, \quad (12)$$

где λ – коэффициент теплопроводности подошв обуви, Вт/м²·°С;

t_4 – температура внутренней поверхности подошв обуви, °С;

t_5 – температура наружной поверхности подошв обуви, °С;

δ – толщина подошв обуви, м;

$S_{\text{п}}$ – площадь подошв обуви, м².

Т а б л и ц а 13. Выбор задания для расчёта потерь тепла теплопередачей

Вариант	Площадь подошв обуви, $S_{\text{п}}$, м ²	Температура внутренней поверхности подошв обуви t_4 , °С	Температура наружной поверхности подошв обуви, t_5 , °С
1	0,067	22	20
2	0,042	19	20
3	0,054	13	10
4	0,054	9	10
5	0,054	10	10
6	0,054	22	20
7	0,054	0	-10
8	0,044	20	40
9	0,069	0	-10
10	0,061	21	20

Для решения задач коэффициент теплопроводности подошв обуви принять равным 0,23 Вт/м²·°С для поливинилхлорида. Толщину подошв обуви δ принять равной 0,015 м.

Задача 5. Рассчитать комфортный уровень потерь тепла испарением для 25-летнего мужчины, занятого определённым видом деятельности (в соответствии с вариантом задания) по формуле

$$Q_{\text{исп}} = 0,36 \cdot S \cdot \left(\frac{Q_{\text{тп}}}{S} - 58 \right), \quad (13)$$

где $Q_{\text{тп}}$ – теплопродукция, Вт/м²;

S – площадь поверхности тела человека, м².

Для решения задач площадь поверхности тела человека берётся из *табл. 11*; значения теплопродукции берутся по результатам решения первой задачи.

Задача 6.

1. Все результаты, полученные в ходе решения задач 1 - 5, свести в *табл. 14*.

2. Составить уравнение теплового баланса

$$Q_{\text{т.п}} = Q_{\text{изл.}} + Q_{\text{конв.}} + Q_{\text{тепл.}} + Q_{\text{исп.}} \quad (14)$$

Т а б л и ц а 14. Основные показатели теплового обмена человека

Вид деятельности:				
Пол и возраст:				
Теплопродукция, $Q_{\text{т.п.}}, \text{Вт/м}^2$	Потери тепла, Вт			
	излучением, $Q_{\text{изл.}}$	конвекцией, $Q_{\text{конв.}}$	теплопередачей, $Q_{\text{тепл.}}$	испарением, $Q_{\text{исп.}}$

3. Проанализировать полученные результаты и определить, охлаждается или нагревается тело человека, если считать, что других источников отведения тепла нет. Если потери тепла отрицательные – тело нагревается.

Практическая работа 4

Тема: приближённый тепловой расчёт одежды

Цель работы: изучить особенности расчета теплозащитной одежды по методу Г. М. Кондратьева.

Краткие теоретические сведения

Количество тепла, отдаваемого организмом человека в окружающую среду (теплоотдача) зависит от теплового сопротивления одежды, состояния окружающей среды, а также физической нагрузки человека.

Проектирование комфортной одежды, которая может обеспечить тепловое равновесие организма при различных условиях труда и климата, представляет важную, хотя и сложную задачу, поскольку существует большое количество методов для приближённого теплового расчёта одежды.

Одним из наиболее простых методов расчёта теплозащитной одежды является метод Г.М. Кондратьева, который связывает теплопродукцию

человека (метаболизм) с воздействием внешней среды при условии, что одежда создаёт организму ощущение комфорта [3].

В качестве основных расчётных формул Г.М. Кондратьев предложил следующие уравнения для приближённого теплового расчёта комфортной одежды

$$R = 0,175 \cdot J ; \quad (15)$$

$$J = 0,15 \cdot \frac{33^\circ C - t_{\text{с}}}{N} - \frac{5,7}{\alpha} ; \quad (16)$$

$$N = 0,78 \cdot \frac{M}{100} , \quad (17)$$

где R – суммарное тепловое сопротивление одежды, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

J – показатель теплоизоляционной способности одежды;

33°C – средневзвешенная температура тела человека, $^\circ\text{C}$;

$t_{\text{с}}$ – температура окружающей среды, $^\circ\text{C}$;

N – показатель тепловой нагрузки;

α – коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности одежды в окружающую среду, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$;

M – теплопродукция организма человека (метаболизм), Вт .

Величина J показывает во сколько раз теплозащитная способность данной одежды больше, чем у лёгкой одежды, в которой находится человек в условиях основного обмена. Больше J – теплее одежда.

Величина N показывает во сколько раз тепловая нагрузка одежды больше или меньше нагрузки в условиях основного обмена. Больше N – больше борьба организма с холодом.

N и J значения отвлечённые, независимые от выбора единиц измерения.

Тепловое сопротивление белья и платья в комплекте с тёплой одеждой принимается постоянной величиной равной $0,08 - 0,1 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Тогда тепловой расчёт становится проще, так как сводится только к определению теплового сопротивления верхней одежды.

И.В. Короткова тепловой расчёт рекомендует проводить по следующей схеме [3]:

1. Оценка значения M для данного вида труда (по справочным материалам).
2. Вычисление значения N по формуле (17).
3. Зная температуру внешней среды и коэффициент теплоотдачи, в зависимости от скорости ветра определяют значение J по формуле (16).

4. Тепловое сопротивление одежды определяют по формуле (15).

По формулам Г. М. Кондратьева можно разработать рекомендации по условиям эксплуатации данного вида одежды.

Содержание работы

Задача 1. Используя данные табл. 15, выполнить расчёт теплозащитных свойств одежды по методике Г.М. Кондратьева, а также определить вид комфортной одежды для разного вида физической деятельности.

Т а б л и ц а 15. Выбор задания для расчёта теплозащитных свойств одежды

Вариант	Вид физической деятельности	Пол, возраст	Температура воздуха, °С	Название ветра
1	Ходьба по ровной местности со скоростью 4,8 км/ч	Мужчина 30 лет	– 10	Сильный
2	Ходьба по ровной местности со скоростью 3,2 км/ч	Женщина 30 лет	+ 10	Тихий
3	Занятия гимнастикой	Девочка 15 лет	+20	Безветрие
4	Ходьба по наклонной местности (15°) со скоростью 3,2 км/ч.	Мужчина 25 лет	– 15	Умеренный
5	Ходьба по наклонной местности (15°) со скоростью 3,2 км/ч.	Женщина 25 лет	– 20	Лёгкий
6	Ходьба по наклонной местности (5°) со скоростью 3,2 км/ч.	Мужчина 50 лет	– 15	Слабый
7	Игра в баскетбол	Женщина 20 лет	+5	Тихий
8	Борьба	Мужчина 20 лет	+10	Безветрие
9	Уборка помещения	Женщина 50 лет	+23	"
10	Приготовление обеда	Женщина 35 лет	+18	"

Указания к решению задачи:

1. Для определения теплопродукции (метаболизма) человека используется формула

$$Q_{т.п} = Q_{э.т} - \eta(Q_{э.т} - Q_0), \quad (18)$$

где $Q_{э.т}$ - общие энерготраты, Вт/м²;

η - термический коэффициент полезного действия;

Q_0 - основной обмен человека, Вт/м².

2. Энерготраты человека при различной физической деятельности, а также термический коэффициент полезного действия определяются по табл. А.1 (приложение А).

3. Значения основного обмена человека в зависимости от пола и возраста определяются по табл. А.1 (приложение А). Если коэффициент η равен нулю, $Q_{т.п} = Q_{э.т}$.

4. Коэффициент теплоотдачи α и определяется по табл. 12. и зависит от скорости потока (ветра). Сила ветра складывается из силы ветра воздуха и потока воздуха при ходьбе. Например, если человек идет по ровной местности, а скорость ветра 0,5 м/с, то $V = 0,5 + 1,3 = 1,8$ м/с; ему соответствует $\alpha = 16,7$ Вт/(м²·°C).

5. Для расчёта суммарного теплового сопротивления одежды используются формулы 15-17.

6. Считая что тепловое сопротивление белья и платья в комплекте с тёплой одеждой принимается постоянной величиной равной 0,1 м²·°C/Вт, определяют тепловое сопротивление верхней одежды и по табл. 16 определяют вид одежды.

Пользуясь уравнениями Г. М. Кондратьева можно определить, каким тепловым сопротивлением должна обладать одежда, обеспечивающая ощущение комфорта при известной теплопродукции и состоянии окружающей среды.

Т а б л и ц а 16. Тепловое сопротивление некоторых видов одежды

Виды одежды	Тепловое сопротивление, м ² · °C/ Вт
Лёгкое платье летнее	0,076
Обычная комнатная одежда (костюм)	0,151
Костюм, плащ	0,230
Демисезонное пальто	0,32 - 0,38
Зимняя одежда	0,460
Утеплённая зимняя одежда	0,53 - 0,61
Арктическая одежда	0,68 - 0,84
Утеплённая арктическая одежда	0,91 - 0,94

Метод теплового расчёта по Г. М. Кондратьеву является приближённым. К его недостаткам относят:

1 Метод не учитывает локальных особенностей теплообмена и местного дискомфорта (обувь, рукавицы, головные уборы).

2 В расчётах используется средневзвешенная температура кожи равная 33° , хотя известны и другие значения комфортного состояния.

3 Тепловой расчёт относится к длительной работе и не учитывает кратковременных больших усилий и т. д.

Практическая работа 5

Тема: анализ факторов, влияющих на теплозащитные свойства одежды при комфортном самочувствии человека (на примере анализа математической модели Г. М. Кондратьева).

Цель работы: изучение характера изменений теплозащитных свойств одежды при изменении метаболизма человека, параметров окружающей среды и их сочетаний.

Содержание работы

Задание 1. Изучение влияния метаболизма человека на теплозащитные свойства одежды.

Задача: Определить величины термического сопротивления пакетов одежды при различной трудовой активности человека (метаболизм, M , Вт/м²) и постоянных параметрах окружающей среды: температуре воздуха равной $t_{\text{возд}} = -20^{\circ}\text{C}$, силе ветра 1 балл (скорость ветра 1 м/с).

Для проведения расчётов коэффициент теплоотдачи конвекцией ($\alpha_{\text{конв}}$, Вт/ м²·°C) определяется по *табл. 12*; $R_{\text{белья}}$ принимается по *табл. 16*; величины M (метаболизм) – энерготраты человека при разной физической деятельности приведены в *табл. А.1 (приложение А)*. В графе "вид одежды" указать вид одежды, соответствующий рассчитанному термическому сопротивлению по данным таблицы 16. Результаты расчётов занести в *табл. 17*. Построить график зависимости термического сопротивления одежды от величины метаболизма M : по оси абсцисс откладывается величина M , а по оси ординат - величина R .

Таблица 17. Расчёт термического сопротивления одежды при переменном метаболизме

М Вт/м ²	Показатель тепловой нагрузки, Вт/м ² , $N = 0,78 \cdot \frac{M}{100}$	Коэффициент теплоизоляции, $J = 0,15 \cdot \frac{33^{\circ}C - t_{\text{с}}}{N} - \frac{5,7}{\alpha}$	Суммарное термическое сопротивление пакета одежды, $R_{\text{сум}} = 0,175 \cdot J$, м ² ·°C/Вт	Термическое сопротивле- ние швейного изделия, $R_{\text{шв.изд}} =$ $= R_{\text{сум}} - R_{\text{белья}}$	Вид одеж- ды
100					
200					
300					
400					
500					

Выводы: Какие должны быть теплозащитные свойства одежды при увеличении энерготрат человека для сохранения его комфортного самочувствия.

Задание 2. Изучение влияния температуры окружающей среды на теплозащитные свойства одежды.

Задача: Определить величины термического сопротивления пакетов одежды при изменяющейся температуре окружающего воздуха, постоянном метаболизме ($M=300$ Вт/м²) и силе ветра 1 балл (скорость ветра равна 1 м/с). Значение величины α определить по табл.12. Результаты расчётов внести в табл. 18.

Таблица 18. Расчёт термического сопротивления одежды при переменной температуре окружающего воздуха

Темпе- ратура воздуха	Показатель тепловой нагрузки, Вт/м ² , $N = 0,78 \cdot \frac{M}{100}$	Коэффициент теплоизоляции, $J = 0,15 \cdot \frac{33^{\circ}C - t_{\text{с}}}{N} - \frac{5,7}{\alpha}$	Суммарное термическое сопротивление пакета одежды, $R_{\text{сум}} = 0,175 \cdot J$, м ² ·°C/Вт	Термическое сопротивление швейного изделия, $R_{\text{шв.изд}} =$ $= R_{\text{сум}} - R_{\text{белья}}$	Вид одеж- ды
+20					
+10					
0					
- 10					
-20					
- 40					

Построить график зависимости термического сопротивления одежды (R) от температуры окружающего воздуха. Сделать вывод.

Задание 3. Изучение влияния силы ветра на теплозащитные свойства одежды.

Задача. Определить величины термического сопротивления пакетов одежды при изменяющейся силе ветра (от штиля до урагана), постоянном метаболизме (300 Вт/м^2) и температуре наружного воздуха -20°C . Результаты расчётов занести в *табл. 19*.

Таблица 19. Расчёт термического сопротивления одежды при переменной силе ветра

Скорость ветра, м/с	Показатель тепловой нагрузки, Вт/м^2 , $N = 0,78 \cdot \frac{M}{100}$	Коэффициент теплоизоляции, $J = 0,15 \cdot \frac{33^\circ\text{C} - t_{\text{с}}}{N} - \frac{5,7}{\alpha}$	Суммарное термическое сопротивление пакета одежды, $R_{\text{сум}} = 0,175 \cdot J$, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C/Вт}$	Термическое сопротивление швейного изделия, $R_{\text{шв.изд}} = R_{\text{сум}} - R_{\text{белья}}$	Вид одежды
0 "штиль"					
4 "умеренный"					
9 "шторм"					
12 "ураган"					

Построить график зависимости термического сопротивления одежды от скорости ветра. Назвать конструктивные элементы в одежде, обеспечивающие защиту от ветра.

Общие выводы по работе:

1 Сравнить графики задач № 1 - 3 и определить факторы, оказывающие наибольшее влияние на теплозащитные свойства одежды при различных климатических условиях. Назвать конструктивные элементы одежды, обеспечивающие защиту при действии каждого фактора в отдельности и при их сочетании, воспользовавшись данными *табл. 20* и *приложения Б*.

2 Представить эскиз или фотографию изделия с указанием конструктивно-технологических решений, обеспечивающих необходимое тепловое состояние (кулиса, капюшон, двойная манжета, застёжка на тесьму «молнию» и планку, фиксируемую кнопками и т. д.).

Т а б л и ц а 20. Тепловое сопротивление (R) одежды в зависимости от климатических зон и трудовой деятельности человека

Зона	Состояние человека: покой или работа средней тяжести	R, м ² · °С / Вт
I - очень суровая зима	Покой в утеплённой арктической одежде	0,91
	Работа в утеплённой арктической одежде	0,75-0,83
II - суровая зима	Покой в утеплённой арктической одежде	0,75- 0,91
	Работа в утеплённой арктической одежде	0,53- 0,61
III - умеренная холодная зима	Покой в арктической одежде	0,61- 0,75
	Работа в зимней и демисезонной одежде	0,38- 0,45
IV - умеренная мягкая зима	Покой в зимней одежде	0,45- 0,6
	Работа в демисезонной одежде	0,32- 0,38
V - мягкая зима	Покой в демисезонной одежде	0,32- 0,38
	Работа в костюме и плаще	0,23

Практическая работа 6

Тема: изучение физиолого-гигиенических требований к детской одежде

Цель работы: ознакомиться требованиями, предъявляемыми к одежде для детей нормативной документацией.

Задания:

1. Изучить физиолого-гигиенические требования, предъявляемые к одежде для детей.
2. Изучить гигиенические показатели материалов для одежды. Проанализировать факторы, влияющие на их численные значения.
3. Ознакомиться с требованиями к детской одежде ГОСТ 25295 "Одежда верхняя детская".
4. Используя ТР ТС 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков», составить рабочую таблицу норм безопасности детских изделий в зависимости от возраста и слоя одежды.

Краткие теоретические сведения

Анатомо-физиологические особенности детей и требования к детской одежде.

Из-за анатомо-физиологических особенностей детей одежда для них должна отвечать ряду специфических требований, которые надо учитывать при проектировании детской одежды.

Детский организм находится в состоянии постоянного роста, мышцы развиты слабо, костная ткань отличается гибкостью и эластичностью. Кожа ребёнка более тонкая и нежная, легко ранима, её защитные функции от вредных влияний окружающей среды слабее, чем у взрослых. У детей менее совершенен аппарат терморегуляции: теплоотдача повышена из-за изменения соотношения между поверхностью тела и его массой. В процессе роста детям, в отличие от взрослых, нужен больший приток кислорода в организм. Ребёнок неспособен к глубокому дыханию, а частота дыхания у него в 3-3,5 раза больше, чем у взрослых, поэтому возрастает роль кожного покрова. Кроме того, высокая подвижность детей, более интенсивная в отличие от взрослых отдача их организмом тепла, также обуславливает повышенную потребность в вентиляции пододёжного пространства и обеспечения теплового комфорта.

Отмеченные особенности детского организма предъявляют определённые требования к детской одежде:

1. Соответствие одежды размерам и форме тела детей различных половозрастных групп.

2. Конструкция детской одежды должна обеспечивать свободу движения, дыхания, кровообращения. Тесная, плотно облегающая одежда сдавливает поверхность тела ребёнка и ухудшает его самочувствие. Детская одежда должна соответствовать размерам ребёнка, быть лёгкой, держаться в основном на плечах. Не рекомендуется использовать пояса, тугую резиновую тесьму, высокие тесные воротники.

3. По физиолого-гигиеническим показателям материалов детская одежда должна соответствовать возрастным анатомо-физиологическим особенностям, виду деятельности и метеорологическим условиям, не препятствовать быстрому и легкому одеванию и снятию, воспитывать эстетические вкусы ребенка.

Общие гигиенические требования к материалам для детской одежды.

Для изготовления детского белья наиболее предпочтительны льняные, хлопчатобумажные ткани и трикотажные полотна. Материалы для детского белья должны быть мягкими, разреженных структур, а также обладать определёнными значениями гигроскопичности и воздухопроницаемости. Они должны легко стираться и не раздражать кожу. Швы (особенно в пройме) должны быть мягкими.

Для изготовления комнатных детских платьев рекомендуются хлопчатобумажные ткани, в том числе и с начёсом (фланель, бумазея), а также шерстяные с добавлением искусственных и синтетических волокон.

Использование в детских платьевых тканях вискозной, вискозно-лавсановой пряжи придаёт им мягкость и теплоту, однако их содержание ограничено.

Требования к сорочечным тканям зависят от назначения детских сорочек: повседневные, спортивные, нарядные, летние и зимние. Для обеспечения вентиляции пододёжного пространства летние сорочечные ткани должны обладать повышенной воздухопроницаемостью, а зимние – пониженной. Ткани для верхних сорочек должны иметь повышенные паропроницаемость и влагопоглощение (регулируются волокнистым составом), повышенную сопротивляемость к стиркам, быть малоусадочными и малосминаемыми. Предпочтительными для детских сорочек являются хлопчатобумажные ткани (ситцы, бязи, бумазеи, поплин и др.).

Костюмы, брюки, юбки, пиджаки, жакеты для детей изготавливаются из полушерстяных, льняных, шёлковых, хлопчатобумажных тканей. Ткани, содержащие синтетические волокна, характеризуются хорошим внешним видом, стабильностью размеров, высокой износостойкостью, но при выборе тканей для детской одежды необходимо предварительно исследовать показатели их гигиенических свойств.

Верхняя детская одежда должна быть тёплой, лёгкой и не стеснять движений. Для неё используются натуральные и искусственные меха, шерстяные и полушерстяные ткани рыхлых структур, а также ветрозащитные материалы с теплоизоляционными прокладками.

При гигиенической оценке детской одежды гигиенической экспертизе подлежат как ткани, используемые для ее изготовления, пакеты тканей – комплекты размером 1 м², состоящие из верхнего покровного слоя, теплозащитного слоя и подкладки, а также готовые изделия. В одежде для детей различают три слоя: белье, платье (или костюм) и верхнюю одежду для улицы. Для детской одежды разрешается использовать материалы, произведенные из натуральных волокон или с добавлением к ним химических волокон, но в строгом соответствии с гигиеническими требованиями, установленными техническим регламентом Таможенного союза 007/2011.

Технический регламент – документ, который принят международным договором РФ, ратифицированный в порядке, установленном законодательством РФ и устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования.

Технические регламенты в зависимости от сферы распространения могут подразделяться на следующие категории: национальные ТР Российской Федерации; ТР Таможенного союза (ТР ТС); ТР Евразийского экономического сообщества (ТР ЕврАзЭС).

Целями принятия технических регламентов (ТР) являются:

1) защита жизни и здоровья граждан, имущества граждан и государственного имущества;

- 2) охрана окружающей среды, жизни и здоровья животных и растений;
- 3) предупреждение действий, вводящих в заблуждение приобретателей.

Содержание работы

1. Изучить анатомо-физиологические особенности детей и требования к детской одежде.

2. Выписать из ГОСТ «25295-2003 Одежда верхняя пальтово-костюмного ассортимента. ОТУ» (ГОСТ 25294-2003 «Одежда верхняя плательно-блузочного ассортимента. ОТУ») требования, предъявляемые к одежде для детей разного возраста.

3. Из ТР ТС 007/2011 выписать:

– допустимый процент вложения искусственных и синтетических волокон в материалы для детской одежды разных возрастных групп;

– из ст. 2 выписать определения: «вредные вещества», «дети», «новорожденные», «подростки»;

– изучить ст. 5 «Требования безопасности одежды, изделий из текстильных материалов, кожи, меха, трикотажных изделий и готовых штучных текстильных изделий». Выписать, какая одежда относится к 1-, 2-, 3-му слоям;

– изучить п. 1 – 7 ст. 5 Технического регламента и Приложений 8 и 9. Составить рабочую таблицу норм безопасности изделий в зависимости от возраста и слоя одежды (без кожи и меха). В табл. 21 приведён пример составления рабочей таблицы.

Т а б л и ц а 21. Требования безопасности одежды, трикотажных изделий

Показатель	1-й слой	2-й слой	3-й слой
Для новорожденных детей			
Гигроскопичность, %, не менее	14		
Воздухопроницаемость, дм/м ² ·с, не менее	150		
Содержание свободного формальдегида, мкг/г, не более	20		
Устойчивость окраски, баллов, не менее: - к стирке - поту - трению сухому	4		
Для ясельной группы детей от 1 – 3 лет			
Для дошкольной группы детей от 3 – 7 лет			
Для школьной группы детей от 7 – 14 лет			
Для подростков от 14 – 16 лет			

Практическая работа 7

Тема: изучение классификации и нормативной документации на специальную одежду

Цель работы: изучить требования различных нормативных документов к специальной одежде.

Задания:

1. Изучить общие физиолого-гигиенические требования, предъявляемые к специальной одежде.
2. Рассмотреть особенности выбора материалов и конструкции в зависимости от условий эксплуатации.
3. Составить классификацию специальной одежды в зависимости от назначения в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.103 "Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация".
4. Изучить требования к специальной одежде ТР ТС 019/2011 «О безопасности продукции средств индивидуальной защиты».
5. Требования к маркировке специальной одежды (ГОСТ 10581) и ТР ТС 019/2011.

Краткие теоретические сведения

Специальная одежда – наиболее широко применяемое средство индивидуальной защиты рабочих. К специальной одежде предъявляется сложный комплекс защитных, гигиенических, эксплуатационных, эстетических требований [1]:

- обеспечивать сохранение нормального функционального состояния человека и его работоспособности в течение всего периода пользования ею;
- предохранять от воздействия вредных производственных факторов;
- не оказывать общетоксического и кожнораздражающего действия,
- быть достаточно износостойкой и эстетичной и т. д.

Для обеспечения безопасных условий труда в зависимости от конкретных производственных условий рекомендуются: куртка, брюки, комбинезон, полукомбинезон, плащ, фартук, жилет, рукавицы, разные головные уборы, перчатки и т. д. Эти виды специальной одежды могут применяться как порознь, так и в сочетании друг с другом.

В соответствии с ГОСТ 12.4.103 специальная одежда классифицируется на 15 групп и 39 подгрупп. В основу этой классификации положены защитные свойства спецодежды от вредных производственных факторов. К каждому виду специальной одежды предъявляются конкретные требования в соответствии с условиями эксплуатации. Например, для одежды, защищающей *от механических повреждений*, выбираются ткани с

повышенными механическими показателями (пределом прочности на разрыв, истирании). Конструкция одежды такого вида предусматривает специальные элементы (например, накладки или полимерные покрытия для увеличения сроков её эксплуатации). Защиту от проколов и порезов должны обеспечивать средства индивидуальной защиты рук. Стойкость материалов для СИЗ рук от порезов должна быть не менее 100 Н при лёгких механических воздействиях и не менее 200 Н при тяжёлых механических воздействиях [1].

К одежде, защищающей *от общих производственных загрязнений*, предъявляются аналогичные требования, но могут быть использованы материалы с несколько меньшими прочностными показателями.

Качество одежды, защищающей *от повышенных температур*, в основном определяется материалами и конструкцией. Выбор материалов зависит от характера теплового воздействия (открытое пламя, конвективная теплота, тепловое излучение, искры расплавленного металла и др.). Одежда, защищающая от теплового излучения, должна изготавливаться из материалов, обладающих низкой теплопроводностью и высокими отражающими свойствами. При изготовлении одежды для защиты от высокой конвективной температуры воздуха используются материалы с высокой воздухопроницаемостью ($\geq 100 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$) и влагопроводностью ($\geq 3,5\text{--}4,5 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$) [1]. В конструкции такой одежды должны быть предусмотрены элементы для улучшения вентиляции поддождного пространства, а припуски на свободное облегание должны быть не менее 11–12 см.

Качество одежды для защиты *от пониженных температур* определяется соответствием её термического сопротивления и воздухопроницаемости метеорологическим условиям, тяжести физической работы и длительности пребывания на холоде. Спецодежда с соответствующими теплозащитными свойствами выпускается для эксплуатации в различных климатических зонах России.

Одежда *от нетоксичных веществ (пыли)* должна производиться из материалов плотной структуры, которые препятствовали бы проникновению пылевидных частиц в поддождное пространство (пылепроницаемость 16–45 г/м²). Конструкция такой одежды должна предусматривать элементы, обеспечивающие замкнутость поддождного пространства (манжеты, клапаны по линии застёжек, шлемы с пелеринами и т.д.).

Одежда для защиты *от токсичных веществ (жидких и аэрозолей)* производится, главным образом, из плёночных материалов. В зависимости от размера поверхности тела человека, на которую влияет вредный фактор, рекомендуются костюмы, фартуки, халаты, рукавицы и т. д. Конструкция одежды не должна задерживать токсичные вещества на своей поверхности, и должна обеспечивать герметизацию швов.

Создание специальной одежды, отвечающей всем перечисленным требованиям, складывается из пяти основных этапов:

- 1) анализ технических требований и изучение условий труда рабочих;
- 2) выбор материалов, в наибольшей степени соответствующих конкретным условиям производства (воздействию вредных и опасных производственных факторов, метеорологическим условиям);
- 3) разработка конструкции одежды с учетом динамики работающих, локализации воздействия вредного или опасного производственного фактора и метеорологических условий;
- 4) оценка специальной одежды в лабораторных и производственных условиях;
- 5) разработка нормативно-технической документации на массовое или серийное изготовление специальной одежды.

Содержание работы

1. Изучить общие физиолого-гигиенические требования, предъявляемые к специальной одежде, а также особенности выбора материалов и конструкции в зависимости от условий эксплуатации.

2. Используя ГОСТ 12.4.103 "Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация" составить классификацию специальной одежды в зависимости от назначения.

3. Используя ТР ТС 019/2011 «О безопасности продукции средств индивидуальной защиты»:

– изучить ст. 1 (п. 1.3). Выписать перечень вредных факторов в процессе эксплуатации средств индивидуальной защиты (СИЗ);

– изучить *Приложение 1* (типы СИЗ); выписать типы средств для защиты от механических воздействий;

– изучить требования безопасности для костюма мужского для защиты от механических воздействий и общих производственных загрязнений; выписать показатели безопасности (ст. 4.3);

– изучить и выписать требования безопасности для костюма мужского шахтерского для защиты показатели безопасности от механических воздействий и общих производственных загрязнений (ст. 4.3).

4. Составить перечень требований к маркировке специальной одежды (ГОСТ 10581) и ТР ТС 019/2011, заполнив *табл. 22*.

Т а б л и ц а 22. Требования к маркировке специальной одежды

ГОСТ 10581	ТР ТС 019/2011

Сделать вывод по работе: в чём отличие требований к маркировке специальной одежды, предъявляемых ГОСТ 10581, от требований ТР ТС 019/2011.

Варианты заданий для работы 7

Изучить и выписать требования безопасности для различных видов специальной одежды. Сравнить требования ГОСТ и ТР ТС 019/2011.

1 ГОСТ 27575-87. Костюмы мужские для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий.

2 ГОСТ 12.4.045-87. Костюмы мужские для защиты от повышенных температур.

3 ГОСТ 24760-81. Халаты медицинские женские (технические условия).

4 ГОСТ 25194-82. Халаты медицинские мужские (технические условия).

5 ГОСТ 12.4.099-80. Комбинезоны женские для защиты от нетоксичной пыли, механических воздействий и общих производственных загрязнений (технические условия).

6 ГОСТ 27574-87. Костюмы женские для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий (технические условия).

7 ГОСТ 29057-91. Костюмы мужские для защиты от нетоксичной пыли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данные методические указания составлены для студентов бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению подготовки "Технология и проектирование текстильных изделий" с целью более глубокого изучения дисциплины "Гигиена одежды", приобретения студентами навыков самостоятельной работы по получению знаний о методах и критериях физиолого-гигиенической оценки одежды, показателях оценки микроклимата под одеждой, взаимосвязи между техническими параметрами материалов одежды и одежды в целом, влиянии одежды на организм человека, необходимых для разработки и изготовления одежды высокого качества.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Делль, Р. А. Гигиена одежды: учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / Р. А. Делль, Р. Ф. Афанасьева, З. С. Чубарова. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 160 с.
2. Контрольные работы: методические указания для студентов заочной формы обучения по направлениям 29.03.01 «Технология изделий лёгкой промышленности» 29.03.05 «Конструирование изделий легкой промышленности» (степень «бакалавр»)/сост. Е. Л. Хлебникова. – СПб.: СПГУТД, 2015. – 39 с.
Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3088, по паролю.
3. Короткова, И.В. Гигиена одежды. Конспект лекций. - М.:МГУТУ им. К.Г. Разумовского, 2012. - 43 с.
4. Бузов, Б. А. Материалы для одежды. Ткани: учеб. пособие / Б. А. Бузов, Г. П. Румянцева. – М.: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2012. – 224 с.
5. ТР ТС 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков».
6. ГОСТ 12.4.103. "Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация".
7. ТР ТС 019/2011 «О безопасности продукции средств индивидуальной защиты».
8. ТР ТС 017/2011 «О безопасности продукции лёгкой промышленности».
9. ГОСТ 27575-87. «Костюмы мужские для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий».
10. ГОСТ 12.4.045-87. «Костюмы мужские для защиты от повышенных температур».
11. ГОСТ 24760-81. «Халаты медицинские женские (технические условия)».
12. ГОСТ 25194-82. «Халаты медицинские мужские (технические условия)».
13. ГОСТ 12.4.099-80. «Комбинезоны женские для защиты от нетоксичной пыли, механических воздействий и общих производственных загрязнений (технические условия)».
14. ГОСТ 27574-87. «Костюмы женские для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий (технические условия)».
15. ГОСТ 29057-91. «Костюмы мужские для защиты от нетоксичной пыли».
16. ГОСТ 25294–2003. «Одежда верхняя женская платьено-блузочного ассортимента».
17. ГОСТ 25295–2003. «Одежда верхняя пальтово-костюмного ассортимента».

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Т а б л и ц а А.1. Энерготраты человека при различной физической деятельности

Вид физической деятельности	Энерготраты, Вт/м ²	Термический коэффициент полезного действия, η	Подвижность воздуха, вызываемая движением человека, м/с
Покой:			
лёжа	40,6	0	0
сидя	58,1	0	0
стоя	69,7	0	0
Ходьба по ровной местности со скоростью, км/ч:			
3,2	116,2	0	0,9
4,8	151,1	0	1,3
Ходьба по наклонной местности при угле наклона, град., со скоростью, км/ч			
5 3,2			
15 3,2	174,4	0,10	0,9
15 4,8	267,4	0,19	0,9
	406,9	0,19	1,3
Домашняя работа:			
Уборка помещения	116,0 - 198,0	0-01	0,1-0,3
Приготовление обеда	93,0 - 116,0	0	0-0,2
Гимнастика	174,0 - 233,0	0 - 0,1	0,5 - 2,0
Теннис	267,0	0 - 0,1	0,5 - 2,0
Игра в баскетбол	422,0	0 - 0,1	1,0 - 3,0
Борьба	506,0	0 - 0,1	0,2 - 0,3

Т а б л и ц а А.2. Основной обмен человека, Вт/м²

Возраст, лет	Мужчины	Женщины	Возраст, лет	Мужчины	Женщины
3	70	63	25	48	39
5	65	62	30	42	40
8	58	56	35	41	39
10	54	52	40	41	38
12	51	47	50	39	37
15	49	43	60	38	36
20	45	40	70	38	36

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Т а б л и ц а Б.1. Тепловое сопротивление одежды (R) в зависимости от температуры окружающего воздуха ($t_{\text{возд}}$) и физической нагрузки (энерготрат, М) при постоянной силе ветра в 4 балла ($\alpha = 32,4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$)

Энерготраты М, Вт/М ²	Температура окружающего воздуха, ($t_{\text{возд}}$), ⁰ С								
	+30	+20	+10	0	-10	-20	-30	-40	-50
100	0,07	0,40	0,74	1,08					
150		0,25	0,49	0,71	0,93				
200		0,19	0,36	0,52	0,67	0,86	1,00		
250		0,14	0,28	0,41	0,55	0,68	0,82	0,95	
300		0,12	0,23	0,34	0,45	0,56	0,68	0,79	0,90
350		0,09	0,19	0,29	0,38	0,48	0,57	0,67	0,77
400			0,16	0,25	0,33	0,42	0,50	0,58	0,67
450			0,14	0,22	0,29	0,37	0,44	0,52	0,59
500			0,12	0,19	0,26	0,33	0,39	0,46	0,53
550				0,17	0,23	0,29	0,35	0,42	0,48
600				0,15	0,21	0,27	0,32	0,38	0,43
650				0,14	0,19	0,24	0,30	0,35	0,40
700				0,13	0,18	0,22	0,27	0,32	0,37
750				0,11	0,16	0,21	0,25	0,30	0,34
800				0,10	0,15	0,19	0,23	0,28	0,32