

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета Мелькумов В.Н. С.А. Яременко
«31» августа 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Строительная теплофизика»

Направление подготовки 08.03.01 Строительство

Профиль Теплогазоснабжение и вентиляция

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2018

Автор программы

Драпалюк Н.А. /Драпалюк Н.А./

Заведующий кафедрой
Жилищно-коммунального
хозяйства

Драпалюк Н.А. /Драпалюк Н.А./

Руководитель ОПОП

Мелькумов В.Н. /Мелькумов В.Н./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

- дать представления о показателях наружного климата, влияющего на тепловой, влажностный и воздушный режимы здания;
- изучить законы и методы расчета тепломассообмена в ограждающих конструкциях, а также основы расчета теплового, воздушного и влажностного режимов помещений;
- освоить показатели комфортности внутренней среды для человека.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- студент должен иметь достаточные знания законов, понятий, характеристик тепломассообмена в зданиях, владеть методами аналитического, численного, инженерного расчета и экспериментальных исследований по дисциплине;
- студент должен уметь рассчитывать теплозащиту, теплоустойчивость, воздухопроницаемость и влажностный режим ограждающих конструкций, применять нормативные характеристики наружного климата и оценивать тепловые показатели внутренней среды помещения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Строительная теплофизика» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Строительная теплофизика» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-8 - Способен проводить технико-экономический анализ технических решений систем ТГВ и технических решений по обеспечению энергоэффективности на объектах капитального строительства

ПК-7 - Способен осуществлять и контролировать проведение расчётного обоснования технических решений систем теплогазоснабжения и вентиляции

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-8	знать - нормативные правовые, технические, экономические и экологические основы энергосбережения; - основные балансовые соотношения для анализа энергопотребления в системах ТГСиВ; - основные критерии энергосбережения систем ТГСиВ; - типовые энергосберегающие мероприятия в системах ТГСиВ, промышленности и объектах ЖКХ.
	уметь - производить расчеты с оценкой потенциала энергосбережения на объекте деятельности; - планировать мероприятия по энергосбережению;

	<ul style="list-style-type: none"> - оценивать работу по энергоаудиту и составлению энергетического паспорта объекта; - производить подбор энергосберегающего оборудования в инженерных системах
	<p>владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> - методиками проведения расчетов с оценкой потенциала энергосбережения; - методами эксплуатации инженерных систем в энергосберегающих режимах.
ПК-7	<p>знать</p> <ul style="list-style-type: none"> - законы и методы расчета тепломассообмена в ограждающих конструкциях, а также основы расчета теплового, воздушного и влажностного режимов помещений. Освоить показатели комфортности внутренней среды для человека. <p>уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> - систематизировать информационные и исходные данные для проектирования ограждающих конструкций; - рассчитывать и конструировать детали и узлы ограждающих конструкций с использованием стандартных средств; - обеспечивать соответствие разрабатываемых конструкций ограждений стандартом, нормам и правилам, техническим условиям и другим исполнительным документам; - анализировать научно-техническую информацию отечественного и зарубежного опыта по строительной теплофизике; - проводить эксперименты по заданным методикам, составлять описание проводимых исследований и систематизировать результаты; - подготавливать данные в установленной форме для составления обзоров, отчетов, научных и иных публикаций. <p>владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчетом и конструированием деталей и узлов ограждающих конструкций с использованием стандартных средств; - стандартным пакетом автоматизации проектирования и исследований по строительной теплофизике.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Строительная теплофизика» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Самостоятельная работа	90	90
Курсовая работа	+	+
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	8	8
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	4	4
Самостоятельная работа	132	132
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Введение	Цель. Задачи дисциплины. Понятие микроклимата помещения.	2	4	10	16
2	Теплообмен в помещении	Тепловой режим помещения. Теплопроводность. Лучистый теплообмен в помещении. Конвективный теплообмен в помещении. Общий теплообмен на поверхности в помещении. Тепловой баланс воздуха в помещении.	2	4	10	16
3	Теплообмен человека в помещении	Полная система уравнений общего теплообмена в помещении. Одно уравнение общего теплообмена в помещении (уравнение профессора В.Н. Богословского). Расчетные внутренние тепловые условия.	2	4	10	16

4	Стационарная теплопередача через ограждение здания	Одномерное температурное поле. Особенности теплопередачи через отдельные конструкции ограждений при стационарном режиме. Приведенное сопротивление теплопередаче сложного ограждения. Теплопередача герметичной и вентилируемой воздушных прослоек.	2	4	10	16
5	Нестационарные тепловые процессы в ограждениях зданий	Инженерный метод расчета теплоустойчивости ограждения.	2	4	10	16
6	Зимний тепловой режим помещения	Характеристики наружного климата Нормирование и расчет теплозащитных свойств ограждения Определение потерь теплоты помещением	2	4	10	16
7	Теплоустойчивость помещения	Колебания температуры воздуха и теплопоглощение ограждением Прерывистые поступления лучистой и конвективной теплоты	2	4	10	16
8	Паропроницаемость строительных конструкций	Определение понятия паропроницаемости. Методика расчета. Нормативная литература. Сравнительный анализ различных строительных конструкций и материалов.	2	4	10	16
9	Воздушный режим здания	Расчет распределения температуры по сечению наружного ограждения. Определение воздухопроницаемости наружной стены. Расчет защиты наружной стены от переувлажнения. Оценка теплоусвоения поверхности пола. Построение кривых изменения температуры по сечению наружной стены во времени после выключения системы отопления помещений в холодный период. Расчет теплового режима помещения. Определение основных потерь теплоты помещением. Определение температуры нагретой поверхности.	2	4	10	16
Итого			18	36	90	144

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Введение	Цель. Задачи дисциплины. Понятие микроклимата помещения.	2	-	14	16
2	Теплообмен в помещении	Тепловой режим помещения. Теплопроводность. Лучистый теплообмен в помещении. Конвективный теплообмен в помещении. Общий теплообмен на поверхности в помещении. Тепловой баланс воздуха в помещении.	2	-	14	16
3	Теплообмен человека в помещении	Полная система уравнений общего теплообмена в помещении. Одно уравнение общего теплообмена в помещении (уравнение профессора В.Н. Богословского). Расчетные внутренние тепловые условия.	-	-	14	14
4	Стационарная теплопередача через ограждение здания	Одномерное температурное поле. Особенности теплопередачи через отдельные конструкции ограждений при стационарном режиме. Приведенное сопротивление теплопередаче сложного ограждения. Теплопередача герметичной и вентилируемой воздушных прослоек.	-	-	14	14
5	Нестационарные тепловые процессы в ограждениях зданий	Инженерный метод расчета теплоустойчивости ограждения.	-	-	14	14
6	Зимний тепловой режим помещения	Характеристики наружного климата Нормирование и расчет теплозащитных свойств ограждения Определение потерь теплоты помещением	-	-	14	14
7	Теплоустойчивость	Колебания температуры воздуха и	-	-	16	16

	помещения	теплопоглощение ограждением Прерывистые поступления лучистой и конвективной теплоты				
8	Паропроницаемость строительных конструкций	Определение понятия паропроницаемости. Методика расчета. Нормативная литература. Сравнительный анализ различных строительных конструкций и материалов.	-	2	16	18
9	Воздушный режим здания	Расчет распределения температуры по сечению наружного ограждения. Определение воздухопроницаемости наружной стены. Расчет защиты наружной стены от переувлажнения. Оценка теплоусвоения поверхности пола. Построение кривых изменения температуры по сечению наружной стены во времени после выключения системы отопления помещений в холодный период. Расчет теплового режима помещения. Определение основных потерь теплоты помещением. Определение температуры нагретой поверхности.	-	2	16	18
Итого			4	4	132	140

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 5 семестре для очной формы обучения, в 7 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- Предмет изучения строительной теплофизикой.
- Системы кондиционирования микроклимата.
- Микроклимат помещения.
- Что зависит от теплотехнических качеств наружного ограждения?
- Тепловой режим здания.
- Оптимальные параметры микроклимата.
- Допустимые параметры микроклимата.
- Обслуживаемая (или рабочая) зона.
- Теплопроводностью
- Конвекция.
- Тепловое излучение.
- Уравнение теплового баланса человека в помещении.
- Первое условие комфортности.
- Второе условие комфортности.
- Теплопередача через однослойное ограждение.
- Сопротивление тепловосприятию.
- Термическое сопротивление материального слоя.
- Сопротивление теплоотдачи.
- Сопротивление теплопередачи однослойного ограждения.

- Сопротивление теплопередачи многослойного ограждения.
- Определение температуры в толще ограждения.
- Определение ПВП и ЗВП.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-8	<p>знать</p> <ul style="list-style-type: none"> - нормативные правовые, технические, экономические и экологические основы энергосбережения; - основные балансовые соотношения для анализа энергопотребления в системах ТГСиВ; - основные критерии энергосбережения систем ТГСиВ; - типовые энергосберегающие мероприятия в системах ТГСиВ, промышленности и объектах ЖКХ. 	<p>Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>
	<p>уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> - производить расчеты с оценкой потенциала энергосбережения на объекте деятельности; - планировать мероприятия по энергосбережению; - оценивать работу по энергоаудиту и составлению энергетического паспорта объекта; - производить подбор энергосберегающего оборудования в 	<p>Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы</p>	<p>Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>	<p>Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах</p>

	инженерных системах владеть методиками проведения расчетов с оценкой потенциала энергосбережения; - методами эксплуатации инженерных систем в энергосберегающих режимах.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-7	знать законы и методы расчета теплообмена в ограждающих конструкциях, а также основы расчета теплового, воздушного и влажностного режимов помещений. Освоить показатели комфортности внутренней среды для человека.	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь систематизировать информационные и исходные данные для проектирования ограждающих конструкций; - рассчитывать и конструировать детали и узлы ограждающих конструкций с использованием стандартных средств; - обеспечивать соответствие разрабатываемых конструкций ограждений стандартом, нормам и правилам, техническим условиям и другим исполнительным документам; - анализировать научно-техническую информацию отечественного и зарубежного опыта по строительной теплофизике; - проводить эксперименты по заданным методикам, составлять описание проводимых исследований и систематизировать результаты;	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	- подготавливать данные в установленной форме для составления обзоров, отчетов, научных и иных публикаций.			
	владеть - расчетом и конструированием деталей и узлов ограждающих конструкций с использованием стандартных средств; - стандартным пакетом автоматизации проектирования и исследований по строительной теплофизике.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения, 7 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-8	знать - нормативные правовые, технические, экономические и экологические основы энергосбережения; - основные балансовые соотношения для анализа энергопотребления в системах ТГСиВ; - основные критерии энергосбережения систем ТГСиВ; - типовые энергосберегающие мероприятия в системах ТГСиВ, промышленности и объектах ЖКХ.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь - производить расчеты с оценкой потенциала	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и	Продемонстрирован верный ход решения всех,	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве	Задачи не решены

	<p>энергосбережения на объекте деятельности;</p> <ul style="list-style-type: none"> - планировать мероприятия по энергосбережению; - оценивать работу по энергоаудиту и составлению энергетического паспорта объекта; - производить подбор энергосберегающего оборудования в инженерных системах 		получены верные ответы	но не получен верный ответ во всех задачах	задач	
	<p>владеть методиками проведения расчетов с оценкой потенциала энергосбережения;</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами эксплуатации инженерных систем в энергосберегающих режимах. 	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-7	<p>знать законы и методы расчета тепломассообмена в ограждающих конструкциях, а также основы расчета теплового, воздушного и влажностного режимов помещений. Освоить показатели комфортности внутренней среды для человека.</p>	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<p>уметь систематизировать информационные и исходные данные для проектирования ограждающих конструкций;</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать и конструировать детали и узлы ограждающих конструкций с использованием стандартных средств; - обеспечивать соответствие разрабатываемых 	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

<p>конструкций ограждений стандартом, нормам и правилам, техническим условиям и другим исполнительным документам;</p> <p>- анализировать научно-техническую информацию отечественного и зарубежного опыта по строительной теплофизике;</p> <p>- проводить эксперименты по заданным методикам, составлять описание проводимых исследований и систематизировать результаты;</p> <p>- подготавливать данные в установленной форме для составления обзоров, отчетов, научных и иных публикаций.</p>					
<p>владеть - расчетом и конструированием деталей и узлов ограждающих конструкций с использованием стандартных средств;</p> <p>- стандартным пакетом автоматизации проектирования и исследований по строительной теплофизике.</p>	<p>Решение прикладных задач в конкретной предметной области</p>	<p>Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах</p>	<p>Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач</p>	<p>Задачи не решены</p>

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

Задание 01

Микроклимат помещения:

+: совокупность параметров внутреннего воздуха: температуры, относительной влажности, подвижности и радиационной температуры;

-: совокупность параметров внутреннего воздуха: температуры, относительной влажности;

- : совокупность параметров внутреннего воздуха: температуры, подвижности и радиационной температуры;
- : совокупность параметров внутреннего воздуха: температуры, относительной влажности и подвижности;

Задание 02

Сочетание параметров внутреннего воздуха, которые при систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального и функционального теплового состояния организма без напряжения реакций терморегуляции, нарушение теплового комфорта и предпосылки для высокого уровня работоспособности называются:

- : допустимыми
- : нормальными
- +: оптимальными
- : улучшенными

Задание 03

Высота рабочей зоны от уровня пола при работе сидя составляет:

- : 2,0 м
- +: 1,5 м
- : 1,0 м
- : 2,5 м

Задание 04

Вид передачи теплоты, при котором кинетическая энергия одних молекул последовательно передаётся другим при непосредственном контакте:

- +: теплопроводность
- : конвекция
- : тепловое излучение
- : теплоотдача

Задание 05

Коэффициент, который характеризует скорость выравнивания температуры в различных точках тела:

- : коэффициент теплопроводности
- : **температурный градиент**
- +: коэффициент температуропроводности
- : коэффициент теплоотдачи

Задание 06

Термическое сопротивление материального слоя:

- +: $R = \frac{\delta}{\lambda}$
- : $R = \frac{\lambda}{\delta}$
- : $R = \lambda\delta$
- : $R = \frac{1}{\lambda\delta}$

Задание 07

Сопротивление теплопередачи однослойной ограждающей конструкции:

$$\begin{aligned}
 -: R &= \alpha_g + \frac{\delta}{\lambda} + \alpha_n \\
 +: R &= \frac{1}{\alpha_g} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_n} \\
 -: R &= \frac{1}{\alpha_g} + \frac{\lambda}{\delta} + \frac{1}{\alpha_n} \\
 -: R &= \alpha_g + \frac{\lambda}{\delta} + \alpha_n
 \end{aligned}$$

Задание 08

Требуемое сопротивление теплопередачи по санитарно-гигиеническим условиям:

$$\begin{aligned}
 -: R_o^{mp} &= \frac{t_g - t_n}{\Delta t^n \cdot \alpha_g} \\
 -: R_o^{mp} &= \frac{(t_g - t_n) \cdot n}{\Delta t^n} \\
 +: R_o^{mp} &= \frac{(t_g - t_n) \cdot n}{\Delta t^n \cdot \alpha_g} \\
 -: R_o^{mp} &= \frac{(t_g - t_n) \cdot \alpha_g}{\Delta t^n \cdot n}
 \end{aligned}$$

Задание 09

Свойства материалов пропускать водяные пары:

- : водопроницаемость
- + : паропроницаемость
- : проницаемость
- : влагопроницаемость

Задание 10

Способность пористых материалов поглощать влагу, содержащуюся в окружающем воздухе, при отсутствии разности температур воздуха и материала:

- : увлажнение
- + : сорбционное увлажнение
- : конденсационное увлажнение
- : эксплуатационное увлажнение

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Задание 01

Размерность сопротивления теплопередачи ограждающей конструкции:

$$\begin{aligned}
 -: \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C} \\
 -: \frac{м \cdot ^\circ C}{Вт} \\
 +: \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт} \\
 -: \frac{Вт}{м \cdot ^\circ C}
 \end{aligned}$$

Задание 02

Сопротивление конвективному теплообмену между воздухом помещения и внутренней поверхности ограждения:

$$+: R_{\epsilon} = \frac{1}{\alpha_{\epsilon}}$$

$$-: R_{\epsilon} = \frac{1}{\alpha_{\eta}}$$

$$-: R_{\epsilon} = \alpha_{\epsilon}$$

$$-: R_{\epsilon} = \alpha_{\eta}$$

Задание 03

Показатель тепловой инерции:

$$-: D = R_T + S$$

$$+: D = R_T \cdot S$$

$$-: D = R_T \cdot \alpha_{\epsilon}$$

$$-: D = R_T - S$$

Задание 04

Основное условие для проектирования ограждающих конструкций:

$$-: R_o^{\phi} = R_o^{mp}, \delta_{ym}^{\phi} = \delta_{ym}^{mp}$$

$$-: R_o^{\phi} \leq R_o^{mp}, \delta_{ym}^{\phi} \leq \delta_{ym}^{mp}$$

$$+: R_o^{\phi} \geq R_o^{mp}, \delta_{ym}^{\phi} \geq \delta_{ym}^{mp}$$

$$-: R_o^{\phi} > R_o^{mp}, \delta_{ym}^{\phi} > \delta_{ym}^{mp}$$

Задание 05

Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$-: \alpha_{\epsilon} = 23 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^{\circ}C}$$

$$-: \alpha_{\epsilon} = 17 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^{\circ}C}$$

$$-: \alpha_{\epsilon} = 12 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^{\circ}C}$$

$$+: \alpha_{\epsilon} = 8,7 \frac{Вт}{м^2 \cdot ^{\circ}C}$$

Задание 06

Плотность теплового потока через «гладь» ограждения при расчётной температуре наружного воздуха:

$$+: q = \frac{(t_{\epsilon} - t_{\eta})n}{R_o^{\phi}}$$

$$-: q = \frac{t_{\epsilon} - t_{\eta}}{R_o^{\phi}}$$

$$-: q = \frac{t_{\epsilon} - t_{\eta}}{n \cdot R_o^{\phi}}$$

$$-: q = \frac{R_o^{\phi}}{(t_{\epsilon} - t_{\eta})n}$$

Задание 07

Расчётная температура на наружной поверхности сечения наружного ограждения с координатой x_i :

$$+: t_{x_i} = t_e - q \cdot R_{Tx_i}$$

$$-: t_{x_i} = t_e - q \cdot R_{T_i}$$

$$-: t_{x_i} = \tau_e - q \cdot R_{Tx_i}$$

$$-: t_{x_i} = t_e - q \cdot R_o^\phi$$

Задание 08

Сопrotивление теплопередачи для части ограждения от внутреннего воздуха для сечения наружного ограждения с координатой x_i :

$$-: R_{Tx_i} = R_{T_i} + \dots + R_{T_i}$$

$$+: R_{Tx_i} = R_B + R_{T1} + \dots + R_{T_i}$$

$$-: R_{Tx_i} = R_B + R_{H1} + \dots + R_{T_i}$$

$$-: R_{Tx_i} = R_H + R_{T_i}$$

Задание 09

Расчётная температура на внутренней поверхности наружного ограждения:

$$-: \tau_B = t_e - q \cdot R_o^\phi$$

$$-: \tau_B = t_e + q \cdot R_B$$

$$+: \tau_B = t_e - q \cdot R_B$$

$$-: \tau_B = t_e - R_B$$

Задание 10

При проектировании наружных ограждений должны выполняться следующие условия:

$$+: \tau_B \geq t_p, t_y \geq t_p$$

$$-: \tau_B = t_p, t_y = t_p$$

$$-: \tau_B > t_p, t_y > t_p$$

$$-: \tau_B \leq t_p, t_y \leq t_p$$

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Задание 01

Средняя плотность потока пара:

$$-: q_n = \frac{(e_e - e_n)n}{R_{no}}$$

$$+: q_n = \frac{e_e - e_n}{R_{no}}$$

$$-: q_n = \frac{E_e - E_n}{R_{no}}$$

$$-: q_n = \frac{(E_e - E_n)n}{R_{no}}$$

Задание 02

Зона в ограждающей конструкции, где температура $t \leq 0$:

- : ПВП
- : ЗВК
- +: ЗВП
- : ПВК

Задание 03

Свойства ограждения сохранять относительное постоянство температуры на его внутренней поверхности при изменении тепловых воздействий:

- : теплоусвоение
- +: теплоустойчивость
- : теплопередача
- : инерция

Задание 04

Коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности:

- : $y_{i-1} = S_i$
- +: $y_{i-1} = \alpha_B$
- : $y_{i-1} = \frac{S_i \cdot D_i + y_{i-1}}{1 + R_{Ti} \cdot y_{i-1}}$
- : $y_{i-1} = \alpha_H$

Задание 05

Проверки на теплоустойчивость подлежат наружные стены с показателем тепловой инерции ограждения:

- : $D_0 \geq 4$
- : $D_0 \leq 5$
- +: $D_0 \leq 4$
- : $D_0 \geq 5$

Задание 06

Абсолютная влажность воздуха определяется по формуле:

- : $D = P_{\text{ен}} \cdot R_{\text{ен}} \cdot T$
- +: $D = \frac{P_{\text{ен}}}{R_{\text{ен}}} \cdot T$
- : $D = \frac{P_{\text{ен}} \cdot R_{\text{ен}}}{T}$
- : $D = \frac{T \cdot P_{\text{ен}}}{R_{\text{ен}}}$

Задание 07

Основное дифференциальное уравнение воздухообмена в помещении объёмом V , м^3 , с количеством выделяющихся вредностей, $G_{\text{вр}}$, изменением концентраций dc за период времени $d\tau$ имеет вид:

- +: $G_{\text{вр}} \cdot d\tau + L_{\text{нр}} \cdot C_{\text{нр}} \cdot d\tau - L_{\text{yx}} \cdot C_{\text{yx}} \cdot d\tau = V \cdot dc$
- : $G_{\text{вр}} \cdot d\tau = V \cdot dc$
- : $L_{\text{с}} \cdot C_{\text{с}} \cdot d\tau - L_{\text{yx}} \cdot C_{\text{yx}} \cdot d\tau = 0$
- : $G_{\text{вр}} \cdot d\tau + L_{\text{нр}} \cdot C_{\text{нр}} \cdot d\tau - L_{\text{yx}} \cdot C_{\text{yx}} \cdot d\tau = 0$

Задание 08

Угловой коэффициент, характеризующий процесс изменения состояния

воздуха, имеет размерность:

+: кДж/кг.влаги

-: кДж·кг.влаги

-: кг.влаги/кДж

-: кг.влаги·кДж

Задание 09

Скорость V_x , м/с, на оси приточной струи на расстоянии X_m от приточного отверстия площадью F_0 и скоростью V_0 , определяется по формуле:

+:
$$v_x = \frac{mv_0\sqrt{F_0}}{x}$$

-:
$$v_x = \frac{x}{mv_0\sqrt{F_0}}$$

-:
$$v_x = xv_0\sqrt{F_0}$$

-:
$$v_x = mv_0\sqrt{F_0}$$

Задание 10

Избыточная температура Δt_x на оси приточной струи на расстоянии X от приточного отверстия площадью F_0 и начальной избыточной температурой Δt_0 , определяется по формуле:

-:
$$\Delta t_x = x \cdot \Delta t_0 \cdot \sqrt{F_0}$$

+:
$$\Delta t_x = \frac{n \cdot \Delta t_0 \cdot \sqrt{F_0}}{x}$$

-:
$$\Delta t_x = \frac{n \cdot x \cdot \Delta t_0}{\sqrt{F_0}}$$

-:
$$\Delta t_x = n \cdot \Delta t_0 \cdot \sqrt{F_0}$$

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Предмет изучения строительной теплофизикой (СТФ). Место и роль STF в строительной науке.
2. Тепловой режим здания (ТРЗ).
3. Виды теплопередачи.
4. Теплопроводность.
5. Конвекция.
6. Тепловое излучение.
7. Теплообмен человека с окружающей средой.
8. Первое условие комфортности.
9. Второе условие комфортности.
10. Теплопередача через однослойное ограждение.
11. Сопротивление теплопередаче многослойного ограждения.
12. Расчет температуры в толще ограждения.
13. Санитарно-гигиенические и комфортные требования к ограждениям.
14. Определение сопротивления теплопередаче наружного ограждения, требуемое из условия энергосбережения.

15. Метод расчета приведенного термического сопротивления комбинированных ограждающих конструкций.
16. Рациональный в теплотехническом отношении порядок размещения теплоизоляционного и конструктивных слоев в ограждающих конструкциях здания.
17. Теплоустойчивость ограждающих конструкций.
18. Инженерный метод расчета теплоустойчивости ограждающих конструкций зданий.
19. Воздушный режим здания.
20. Воздухопроницаемость конструкций.
21. Проверка ограждающих конструкций на воздухопроницаемость.
22. Общие понятия влажностного режима ограждающих конструкций.
23. Влажность воздуха.
24. Конденсация влаги на внутренней поверхности ограждения.
25. Паропроницаемость.
26. Сорбционное увлажнение.
27. Конденсация в толще ограждения.
28. Проверка наружных ограждений на паропроницаемость.
29. Параметры климатологической характеристики района строительства при проектировании ограждающих конструкций.
30. Теплофизические свойства материалов.
31. Расчет теплозащитных характеристик наружных ограждений.
32. Определение расчетного требуемого термического сопротивления теплопередачи наружного ограждения.
33. Определение требуемой толщины теплоизоляционного слоя.
34. Определение фактического сопротивления теплопередачи наружного ограждения.
35. Анализ теплового режима наружного ограждения.
36. Определение температуры точки росы внутреннего воздуха.
37. Определение плоскости и зоны возможного промерзания ограждающих конструкций.
38. Определение упругости пара, диффузирующего через наружное ограждение в сечениях многослойной конструкции.
39. Определение упругости насыщенного пара в сечениях ограждающей конструкции.
40. Определение плоскости и зоны возможной конденсации.
41. Определение показателя тепловой инерции ограждения.
42. Определение расчетного коэффициента сквозного затухания температурных колебаний наружного ограждения.
43. Определение расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха.
44. Определение допустимой амплитуды колебаний температуры внутренней поверхности наружного воздуха.
45. Определение расчетной амплитуды температурных колебаний внутренней поверхности наружного ограждения.

46. Определение разности давлений, действующих на наружную и внутреннюю поверхности ограждения.

47. Определение фактического термического сопротивления теплоизоляционного слоя.

48. Определение требуемого сопротивления воздухопроницанию наружной стены и окна.

49. Определение сопротивления теплопередачи для части ограждения от внутреннего воздуха до сечения ограждения.

50. Определение плотности теплового потока через наружное ограждение.

51. Определение расчетной температуры на внутренней поверхности наружного ограждения.

52. Определение расчетного коэффициента сквозного затухания температурных колебаний наружного ограждения.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение	ПК-8, ПК-7	Тест, защита реферата, требования к курсовой работе
2	Теплообмен в помещении	ПК-8, ПК-7	Тест, защита реферата, требования к курсовой работе
3	Теплообмен человека в помещении	ПК-8, ПК-7	Тест, защита реферата, требования к курсовой работе
4	Стационарная теплопередача через ограждение здания	ПК-8, ПК-7	Тест, защита реферата, требования к курсовой работе
5	Нестационарные тепловые процессы в ограждениях зданий	ПК-8, ПК-7	Тест, защита реферата, требования к курсовой работе
6	Зимний тепловой режим	ПК-8, ПК-7	Тест, защита реферата,

	помещения		требования к курсовой работе
7	Теплоустойчивость помещения	ПК-8, ПК-7	Тест, защита реферата, требования к курсовой работе
8	Паропроницаемость строительных конструкций	ПК-8, ПК-7	Тест, защита реферата, требования к курсовой работе
9	Воздушный режим здания	ПК-8, ПК-7	Тест, защита реферата, требования к курсовой работе

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Малявина, Е. Г. Строительная теплофизика : Учебное пособие / Малявина Е. Г. - Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. - 151 с.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/19265.html>

2. Румянцев, А. В. Теория и практика теплофизического эксперимента : Учебное пособие / Румянцев А. В. - Калининград : Российский государственный университет им. Иммануила Канта, 2011. - 72 с. - ISBN 978-5-9971-0119-0. URL: <http://www.iprbookshop.ru/23939.html>

3. Новосельцев, Борис Петрович. Отопление зданий жилищно-гражданского назначения [Текст] : учебное пособие / Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2012 (Воронеж : Отдел оперативной

полиграфии ВГАСУ, 2012). - 104 с. - ISBN 978-5-89040-386-5 : 29-72..

4. Белкин, П. Н. Теплофизика : Сборник задач / Белкин П. Н. - Саратов : Вузовское образование, 2013. - 51 с.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/18392.html>

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Лицензионное программное обеспечение: ABBYY FineReader 9.0; Microsoft Office Word 2013/2007; Microsoft Office Excel 2013/2007; Microsoft Office Power Point 2013/2007; Maple v18; AutoCAD; Adobe Acrobat Reader; PDF24 Creator; 7zip.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: <http://www.edu.ru>; Образовательный портал ВГТУ; программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

Информационные справочные системы: единое окно доступа к образовательным ресурсам – <http://window.edu.ru>; Справочная система ВГТУ – <https://wiki.cchgeu.ru>; СтройКонсультант; Справочная Правовая Система КонсультантПлюс; Электронно-библиотечная система IPRbooks; «Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки»; ЭБС Лань; Научная электронная библиотека Elibrary;

Современные профессиональные базы данных: Национальная информационная система по строительству – <http://www.know-house.ru>; Портал Российской академии архитектуры и строительных наук – <http://www.raasn.ru>; Электронная библиотека строительства – <http://www.zodchii.ws>; Портал АВОК – <https://www.abok.ru>.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используется лабораторная база кафедры «Жилищно-коммунального хозяйства», а также специализированные лекционные аудитории, оснащенные оборудованием для лекционных демонстраций и проектором, стационарным экраном; учебные аудитории, оснащенные необходимым оборудованием; компьютерный класс, с доступом в сеть «Интернет» и необходимым программным обеспечением; помещения для самостоятельной работы студентов, оснащенные компьютерной техникой с выходом в сеть "Интернет"; библиотечный электронный читальный зал с доступом к электронным ресурсам библиотеки и доступом в электронную информационно-образовательную среду.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Строительная теплофизика» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

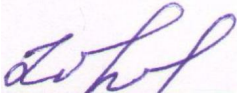
Практические занятия направлены на приобретение практических навыков теплотехнического расчета наружных ограждающих конструкций. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none">- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;- выполнение домашних заданий и расчетов;- работа над темами для самостоятельного изучения;- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	