**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Самарский государственный технический университет»**
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
_____ / О.В. Юсупова
"_____" _____ 20___ г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

## Б1.В.02.02 «Строительная теплофизика»

| | |
|---|---|
| **Код и направление подготовки (специальность)** | 08.03.01 Строительство |
| **Направленность (профиль)** | Теплогазоснабжение и вентиляция |
| **Квалификация** | Бакалавр |
| **Форма обучения** | Очно-Заочная |
| **Год начала подготовки** | 2023 |
| **Институт / факультет** | Факультет инженерных систем и природоохранного строительства (ФИСПОС) |
| **Выпускающая кафедра** | Кафедра "Теплогазоснабжение и вентиляция" |
| **Кафедра-разработчик** | Кафедра "Теплогазоснабжение и вентиляция" |
| **Объем дисциплины, ч. / з.е.** | 216 / 6 |
| **Форма контроля (промежуточная аттестация)** | Экзамен |

Самара 2023

**Б1.В.02.02 «Строительная теплофизика»**

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **08.03.01 Строительство**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 481 от 31.05.2017 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

| | |
|---|---|
| Доцент, кандидат технических наук, доцент | М.Е Сапарёв |
| (должность, степень, ученое звание) | (ФИО) |
| Заведующий кафедрой | Д.В. Зеленцов, кандидат технических наук, доцент |
| | (ФИО, степень, ученое звание) |

СОГЛАСОВАНО:

| | |
|---|---|
| Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии) | Д.И Тараканов, кандидат технических наук, доцент |
| | (ФИО, степень, ученое звание) |
| Руководитель образовательной программы | Д.В. Зеленцов, кандидат технических наук, доцент |
| | (ФИО, степень, ученое звание) |

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы ..... 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы ..... 6
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся ..... 6
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий ..... 7
4.1 Содержание лекционных занятий ..... 7
4.2 Содержание лабораторных занятий ..... 9
4.3 Содержание практических занятий ..... 9
4.4. Содержание самостоятельной работы ..... 11
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) ..... 12
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения ..... 13
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем ..... 14
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) ..... 14
9. Методические материалы ..... 15
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) ..... 16

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Наименование категории (группы) компетенций | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции) |
|---|---|---|---|
| Профессиональные компетенции | | | |
| Не предусмотрено | ПК-2 Способность выполнять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции | ПК-2.1 Применение нормативно-технических документов, устанавливающих требования к расчетному обоснованию проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции | Владеть навыками применения нормативно-технических документов, устанавливающих требования к расчетному обоснованию проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | | Знать нормативно-технические документы, устанавливающие требования к расчетному обоснованию проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | | Уметь выбирать нормативно-технические документов, устанавливающие требования к расчетному обоснованию проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции; представлять и защищать результаты работ по разработке проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | ПК-2.2 Определение основных параметров инженерных систем и оборудования систем теплогазоснабжения и вентиляции | Владеть методикой приближенного определения стоимости проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | | Знать основные параметры инженерных систем и оборудования систем теплогазоснабжения и вентиляции |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | Уметь определять основные параметры инженерных систем и оборудования систем теплогазоснабжения и вентиляции; составлять расчетные схемы систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | ПК-2.3 Определение основных характеристик безопасности систем теплогазоснабжения и вентиляции | Владеть методикой оценки основных характеристик безопасности систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | | Знать основные характеристики безопасности систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | | Уметь выполнять расчеты основных характеристик безопасности систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | ПК-2.4 Определение основных характеристик энергоэффективности систем теплогазоснабжения и вентиляции | Владеть методикой оценки основных характеристик энергоэффективности систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | | Знать основные характеристики энергоэффективности систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | | Уметь выполнять расчеты основных характеристик энергоэффективности объектов систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | ПК-2.5 Определение основных технико-экономических показателей проектных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции | Владеть методикой оценки основных технико-экономических показателей проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | | Знать основные технико-экономические показатели проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | Уметь определять стоимость проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции по приближенным методикам; выполнять оценку основных технико-экономических показателей проектного решения теплогазоснабжения и вентиляции |

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

| Код компетенции | Предшествующие дисциплины | Параллельно осваиваемые дисциплины | Последующие дисциплины |
|---|---|---|---|
| ПК-2 | Теоретические основы теплотехники | Основы обеспечения микроклимата зданий | Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции; Вентиляция; Газоснабжение; Кондиционирование воздуха и холодоснабжение; Надежность систем теплогазоснабжения и вентиляции; Отопление; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Практико-ориентированный проект; Производственная практика: преддипломная практика; Теплогенерирующие установки; Теплоснабжение; Энергосбережение в системах теплогазоснабжения и вентиляции; Энергосбережение источников тепла |

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

| Вид учебной работы | Всего часов / часов в электронной форме | 5 семестр часов / часов в электронной форме |
|---|---|---|
| **Аудиторная контактная работа (всего),** в том числе: | 32 | 32 |
| Лабораторные работы | 8 | 8 |
| Лекции | 12 | 12 |
| Практические занятия | 12 | 12 |

| | | |
|---|---|---|
| **Внеаудиторная контактная работа, КСР** | 6 | 6 |
| **Самостоятельная работа (всего),**<br>в том числе: | 177 | 177 |
| выполнение курсовых работ | 37 | 37 |
| подготовка к лабораторным работам | 50 | 50 |
| подготовка к лекциям | 20 | 20 |
| подготовка к практическим занятиям | 40 | 40 |
| подготовка к экзамену | 30 | 30 |
| **Контроль** | 1 | 1 |
| **Итого: час** | 216 | 216 |
| **Итого: з.е.** | 6 | 6 |

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

| № раздела | Наименование раздела дисциплины | Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ЛЗ | ЛР | ПЗ | СРС | Всего часов |
| 1 | Виды процессов теплообмена. Уравнение теплопроводности. Основные закономерности влагообмена | 4 | 4 | 4 | 50 | 62 |
| 2 | Основы теплопередачи в зданиях. Теплопередача через многослойное ограждение. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций. Коэффициент теплотехнической однородности. | 4 | 4 | 4 | 50 | 62 |
| 3 | Виды строительной влаги. Процессы диффузии водяного пара через ограждающие конструкции. Характеристики процесса воздухопроницаемости. Воздушный режим здания | 4 | 0 | 4 | 77 | 85 |
| | **КСР** | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| | **Контроль** | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | **Итого** | 12 | 8 | 12 | 177 | 216 |

### 4.1 Содержание лекционных занятий

| № занятия | Наименование раздела | Тема лекции | Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов) | Количество часов / часов в электронной форме |
|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Виды процессов теплообмена. Уравнение теплопроводности. Основные закономерности влагообмена | Предмет строительной теплофизики. Виды теплообмена. Физические основы процесса передачи тепла через ограждающие конструкции. | Предмет строительной теплофизики. Виды теплообмена. Физические основы процесса передачи тепла через ограждающие конструкции. | 2 |
| 2 | Виды процессов теплообмена. Уравнение теплопроводности. Основные закономерности влагообмена | Основные законы теории теплообмена. Гипотеза Фурье. Закон Ньютона-Рихмана. Закон Стефана Больцмана. Закон Фика. Дифференциальное уравнение теплопроводности. | Основные законы теории теплообмена. Гипотеза Фурье. Закон Ньютона-Рихмана. Закон Стефана Больцмана. Закон Фика. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Процессы теплообмена на поверхностях ограждающих конструкций и в воздушных прослойках. | 2 |
| 3 | Основы теплопередачи в зданиях. Теплопередача через многослойное ограждение. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций. Коэффициент теплотехнической однородности. | Теплопередача через многослойные ограждающие конструкции. Аналитический и графический методы расчета температурных полей в ограждениях. | Теплопередача через многослойные ограждающие конструкции. Аналитический и графический методы расчета температурных полей в ограждениях. | 2 |
| 4 | Основы теплопередачи в зданиях. Теплопередача через многослойное ограждение. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций. Коэффициент теплотехнической однородности. | Нормативные требования по энергосбережению в зданиях | Санитарно-гигиенические и комфортные требования по теплозащите ограждающих конструкций. Нормативные требования по энергосбережению в зданиях | 2 |
| 5 | Виды строительной влаги. Процессы диффузии водяного пара через ограждающие конструкции. Характеристики процесса воздухопроницаемости. Воздушный режим здания | Сопротивление паропроницанию.Определение плоскости возможной конденсации с помощью метода безразмерных характеристик и приближенного аналитического метода. | Аналитический и графический методы расчета полей упругости водяного пара в толще ограждающих конструкций. Сопротивление паропроницанию. Определение плоскости возможной конденсации с помощью метода безразмерных характеристик и приближенного аналитического метода. Расчет парозащиты многослойных ограждающих конструкций. | 2 |
| 6 | Виды строительной влаги. Процессы диффузии водяного пара через ограждающие конструкции. Характеристики процесса воздухопроницаемости. Воздушный режим здания | Воздухопроницаемость ограждающих конструкций. Влияние инфильтрации на теплозащитные свойства наружных стен. | Воздухопроницаемость ограждающих конструкций. Закон Ланга. Коэффициент воздухопроницемости. Экспериментальный метод определения коэффициента воздухопроницаемости. Продольная и поперечная инфильтрация холодного воздуха в ограждениях. Влияние инфильтрации на теплозащитные свойства наружных стен. | 2 |
| | | | **Итого за семестр:** | **12** |
| | | | **Итого:** | **12** |

## 4.2 Содержание лабораторных занятий

| № занятия | Наименование раздела | Тема лабораторного занятия | Содержание лабораторного занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов) | Количество часов / часов в электронной форме |
|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | |
| 1 | Виды процессов теплообмена. Уравнение теплопроводности. Основные закономерности влагообмена | Определение коэффициента теплопроводности на установке доктора Бокка | Определение коэффициента теплопроводности на установке доктора Бокка (начало) | 2 |
| 2 | Виды процессов теплообмена. Уравнение теплопроводности. Основные закономерности влагообмена | Определение коэффициента теплопроводности на установке доктора Бокка | Определение коэффициента теплопроводности на установке доктора Бокка (окончание) | 2 |
| 3 | Основы теплопередачи в зданиях. Теплопередача через многослойное ограждение. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций. Коэффициент теплотехнической однородности. | Определение сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций. | Определение сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций (начало) | 2 |
| 4 | Основы теплопередачи в зданиях. Теплопередача через многослойное ограждение. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций. Коэффициент теплотехнической однородности. | Определение сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций. | Определение сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций (окончание) | 2 |
| | | | **Итого за семестр:** | **8** |
| | | | **Итого:** | **8** |

## 4.3 Содержание практических занятий

| № занятия | Наименование раздела | Тема практического занятия | **Содержание практического занятия** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов) | Количество часов / часов в электронной форме |
|---|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | | |
| 1 | Виды процессов теплообмена. Уравнение теплопроводности. Основные закономерности влагообмена | Теплопередача через многослойные ограждающие конструкции. Теплоотдача при естественной конвекции в неограниченном пространстве. | Теплопередача через многослойные ограждающие конструкции. Теплоотдача при естественной конвекции в неограниченном пространстве. | 2 |
| 2 | Виды процессов теплообмена. Уравнение теплопроводности. Основные закономерности влагообмена | Теплотехнический расчет воздушных прослоек в ограждающих конструкциях. Особенности расчета экранной тепловой изоляции | Теплотехнический расчет воздушных прослоек в ограждающих конструкциях. Особенности расчета экранной тепловой изоляции | 2 |
| 3 | Основы теплопередачи в зданиях. Теплопередача через многослойное ограждение. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций. Коэффициент теплотехнической однородности. | Особенности расчета экранной тепловой изоляции. Аналитический и графический методы расчета температурных полей в ограждениях | Особенности расчета экранной тепловой изоляции. Аналитический и графический методы расчета температурных полей в ограждениях | 2 |
| 4 | Основы теплопередачи в зданиях. Теплопередача через многослойное ограждение. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций. Коэффициент теплотехнической однородности. | Определение приведенного сопротивления теплопередаче | Определение приведенного сопротивления теплопередаче | 2 |
| 5 | Виды строительной влаги. Процессы диффузии водяного пара через ограждающие конструкции. Характеристики процесса воздухопроницаемости. Воздушный режим здания | Расчет влажностного режима многослойной наружной стены | Расчет влажностного режима многослойной наружной стены | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 6 | Виды строительной влаги. Процессы диффузии водяного пара через ограждающие конструкции. Характеристики процесса воздухопроницаемости. Воздушный режим здания | Оценка воздухопроницаемости строительных ограждающих конструкций | Оценка воздухопроницаемости строительных ограждающих конструкций | 2 |
| | | | **Итого за семестр:** | **12** |
| | | | **Итого:** | **12** |

## 4.4. Содержание самостоятельной работы

| **Наименование раздела** | **Вид самостоятельной работы** | **Содержание самостоятельной работы** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов) | **Количество часов** |
|---|---|---|---|
| **5 семестр** | | | |
| Виды процессов теплообмена. Уравнение теплопроводности. Основные закономерности влагообмена | Подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям. Выполнение курсовой работы. | Теплопроводность. Гипотеза Фурье. Зависимость коэффициента теплопроводности строительных материалов от температуры, влажности и плотности. Теплоотдача. Закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Теплопередача. Коэффициент теплопередачи. Теплофизический расчет наружной стены. | 40 |
| Виды процессов теплообмена. Уравнение теплопроводности. Основные закономерности влагообмена | Подготовка к экзамену | Изучение лекционного материала | 10 |
| Основы теплопередачи в зданиях. Теплопередача через многослойное ограждение. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций. Коэффициент теплотехнической однородности. | Подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям. Выполнение курсовой работы. | Теплотехнический расчет строительных ограждающих конструкций. Нормативные требования по теплозащите строительных ограждающих конструкций. Определение нормативных значений сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. Аналитический и графический методы расчета температурных полей в ограждениях | 40 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Основы теплопередачи в зданиях. Теплопередача через многослойное ограждение. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций. Коэффициент теплотехнической однородности. | Подготовка к экзамену | Изучение лекционного материала | 10 |
| Виды строительной влаги. Процессы диффузии водяного пара через ограждающие конструкции. Характеристики процесса воздухопроницаемости. Воздушный режим здания | Подготовка к практическим занятиям. Выполнение курсовой работы. | Влажностный режим многослойных строительных ограждающих конструкций. Определение плоскости возможной конденсации с помощью программного комплекса «Диффузия». Приближенный аналитический метод определения плоскости возможной конденсации. Расчет парозащиты ограждающих конструкций. Определение коэффициента воздухопроницаемости строительных материалов | 60 |
| Виды строительной влаги. Процессы диффузии водяного пара через ограждающие конструкции. Характеристики процесса воздухопроницаемости. Воздушный режим здания | Подготовка к экзамену | Изучение лекционного материала | 17 |
| | | **Итого за семестр:** | **177** |
| | | **Итого:** | **177** |

## 5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

| **№ п/п** | **Библиографическое описание** | **Ресурс НТБ СамГТУ** (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.) |
|---|---|---|
| Основная литература | | |
| 1 | Вытчиков, Ю.С. Строительная теплофизика : учебное пособие / Ю. С. Вытчиков, М. Е. Сапарев; Самарский государственный технический университет, Теплогазоснабжение и вентиляция.- Самара, 2022.- 144 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu\|\|elib\|\|5667 | Электронный ресурс |
| 2 | Кудинов, А. А. Строительная теплофизика : учеб. пособие [Текст] / Самар. гос. архитектур.-строит. ун-т (СГАСУ), Каф. гидравлики и теплотехники.- Самара, СГАСУ, 2008.- 228 с. | Электронный ресурс |

| | | |
|---|---|---|
| Дополнительная литература | | |
| 3 | Вытчиков, Ю.С. Нестационарная теплопередача в зданиях и сооружениях : учебное пособие / Ю. С. Вытчиков, М. Е. Сапарев, А. А. Чулков; Самар.гос.техн.ун-т, Общая и прикладная физика и химия.- Самара, 2018.- 86 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu\|\|elib\|\|3451 | Электронный ресурс |
| Учебно-методическое обеспечение | | |
| 4 | Вытчиков, Ю. С. Программно-дидактические тестовые задания по строительной теплофизике : метод. указания [для студентов, обучающихся по профилю подгот. "Теплогазоснабжение и вентиляция", по направлению 270800.62 "Строительство"] [Электронный ресурс] / Самар. гос. архитектур.-строит. ун-т (СГАСУ), Каф. общ. и приклад. физики и химии.- Самара, СГАСУ, 2015.- 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) | Электронный ресурс |
| 5 | Лабораторный практикум по тепломассообмену : методические указания / Самарский государственный технический университет, Самарский государственный архитектурно-строительный университет, Гидравлика и теплотехника; сост.: Ю. С. Вытчиков, А. Л. Лукс, И. В. Кудинов.- Самара, 2012.- 80 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu\|\|elib\|\|4377 | Электронный ресурс |
| 6 | Программно-дидактические тестовые задания по строительной теплофизике : методические указания / Самарский государственный технический университет, Самарский государственный архитектурно-строительный университет, Общая и прикладная физика и химия; сост.: Ю. С. Вытчиков, Е. Н. Нохрина.- Самара, 2015.- 44 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu\|\|elib\|\|4685 | Электронный ресурс |
| 7 | Строительная физика : методические указания для проведения лабораторных работ / Самарский государственный технический университет, Самарский государственный архитектурно-строительный университет, Гидравлика и теплотехника; сост.: Ю. С. Вытчиков, Т. Е. Власова.- Самара, 2006.- 40 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu\|\|elib\|\|4360 | Электронный ресурс |

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

## 6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

| № п/п | Наименование | Производитель | Способ распространения |
|---|---|---|---|
| 1 | Adobe Reader | Adobe Systems Incorporated (Зарубежный) | Свободно распространяемое |
| 2 | Microsoft Office Open License Academic | Microsoft (Зарубежный) | Свободно распространяемое |

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование | Краткое описание | Режим доступа |
|---|---|---|---|
| 1 | Консультант плюс | http://www.consultant.ru | Ресурсы открытого доступа |
| 2 | Научная электронная библиотека | http://elibrary.ru/ | Ресурсы открытого доступа |
| 3 | Научная электронная библиотека «Киберленинка» | https://cyberleninka.ru | Ресурсы открытого доступа |
| 4 | Статьи, обзоры, авторефераты | http://www.exponenta.ru/educat/news/art.asp | Ресурсы открытого доступа |

## 8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

**Лекционные занятия**

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер / ноутбук), учебно-наглядные, учебно-методические пособия, тематические иллюстрации.

**Практические занятия**

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

**Лабораторные занятия**

Для лабораторных занятий используется аудитория № 21т на 16 посадочных мест, оснащенная
следующим оборудованием:
1. Установка Бокка,
2. Установка для измерения коэффициента теплоотдачи,
3. Установка для измерения коэффициента теплопроводности методом регулярного режима,
4. ИПП – 2.

**Самостоятельная работа**

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью
подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ:
- читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус №8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 31, 34, 35 Главный корпус библиотеки; ауд. 83а, 414, 416, 0209 12 корпус; ауд. 401 корпус №10).

## 9. Методические материалы

### Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

### Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и

индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

## Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчётности по данной работе.

## Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

## 10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.В.02.02 «Строительная теплофизика»

**Фонд оценочных средств**
**по дисциплине**
**Б1.В.02.02 «Строительная теплофизика»**

| | |
|---|---|
| **Код и направление подготовки (специальность)** | 08.03.01 Строительство |
| **Направленность (профиль)** | Теплогазоснабжение и вентиляция |
| **Квалификация** | Бакалавр |
| **Форма обучения** | Очно-Заочная |
| **Год начала подготовки** | 2023 |
| **Институт / факультет** | Факультет инженерных систем и природоохранного строительства (ФИСПОС) |
| **Выпускающая кафедра** | Кафедра "Теплогазоснабжение и вентиляция" |
| **Кафедра-разработчик** | Кафедра "Теплогазоснабжение и вентиляция" |
| **Объем дисциплины, ч. / з.е.** | 216 / 6 |
| **Форма контроля (промежуточная аттестация)** | Экзамен |

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

| Наименование категории (группы) компетенций | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции) |
|---|---|---|---|
| Профессиональные компетенции | | | |
| Не предусмотрено | ПК-2 Способность выполнять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции | ПК-2.1 Применение нормативно-технических документов, устанавливающих требования к расчетному обоснованию проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции | Владеть навыками применения нормативно-технических документов, устанавливающих требования к расчетному обоснованию проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | | Знать нормативно-технические документы, устанавливающие требования к расчетному обоснованию проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | | Уметь выбирать нормативно-технические документов, устанавливающие требования к расчетному обоснованию проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции; представлять и защищать результаты работ по разработке проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | ПК-2.2 Определение основных параметров инженерных систем и оборудования систем теплогазоснабжения и вентиляции | Владеть методикой приближенного определения стоимости проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | | Знать основные параметры инженерных систем и оборудования систем теплогазоснабжения и вентиляции |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | Уметь определять основные параметры инженерных систем и оборудования систем теплогазоснабжения и вентиляции; составлять расчетные схемы систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | ПК-2.3 Определение основных характеристик безопасности систем теплогазоснабжения и вентиляции | Владеть методикой оценки основных характеристик безопасности систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | | Знать основные характеристики безопасности систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | | Уметь выполнять расчеты основных характеристик безопасности систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | ПК-2.4 Определение основных характеристик энергоэффективности систем теплогазоснабжения и вентиляции | Владеть методикой оценки основных характеристик энергоэффективности систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | | Знать основные характеристики энергоэффективности систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | | Уметь выполнять расчеты основных характеристик энергоэффективности объектов систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | ПК-2.5 Определение основных технико-экономических показателей проектных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции | Владеть методикой оценки основных технико-экономических показателей проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции |
| | | | Знать основные технико-экономические показатели проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | Уметь определять стоимость проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции по приближенным методикам; выполнять оценку основных технико-экономических показателей проектного решения теплогазоснабжения и вентиляции |

**Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения**

| **Код и индикатор достижения компетенции** | **Оценочные средства** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Виды процессов теплообмена. Уравнение теплопроводности. Основные закономерности влагообмена | Основы теплопередачи в зданиях. Теплопередача через многослойное ограждение. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций. Коэффициент теплотехнической однородности | Виды строительной влаги. Процессы диффузии водяного пара через ограждающие конструкции. Характеристики процесса воздухопроницаемости. Воздушный режим здания | **Раздел 1-3** |
| | Отчет по ЛР, решение задач на практических занятиях | Отчет по ЛР, решение задач на практических занятиях | Решение задач на практических занятиях | Устный опрос |
| | Текущая аттестация | | | Промежуточная аттестация – экзамен, контрольная работа |
| **ПК-2** | **+** | **+** | | **ПК-2** |

**Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП**

***Формы текущего контроля успеваемости***

| **№ раздела (-ов)** (этапа формирования компетенции) | **№ (указать вид) занятия** | **Наименование оценочного средства** (решение задач, контрольная работа, отчет по лабораторным работам, тестирование, курсовая работа (проект), реферат и др.) | **Код контролируемой компетенции** |
|---|---|---|---|
| 1-2 | Л.з. № 1-4 | Отчет по лабораторным работам | ПК-2 |
| 1-3 | П.з. № 1-6 | Решение задач | ПК-2 |
| 1-3 | | Курсовая работа | ПК-2 |

**Образец отчета по лабораторной работе № 1**

## Лабораторная работа 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА УСТАНОВКЕ ДОКТОРА БОККА

1. Цель работы и ее практическое значение

При выполнении лабораторной работы №1 студент должен изучить методику проведения эксперимента по определению коэффициента теплопроводности строительных и теплоизоляционных материалов в соответствии с ГОСТ 7076-99 «Материалы и изделия строительные. Методы определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом потоке».

По заданию преподавателя требуется определить коэффициент теплопроводности одного образца строительного или теплоизоляционного материала.

2. Краткие теоретические сведения

Большинство экспериментальных методов определения коэффициента теплопроводности основывается на наблюдении за температурным полем, возбужденным тепловым потоком в исследуемом теле. Применительно к стационарным условиям используется закон Фурье

$$Q = -\lambda \cdot \frac{\partial t}{\partial n} \cdot F \quad (1)$$

и дифференциальное уравнение теплопроводности

$$\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} = 0\,. \quad (2)$$

Приведенные уравнения справедливы для твердых тел, физические свойства которых не зависят от температуры.

Решение дифференциальных уравнений (1) и (2) применительно к одномерному температурному полю в пластине позволяет найти коэффициент теплопроводности из соотношения

$$\lambda = \frac{Q \cdot k}{t_{w1} - t_{w2}}\,, \quad (3)$$

Для неограниченного плоского слоя

$$k = \frac{\delta}{F_p}, (4.)$$

Из уравнения (3) следует, что общий принцип измерения коэффициента теплопроводности состоит в определении теплового потока Q, проходящего через опытный образец заданных размеров, и перепада температур $t_{w1} - t_{w2}$ на обеих его изотермических поверхностях.

Выражение (3) выведено в предположении, что $\lambda$ является постоянной величиной, не зависящей от температуры. При коэффициенте теплопроводности, изменяющейся с температурой, формулой (1.3.) можно пользоваться, если температурный перепад в слое исследуемого вещества незначителен и истинные значения $\lambda$ с достаточной точностью, можно заменить средними в данном интервале температур.

3. Описание установки

Прибор доктора Бокка (рис. 1)предназначен для точного определения коэффициента теплопроводности стройматериалов и теплоизоляционных материалов в пределах

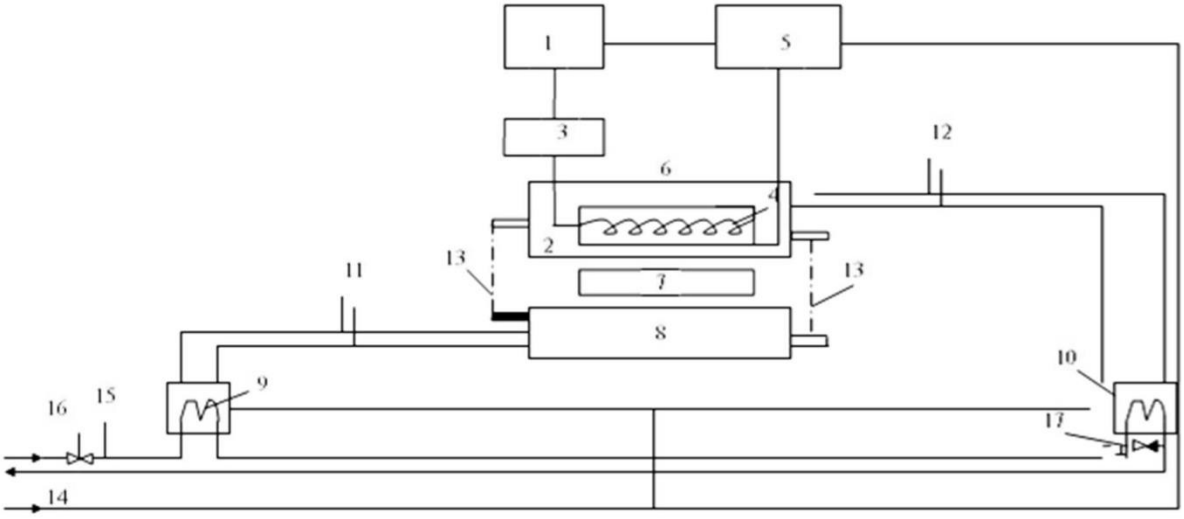



Рис. 1.1. Принципиальная схема установки доктора Бокка:

1 – счетчик переменного тока; 2 – нагревательная плита; 3 – делитель напряжения; 4 – термоэлектрическая батарея; 5 – регулятор с падающей дужкой; 6 – защитная плита; 7 – образец; 8 – плита охлаждения; 9, 10 – термостаты; 11, 12 – ртутные термометры; 13 – микрометрический винт; 14 – сеть; 15 – термометр; 16, 17 - краны

$$\lambda = 0{,}25 \div 1{,}7 \ \text{Вт/(м} \cdot \text{К)}.$$

Погрешность определения коэффициента теплопроводности составляет 2÷3%. Измерения обычно проводятся при комнатной температуре (20÷25 $^0$C), но могут также осуществляется при более высоких (до 80 $^0$C) температурах или при использовании охладительной установки ниже 0 $^0$C.

В приборе Бокка для определения теплопроводности создается постоянный однородный тепловой поток, который и измеряется.

Установленный в приборе счетчик переменного тока 1 показывает электрическую энергию, которую потребляет нагревательная плита 2, и сопротивление делителя напряжения 3. Благодаря делителю напряжения нагрузка счетчика переменного тока почти постоянна, так что его показания практически безошибочны и пропорциональны тепловому потоку.

Термоэлектрическая батарея 4 и регулятор с падающей дужкой 5 регулируют температуру нагревательной плиты относительно температуры защитной плиты 6.

При этом ступенчатый выключатель потенциометра регулирует расход электроэнергии в соответствии с тепловым потоком, проходящим через образец 7, который укладывается между плитами нагрева и охлаждения 8. Таким образом, мощность нагревательной плитки задаётся делителем напряжения, фиксированные ступени которого обеспечивают большую точность измерения.

Этот метод имеет особое преимущество перед обычным измерением тока в том, что он совершенно не зависит от постоянства напряжения в сети.

Как показано на схеме, холодная вода протекает через оба термостата 9 и 10. Температура жидкости при подаче к плиткам и отводе измеряется ртутными термометрами 11 и 12 с ценой деления 0,2 $^0$C.

Толщина образца определяется как средняя величина показаний микрометрических винтов для измерения толщины 13. Вмонтированные в операционный щит часы служат для определения продолжительности эксперимента. Температура холодной воды измеряется термометром 15.

4. Порядок проведения опыта

1. С помощью откидного рукава снять защитную нагревательную плитку, образец уложить и после установки ее над образцом определить его толщину микрометрическими винтами. После измерения с целью обеспечения лучшего контакта образца с плитами измерительные винты на защитной плите несколько ослабить. Закончив подготовку к эксперименту, плиты накрыть теплоизоляционным ящиком.
2. Установить с помощью поворотных магнитов контактные термометры термостатов 9 и 10 на предусмотренную температуру охлаждающей и нагревательной плит (см. рис.1.).
3. Выбрать необходимую ступень мощности нагревательной плиты, руководствуясь диаграммой (рис.2). Ступень мощности определяется по измеряемой толщине образца и предполагаемой величине коэффициента теплопроводности исследуемого материала.

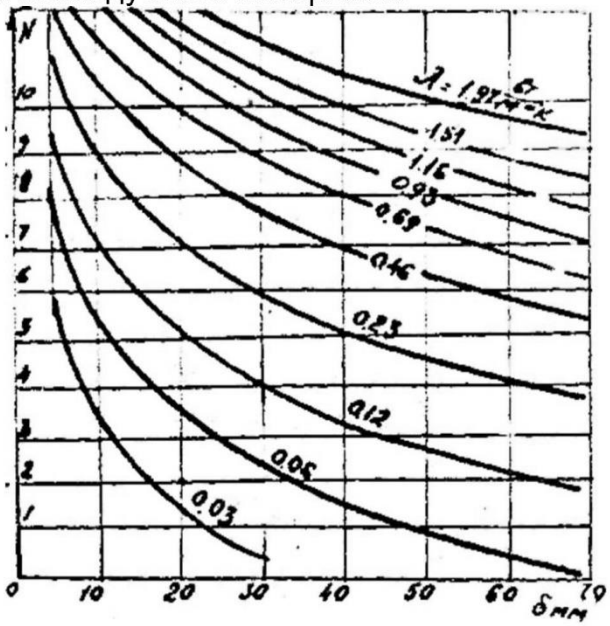



Рис.2. Диаграмма для выбора ступени мощности нагревательной плиты

4. Включить прибор в сеть 14 (см. рис.1.). Левая лампа тлеющего разряда должна зажечься, и вольтметр покажет рабочее напряжение в цепи канала, которое необходимо установить вмонтированным трансформатором на 120В.
5. Термостаты ввести в действие включателями, находящимися на их боковых поверхностях.

6. Когда в термостатах установится нужная температура, открыть краны 16 и 17 и отрегулировать расход холодной воды так, чтобы время включения нагрева термостата примерно было равно времени отключения (см. рис.1.). Моменты времени коммутации сигнализируются соответствующими контрольными лампами на панели.
7. Проконтролировать выход установки на стационарный режим. Красная стрелка регулятора с падающей дужкой будет симметрично отклоняться от нуля при регулярном подъеме и опускании дужки. При подъеме должна загораться контрольная лампочка нагревательной плитки.
8. После того как аппаратура нагрета и отрегулирована, определить и занести в протокол измерений следующие величины:
   а) время $Z$;
   б) показания счетчика E, установленную ступень мощности;
   в) температуры на защитной плитке нагрева $t_{w1}$ и $t_{w2}$;
   г) температуры на плитке охлаждения $t_{k1}$ и $t_{k2}$.

Определение вышеперечисленных величин повторить через 0,5 часа.

5. Математическая обработка результатов измерений

Обозначения: $d_1$, $d_2$, $d_3$, $d_4$ – толщина образца, мм; d – средняя толщина образца, мм; $t_{w1}$, $t_{w2}$ – температуры защитной плитки нагревателя, $^0$C; $t_w$ – средняя температура защитной плитки, $^0$C; $t_{k1}$, $t_{k2}$ – температуры плитки охлаждения, $^0$C;

$t_k$ – средняя температура плитки охлаждения, $^0$C; $\Delta t$ – разность температур, $^0$C; E - работа электрического тока, Вт · ч; $\Delta E$ – работа электрического тока между двумя измерениями, Вт · ч; $Z$ - время, ч; $\Delta Z$ - разность времени между измерениями, ч; q- плотность теплового потока, Вт/м$^2$; $K_i$ – константа ступени мощности, Вт/м$^2$ · Вт · ч; λ – коэффициент теплопроводности, Вт/м · $^0$C.

Средняя толщина образца равна: $d = \dfrac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4}{4}$ (5)

Средняя температура находится по формулам: $t_w = 0{,}5\left(t_{w1} + t_{w2}\right)$; (6)

$$t_k = 0{,}5\left(t_{k1} + t_{k2}\right). \quad (7)$$

*Таблица 1* - **Протокол испытаний**

| Измеряемые величины | Отсчеты опыта | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **1** | | **2** | | **3** | |
| | начало | конец | начало | конец | начало | конец |
| Время, *z* | | | | | | |
| Температура помещения | | | | | | |
| Показания счётчика, *E* | | | | | | |
| Приток в теплую плиту, $t_{w1}$ | | | | | | |
| Вытекание из теплой плиты, $t_{w2}$ | | | | | | |
| Приток в холодную плиту, $t_{k1}$ | | | | | | |
| Вытекание из холодной плиты, $t_{k2}$ | | | | | | |
| Микрометр, $d_1$ | | | | | | |
| $d$ | | | | | | |
| $d_3$ | | | | | | |
| $d_4$ | | | | | | |
| $d_{ср.}$ | | | | | | |
| Мощность | | | | | | |
| $\Delta E$ | | | | | | |
| $\Delta z$ | | | | | | |
| $\Delta E/\Delta z$ | | | | | | |

Разность температур равна: $\Delta t = t_w - t_k$, (8.)

Плотность теплового потока составляет: $q = K_i \cdot \frac{\Delta E}{\Delta Z}$, (9.)

Величина $K_i$ может быть принята для соответствующей ступени мощности из следующих данных:

| № ступени | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_i$ Вт/м$^2$·Вт·ч | 0,123 | 0,176 | 0,265 | 0,391 | 0,687 | 0,851 | 1,272 | 1,895 | 2,75 | 3,97 | 5,66 | 7,93 |

Коэффициент теплопроводности определяется по закону Фурье: $\lambda = \frac{q \cdot d}{\Delta t}$. (10.)

Контрольные вопросы

1. В чем заключается физический смысл коэффициента теплопроводности?
2. Какие факторы влияют на значение коэффициента теплопроводности строительных и теплоизоляционных материалов?
3. Напишите дифференциальное уравнение теплопроводности?
4. Как формулируется гипотеза Фурье?
5. От чего зависит тепловой поток, проходящий через плоскую стенку?
6. С помощью, каких приборов измеряется перепад температур на гранях образца?
7. Каким образом определяется удельный тепловой поток, проходящий через образец?
8. На каком принципе работает контактный термометр?
9. Можно ли испытывать образцы на установке доктора Бокка кубической формы?
10. Укажите назначение термостатов в установке доктора Бокка?

**Образец задачи**

1. Найти значение упругости водяного пара в плоскости возможной конденсации за период с отрицательными температурами, если заданы следующие величины: $t_в = 20$ °С; $t_{н4} = 8,22$ °С; $R_0^{усл} = 2,3\ (м^2 \cdot °C / Вт)$; $\alpha_в = 8,7\ \ Вт/(м^2 \cdot °C)$; $\delta_1 = 0,02\ м$; $\lambda_1 = 0,7\ \ Вт/(м \cdot °C)$; $\delta_2 = 0,382\ м$; $\lambda_2 = 0,24\ \ Вт/(м \cdot °C)$

Решение:

Упругость водяного пара Е, Па, принимается по температуре в плоскости возможной конденсации, определяемой при средней температуре наружного воздуха соответственно зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов.

Находим температуру в плоскости возможной конденсации за период с отрицательными температурами:

$$\tau_2 = t_в - \frac{t_в - t_{н4}}{R_0^{усл}} \cdot \left( \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^{2} R_i \right) = 20 - \frac{20 + 8,22}{2,3} \cdot 1,736 = -1,3\ °C;$$

Следовательно:

$$E_o = 549\ Па.$$

***Формы промежуточной аттестации:***
***экзамен, КР***

**ПК-2**

Вопросы к экзамену

1. Теплообмен. Виды теплообмена.
2. Теплопроводность. Закон Фурье.
3. Зависимость коэффициента теплопроводности строительных материалов от температуры, влажности и плотности.
4. Теплоотдача. Закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.
5. Теплопередача. Коэффициент теплопередачи. Термическое сопротивление теплопередаче.
6. Общая последовательность теплотехнического расчета наружных ограждающих конструкций зданий.
7. Расчет температурного поля в ограждении. Аналитический метод.
8. Расчет температурного поля в ограждении. Графический метод.
9. Приведенное сопротивление теплопередаче сложного ограждения.
10. Теплопередача через ограждение с теплопроводным включением.
11. Теплопередача в наружном углу.
12. Теплозащитные свойства наружных ограждений.
13. Теплоустойчивость наружного ограждения.
14. Причины появления влаги в ограждениях.
15. Физические параметры влажного воздуха.
16. Паропроницаемость.
17. Основные уравнения процессов диффузии водяных паров.
18. Расчет влажностного режима при стационарных условиях диффузии водяного пара.
19. Определение количества конденсата в ограждении при наличии условий для конденсации в нем водяного пара.
20. Расчет времени, необходимого для просыхания ограждения, после прекращения конденсации в нем водяного пара.
21. Конденсация влаги на поверхности ограждения.
22. Меры против конденсации влаги на поверхности и внутри ограждения.
23. Гравитационное и ветровое давления. Расчетная разность давлений.
24. Воздухопроницаемость. Расчет наружных ограждений на воздухопроницаемость.
25. Теплопередача через ограждение при наличии воздухопроницаемости.
26. Теплопередача через окно с учетом воздухопроницания.
27. Теплопередача через ограждение в зоне воздухопроницаемого стыка.
28. Теплообмен в помещении. Виды теплообмена и элементы помещения, участвующие в нем.
29. Теплообмен излучением между двумя поверхностями помещения.
30. Лучистый теплообмен поверхностей помещения. Радиационная температура.
31. Особенности конвективного теплообмена при свободном движении жидкости в замкнутом объеме помещения.
32. Конвективный теплообмен при вынужденном движении воздуха в помещении.
33. Уравнение общего теплообмена в помещении.
34. Теплообмен человека в помещении.
35. Комфортность тепловой обстановки в помещении.
36. Первое условие комфортности.

37. Второе условие комфортности.
38. Расчет теплового режима помещения.
39. Проверка условий комфортности тепловой обстановки в помещении.
40. Расчет теплопотерь через ограждающие конструкции зданий. Основные теплопотери.
41. Расчет теплопотерь через ограждающие конструкции зданий. Добавочные теплопотери.
42. Расчет теплопотерь через полы на грунте и на лагах и через подземную часть наружных стен, расположенных ниже уровня земли.

**а) Типовой экзаменационный билет.**

САМАРСКИЙ ПОЛИТЕХ
Опорный университет

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

Кафедра *Теплогазоснабжения и вентиляции*

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

по дисциплине (модулю) *Строительная теплофизика*

Код направления подготовки (специальности) 08.03.01 Факультет заочный Семестр

1. Теплопроводность. Гипотеза Фурье.
2. Гравитационное и ветровое давление. Расчетная разность давлений.
3. Задача

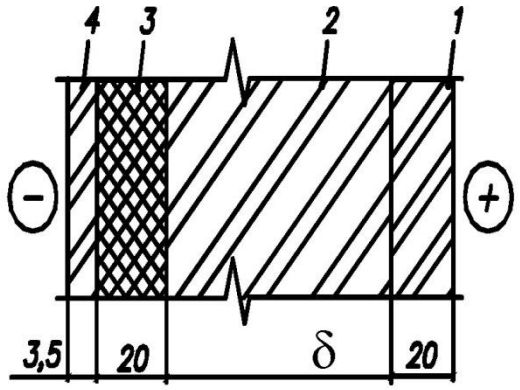
Составил *Вытчиков Ю.С.* Утверждаю:
Заведующий кафедрой Зеленцов Д.В.

*Дата (число, месяц, год)* *Дата (число, месяц, год)*

Образец задания к курсовой работе

**«Строительная теплофизика»**
**«Теплофизический расчет наружной стены»**
**ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

1) район строительства – г. Самара;
2) конструкция наружной стены:




1 слой – известково-песчаный раствор;
2 слой – монолитный керамзитобетон,
$\gamma_2 = 800 кг/м^3$;
3 слой – цементно-песчаный раствор;
4 слой – фасадная система ЛАЭС:
$\gamma_4 = 1600 кг/м^3; \lambda_4 = 0,7 Вт/м \cdot °C;$
$\mu_4 = 0,05 мг/м \cdot ч \cdot Па.$

3) назначение здания – жилое.

Климатические характеристики района строительства приведены в СП 131.13330.2012, откуда для выполнения работы необходимо выписать следующие данные:

1) продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8°С, $Z_{о.п.}$;

2) среднюю температуру наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, $t^5_н$, °С;

3) среднюю температуру отопительного периода $t_{о.п.}$, °С;

4) среднюю температуру наиболее холодного месяца $t_н^{х.м.}$, °С;

5) среднюю относительную влажность наружного воздуха за январь $\varphi_н$, %;

6) среднее месячное и годовое парциальное давление **е**, ГПа.

## СОСТАВ РАБОТЫ

1. Теплотехнический расчет наружной стены
2. Расчет влажностного режима наружной стены
3. Теплоустойчивость наружной стены
4. Определение сопротивления воздухопроницанию наружной стены

## ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ К КР

1. Укажите виды теплообмена.
2. Укажите виды передачи тепла от наружной поверхности ограждения к окружающему воздуху.
3. Назовите виды теплообмена человека с окружающей средой.
4. За счет чего осуществляется передача тепла теплопроводностью?

## ОФОРМЛЕНИЕ РАБОТЫ

Согласно рекомендациям, задаются параметры воздуха в помещении – температура $t_в$ и относительная влажность $\varphi_в$..

Для жилых и общественных зданий расчётная температура внутреннего воздуха принимается в зависимости от значения средней температуры наиболее холодной пятидневки $t_н^5$.

Если $t_н^5 \geq$ -30 °С, то $t_в$=20 °С;

Если $t_н^5 <$ -30 °С, то $t_в$=21°С.

Относительная влажность для жилых зданий принимается равной $\varphi_в$=55% .

Теплофизические характеристики принимаются в зависимости от условий эксплуатации наружной стены, которые определяются влажностным режимом помещения и зоной влажности места строительства.

Влажностный режим жилого помещения принимаем нормальным.

По карте приложения А и таблице приложения Б определяем условия эксплуатации ограждающей конструкции. Далее по приложению В находим

основные теплофизические характеристики материалов слоёв ограждения, а именно:

коэффициенты теплопроводности λ, Вт/(м ·°С);

коэффициенты паропроницаемости μ, мг/(м · ч · Па).

Теплофизические характеристики материалов ограждения заносятся в таблицу:

| Номер слоя | Материал слоя | Плотность, $\gamma_0$, кг/м$^3$ | Влажность, $\omega$, % | Коэффициенты | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | λ, Вт/(м ·°С) | μ, мг/(м·ч·Па) |
| | | | | | |

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций**

*Приводятся методические рекомендации и критерии оценивания заданий или иных материалов, указанных в предыдущем разделе.*

*Если оценивание заданий проводится в балльной системе, необходимо перевести баллы в применяемую в СамГТУ систему оценивания: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено».*

**Характеристика процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Периодичность и способ проведения процедуры оценивания | Методы оценивания | Виды выставляемых оценок | Способ учета индивидуальных достижений, обучающихся |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Вопросы к устному опросу | систематически на всех видах занятий /письменно и устно | экспертный | По пятибалльной шкале | рабочая книжка преподавателя |
| 2. | Задачи для решения на практических занятиях | систематически на практических занятиях / устно | экспертный | По пятибалльной шкале | рабочая книжка преподавателя |
| 3. | Защита отчёта по лабораторным работам | систематически на лабораторных занятиях / устно | экспертный | По пятибалльной шкале | рабочая книжка преподавателя |
| 4. | Защита курсовой работы | по окончании изучения дисциплины/ устно | экспертный | По пятибалльной шкале | ведомость, зачетная книжка |
| 5. | Промежуточная аттестация – вопросы к экзамену | по окончании изучения дисциплины/ устно и письменно | экспертный | По пятибалльной шкале | экзаменационная ведомость, зачетная книжка |

**Критерии и шкала оценивания результатов изучения дисциплины во время занятий (текущий контроль успеваемости)**

**Критерии оценки и шкала оценивания вопросов к устному опросу**

| Шкала оценивания | Критерии оценки | Кол-во баллов |
|---|---|---|
| «Отлично» | Студент показывает полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано отвечает на поставленный вопрос, а также дополнительные вопросы, показатели рейтинга (все предусмотренные РПД учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному). | (16-25) баллов |
| «Хорошо» | Студент показывает глубокие знания программного материала, грамотно его излагает, достаточно полно отвечает на поставленный вопрос и дополнительные вопросы, умело формулирует выводы, допуская незначительные погрешности, показатели рейтинга (все предусмотренные РПД учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено максимальным числом баллов). | (11-15) баллов |
| «Удовлетворительно» | Студент показывает достаточные, но неглубокие знания программного материала; при ответе не допускает грубых ошибок или противоречий, однако в формулировании ответа отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами, для получения правильного ответа требуется уточняющие вопросы, достигнуты минимальные или выше показатели рейтинговой оценки при наличии выполнения предусмотренных РПД учебных заданий | (1-10) баллов |
| «Неудовлетворительно» | Ответы на вопросы даны не верно | 0 баллов |

**Критерии оценивания задач для решения на практических занятиях**

| Шкала оценивания | Критерии оценки | Кол-во баллов |
|---|---|---|
| «Отлично» | выставляется студенту, если он исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал | (21-30) баллов |

| | | |
|---|---|---|
| | монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. | |
| «Хорошо» | выставляется студенту, если он по существу излагает материал, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Знает наиболее важные закономерности | (11-20) баллов |
| «Удовлетворительно» | выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Знает перечень наиболее важных категорий, основные направления взаимодействия указанных категорий. Умеет определять смысл. Владеет основными методами способами и средствами получения, хранения, переработки информации. | (1-10) баллов |
| «Неудовлетворительно» | выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями отвечает на практикоориентированные вопросы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. | (0) баллов |

**Критерии оценивания защиты отчёта по лабораторным работам**

| Шкала оценивания | Критерии оценки | Кол-во баллов |
|---|---|---|
| «Отлично» | ставится, если учащийся выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдает требования правил безопасности труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей. Отвечает на все поставленные вопросы | (31-45) баллов |
| «Хорошо» | ставится, если выполнены требования к оценке «отлично», но было допущено два - три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочёта | (16-30) баллов |
| «Удовлетворительно» | ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, позволяет получить правильные результаты и выводы: если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки. Затрудняется дать ответы на поставленные вопросы | (1-15) баллов |
| «Неудовлетворительно» | ставится, если работа выполнена не полностью | (0) баллов |

**Общие критерии и шкала оценивания результатов для допуска к промежуточной аттестации**

| | Наименование оценочного средства | Балльная шкала |
|---|---|---|
| 1. | Вопросы к устному опросу | 0-25 баллов |
| 2. | Задачи для решения на практических занятиях | 0-25 баллов |
| 3. | Защита отчёта по лабораторным работам | 0-25 баллов |
| 4. | Тестирование – вопросы к тестированию | 0-25 баллов |
| | **Итого:** | 100 баллов |

Максимальное количество баллов за семестр – 100. Обучающийся допускается к промежуточной аттестации при условии 51 и более набранных за семестр баллов.

**Критерии и шкала оценивания результатов изучения дисциплины на промежуточной аттестации**

Основанием для определения оценки на экзаменах служит уровень освоения обучающимися материала и формирования компетенций, предусмотренных программой учебной дисциплины.

Успеваемость на экзамене определяется оценками: 5 «отлично»; 4 «хорошо»; 3 «удовлетворительно»; 2 «неудовлетворительно».

**Оценку «отлично»** получает обучающийся, освоивший компетенции дисциплины на всех этапах их формирования **на 85-100 %,** показавший всестороннее, систематическое и глубокое

знание учебного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные рабочей программой, усвоивший основную и ознакомленный с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется обучающимся, усвоившим взаимосвязь основных положений учебной дисциплины, необходимых для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала.

**Оценку «хорошо»** заслуживает обучающийся, освоивший компетенции дисциплины на всех этапах их формирования **на 71-84 %,** обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные рабочей программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется обучающимся, продемонстрировавшим систематическое владение материалом дисциплины, способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности, но допустившим несущественные неточности в ответе.

**Оценку «удовлетворительно»** получает обучающийся, освоивший компетенции дисциплины на всех этапах их формирования **на 51-70 %,** обнаруживший знание основного учебного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных рабочей программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для устранения под руководством преподавателя допущенных недочетов.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, освоившему компетенции дисциплины на всех этапах их формирования менее чем **на 51%,** обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных рабочей программой заданий.

**Шкала оценивания результатов**

| **Процентная шкала** (при ее использовании) | **Оценка в системе «неудовлетворительно – удовлетворительно – хорошо – отлично»** |
|---|---|
| 0-50% | Неудовлетворительно |
| 51-70% | Удовлетворительно |
| 71-84% | Хорошо |
| 85-100% | Отлично |