

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета Инженерных систем и С.А. Яременко

«31» августа 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

«Теплоизоляционные материалы»

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 и видов теплоизоляционных материалов, влияющих на тепловой, влажностный и воздушный режимы здания;
- изучить законы и методы расчета тепломассообмена в ограждающих конструкциях.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- студент должен иметь достаточные знания законов, понятий, характеристик тепломассообмена в ограждающих конструкциях, 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 с учетом применяемых теплоизоляционных материалов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

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

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Теплоизоляционные материалы» направлен на формирование следующих компетенций:

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

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

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-7	знать - законы и методы расчета теплового, воздушного и влажностного режимов помещений, тепломассообмена ограждающих конструкций.
	уметь - прорабатывать исходные данные для проектирования ограждающих конструкций, систематизировать входящие цифровые данные; - рассчитывать и конструировать детали и узлы

	<p>ограждающих конструкций с использованием стандартных средств;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- создавать условия соответствия разрабатываемых ограждающих конструкций стандартам, нормам и правилам, техническим условиям и другим исполнительным документам;</li> <li>- анализировать научно-техническую литературу отечественного и зарубежного опыта по теплоизоляционным материалам;</li> <li>- составлять описание проводимых исследований и систематизировать результаты заданных методик;</li> <li>- синтезировать полученные данные для анализа обзоров, отчетов, научных и иных публикаций.</li> </ul> <p>владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- цифровыми навыками проектирования, исследований по теплоизоляционным материалам;</li> <li>- конструированием и расчетом деталей и узлов ограждающих конструкций с использованием стандартных средств.</li> </ul>
ПК-8	<p>знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- нормативные материалы, курс лекций по энергосбережению, технические, экономические и экологические основы;</li> <li>- анализ потребления энергии в системах ТГСсВ;</li> <li>- основные критерии энергосбережения систем ТГСсВ;</li> <li>- типовые энергосберегающие мероприятия в системах ТГСсВ, промышленности и объектах ЖКХ.</li> </ul> <p>уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать потенциал энергосбережения объекта деятельности;</li> <li>- планировать мероприятия по энергосбережению;</li> <li>- давать оценку энергетическому паспорту объекта, энергоаудиту;</li> <li>- производить подбор энергосберегающего оборудования в инженерных системах.</li> </ul> <p>владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теретическим и практическим знанием эксплуатации инженерных систем в энергосберегающих режимах;</li> <li>- методиками расчитывания потенциала энергосбережения.</li> </ul>

#### **4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общая трудоемкость дисциплины «Теплоизоляционные материалы» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

### очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b>	90	90
<b>Курсовая работа</b>	+	+
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
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	8	8
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	4	4
<b>Самостоятельная работа</b>	132	132
<b>Курсовая работа</b>	+	+
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	Современные представления о теплопередаче и передаче звука. Классификация теплоизоляционных и акустических материалов по форме и внешнему виду, по структуре и виду исходного сырья. Основные свойства теплоизоляционных и акустических материалов. Влияние условий эксплуатации на свойства изделий. Состояние производства теплоизоляционных материалов и конструкций в России и за рубежом. Классификация тепло-изоляционных материалов. Теплоизоляционная конструкция и ее основные элементы.	2	4	10	16

2	Физико-химические характеристики теплоизоляционных материалов	Плотность. Пористость. Теплопроводность и теплоемкость. Теплоустойчивость. Влажность и водопоглощение. Прочность, сжимаемость, упругость, гибкость и уплотнение. Огнестойкость. Звукопоглощение и звукоизоляция. Экологическая безопасность.	2	4	10	16
3	Теплоизоляционные материалы и изделия	Неорганические теплоизоляционные материалы и изделия. Органические теплоизоляционные материалы и изделия	2	4	10	16
4	Теплоизоляционные конструкции	Элементы теплопередачи через ограждающие конструкции промышленных и строительных объектов. Конструкции промышленной тепловой изоляции. Расчет конструкций промышленной тепловой изоляции. Монтаж конструкции промышленной тепловой изоляции. Конструкции тепловой изоляции в строительстве.	2	4	10	16
5	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
6	Нестационарные тепловые процессы в ограждениях зданий	Инженерный метод расчета теплоустойчивости ограждения.	2	4	10	16
7	Долговечность теплоизоляционных материалов	Методика и аппаратура для исследований долговечности теплоизоляционных материалов и конструкций. Методика и аппаратура для исследования влагостойкости минераловатных материалов. Прогнозирование эксплуатационных свойств.	2	4	10	16
8	Конденсационное увлажнение теплоизоляционных материалов	Увлажнение конструкций. Виды увлажнений. Методы защиты стен от увлажнения. Восстановление и ремонт гидроизоляции.	2	4	10	16
9	Паропроницаемость строительных конструкций	Определение понятия паропроницаемости. Методика расчета. Нормативная литература. Сравнительный анализ различных строительных конструкций и материалов.	2	4	10	16
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>90</b>	<b>144</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Введение	Современные представления о теплопередаче и передаче звука. Классификация теплоизоляционных и акустических материалов по форме и внешнему виду, по структуре и виду исходного сырья. Основные свойства теплоизоляционных и акустических материалов. Влияние условий эксплуатации на свойства изделий. Состояние производства теплоизоляционных материалов и конструкций в России и за рубежом. Классификация тепло-изоляционных материалов. Теплоизоляционная конструкция и ее основные элементы.	2	-	14	16
2	Физико-химические характеристики теплоизоляционных материалов	Плотность. Пористость. Теплопроводность и теплоемкость. Теплоустойчивость. Влажность и водопоглощение. Прочность, сжимаемость, упругость, гибкость и уплотнение. Огнестойкость. Звукопоглощение и звукоизоляция. Экологическая безопасность.	2	-	14	16
3	Теплоизоляционные материалы и изделия	Неорганические теплоизоляционные материалы и изделия. Органические теплоизоляционные материалы и изделия	-	-	14	14
4	Теплоизоляционные конструкции	Элементы теплопередачи через ограждающие конструкции промышленных и строительных	-	-	14	14



		объектов. Конструкции промышленной тепловой изоляции. Расчет конструкций промышленной тепловой изоляции. Монтаж конструкции промышленной тепловой изоляции. Конструкции тепловой изоляции в строительстве.				
5	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
6	Нестационарные тепловые процессы в ограждениях зданий	Инженерный метод расчета теплоустойчивости ограждения.	-	-	14	14
7	Долговечность теплоизоляционных материалов	Методика и аппаратура для исследований долговечности теплоизоляционных материалов и конструкций. Методика и аппаратура для исследования влагостойкости минераловатных материалов. Прогнозирование эксплуатационных свойств.	-	-	16	16
8	Конденсационное увлажнение теплоизоляционных материалов	Увлажнение конструкций. Виды увлажнений. Методы защиты стен от увлажнения. Восстановление и ремонт гидроизоляции.	-	2	16	18
9	Паропроницаемость строительных конструкций	Определение понятия паропроницаемости. Методика расчета. Нормативная литература. Сравнительный анализ различных строительных конструкций и материалов.	-	2	16	18
<b>Итого</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>132</b>	<b>140</b>

## 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:

- Показатели теплозащитных свойств наружного ограждения.
- Для чего введен коэффициент расчетной разности температур.
- ГСОП.
- Приведенное сопротивление теплопередачи.
- Какие слои ограждающих конструкций являются главными при режиме теплопередачи.
  - Теплоустойчивость ограждения.
  - От чего зависит коэффициент теплоусвоения материала?
  - Почему повышенная влажность ограждения снижает его теплозащитные свойства?
    - Почему увлажненные материалы быстро разрушаются?
    - Какие виды влаги существуют?
    - Физический смысл гигроскопического увлажнения.

- Физический смысл конденсационного увлажнения.
  - Упругость водяного пара.
  - Максимальная упругость водяного пара.
  - Воздушный режим здания.
  - Задачи воздушного режима здания.
  - Инфильтрация.
  - Эксфильтрация.
  - Аэрация здания.
  - Нейтральная зона.
  - От чего зависят положение и размеры зон инфильтрации и эксфильтрации?
    - Сопротивление воздухопроницанию.
- 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».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Не аттестован</b>
ПК-7	знать - законы и методы расчета теплового, воздушного и влажностного режимов помещений, тепломассообмена ограждающих конструкций.	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 - прорабатывать исходные данные для проектирования ограждающих конструкций, систематизировать входящие цифровые данные; - рассчитывать и конструировать детали и узлы ограждающих конструкций с использованием стандартных средств;	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- создавать условия соответствия разрабатываемых ограждающих конструкций стандартам, нормам и правилам, техническим условиям и другим исполнительным документам;</li> <li>- анализировать научно-техническую литературу отечественного и зарубежного опыта по теплоизоляционным материалам;</li> <li>- составлять описание проводимых исследований и систематизировать результаты заданных методик;</li> <li>- синтезировать полученные данные для анализа обзоров, отчетов, научных и иных публикаций.</li> </ul>			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>владеть цифровыми навыками проектирования, исследований по теплоизоляционным материалам;</li> <li>- конструированием и расчетом деталей и узлов ограждающих конструкций с использованием стандартных средств.</li> </ul>	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-8	<ul style="list-style-type: none"> <li>знать нормативные материалы, курс лекций по энергосбережению, технические, экономические и экологические основы;</li> <li>- анализ потребления энергии в системах ТГСнВ;</li> <li>- основные критерии энергосбережения систем ТГСнВ;</li> <li>- типовые энергосберегающие мероприятия в системах ТГСнВ, промышленности и объектах ЖКХ.</li> </ul>	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
	<ul style="list-style-type: none"> <li>уметь</li> <li>- рассчитывать потенциал</li> </ul>	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в	Невыполнение работ в срок, предусмотренный



	<p>энергосбережения объекта деятельности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- планировать мероприятия по энергосбережению;</li> <li>- давать оценку энергетическому паспорту объекта; энергоаудиту;</li> <li>- производить подбор энергосберегающего оборудования в инженерных системах.</li> </ul>		рабочих программах	в рабочих программах
	<p>владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теретическим и практическим знанием эксплуатации инженерных систем в энергосберегающих режимах;</li> <li>- методиками расчитывания потенциала энергосбережения.</li> </ul>	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-7	<p>знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- законы и методы расчета тепломассообмена в ограждающих конструкциях, а также основы расчета теплового, воздушного и влажностного режимов помещений.</li> <li>Освоить показатели комфортности внутренней среды для человека.</li> </ul>	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	<p>уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизировать информационные и исходные данные для проектирования ограждающих конструкций;</li> <li>- рассчитывать и</li> </ul>	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	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	<p>конструировать детали и узлы ограждающих конструкций с использованием стандартных средств;</p> <p>- обеспечивать соответствие разрабатываемых 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>			задачах		
	<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>	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-8	<p>знать - нормативные правовые, технические, экономические и</p>	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

<p>экологические основы энергосбережения;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные балансовые соотношения для анализа энергопотребления в системах ТГСИВ;</li> <li>- основные критерии энергосбережения систем ТГСИВ;</li> <li>- типовые энергосберегающие мероприятия в системах ТГСИВ, промышленности и объектах ЖКХ.</li> </ul>					
<p>уметь</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- производить расчеты с оценкой потенциала энергосбережения на объекте деятельности;</li> <li>- планировать мероприятия по энергосбережению;</li> <li>- оценивать работу по энергоаудиту и составлению энергетического паспорта объекта;</li> <li>- производить подбор энергосберегающего оборудования в инженерных системах</li> </ul>	<p>Решение стандартных практических задач</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>
<p>владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методиками проведения расчетов с оценкой потенциала энергосбережения;</li> <li>- методами эксплуатации инженерных систем в энергосберегающих режимах.</li> </ul>	<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 (типичные 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:

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

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

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

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

### **Задание 08**

Требуемое сопротивление теплопередачи по санитарно-гигиеническим условиям:

$$-: R_o^{mp} = \frac{t_e - t_n}{\Delta t^n \cdot \alpha_e}$$

$$-: R_o^{mp} = \frac{(t_e - t_n) \cdot n}{\Delta t^n}$$

$$+: R_o^{mp} = \frac{(t_e - t_n) \cdot n}{\Delta t^n \cdot \alpha_e}$$

$$-: R_o^{mp} = \frac{(t_e - t_n) \cdot \alpha_e}{\Delta t^n \cdot n}$$

### **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:

$$-: \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$$

$$-: \frac{m \cdot ^\circ C}{Вт}$$

$$+: \frac{m^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$$

$$-: \frac{Вт}{m \cdot ^\circ C}$$

### **Задание 02**

Сопротивление конвективному теплообмену между воздухом помещения и внутренней поверхностью ограждения:

$$+: R_g = \frac{1}{\alpha_g}$$

$$-: R_g = \frac{1}{\alpha_n}$$

$$-: R_g = \alpha_g$$

$$-: R_g = \alpha_n$$

### **Задание 03**

Показатель тепловой инерции:

$$-: D = R_T + S$$

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

$$-: D = R_T \cdot \alpha_g$$

$$-: D = R_T - S$$

### **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:

$$-: \alpha_g = 23 \frac{Вт}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

$$-: \alpha_g = 17 \frac{Вт}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

$$-: \alpha_g = 12 \frac{Вт}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

$$+: \alpha_g = 8,7 \frac{Вт}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

### **Задание 06**

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

$$+: q = \frac{(t_g - t_n)n}{R_o^\phi}$$

$$-: q = \frac{t_e - t_n}{R_o^\phi}$$

$$-: q = \frac{t_e - t_n}{n \cdot R_o^\phi}$$

$$-: q = \frac{R_o^\phi}{(t_e - t_n)n}$$

### **Задание 07**

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

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

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

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

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

### **Задание 08**

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

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

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

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

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

### **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:

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



$$+: q_n = \frac{e_6 - e_n}{R_{no}}$$

$$-: q_n = \frac{E_6 - E_n}{R_{no}}$$

$$-: q_n = \frac{(E_6 - E_n)n}{R_{no}}$$

### **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:

$$-: D = P_{en} \cdot R_{en} \cdot T$$

$$+: D = \frac{P_{en}}{R_{en}} \cdot T$$

$$-: D = \frac{P_{en} \cdot R_{en}}{T}$$

$$-: D = \frac{T \cdot P_{en}}{R_{en}}$$

### **Задание 07**

Основное дифференциальное уравнение воздухообмена в помещении

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

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

$$-: G_{\text{вр}} \cdot d\tau = V \cdot dc$$

$$-: L_{\text{г}} \cdot C_{\text{г}} \cdot d\tau - L_{\text{yx}} \cdot C_{\text{yx}} \cdot d\tau = 0$$

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

### **Задание 08**

Угловой коэффициент, характеризующий процесс изменения состояния воздуха, имеет размерность:

$$+: \text{кДж/кг.влаги}$$

$$-: \text{кДж/кг.влаги}$$

$$-: \text{кг.влаги/кДж}$$

$$-: \text{кг.влаги/кДж}$$

### **Задание 09**

Скорость  $V_x$ ,  $\text{м/с}$ , на оси приточной струи на расстоянии  $X$ м 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  $\Delta t_x$  на оси приточной струи на расстоянии  $X$  от приточного отверстия площадью  $F_0$  и начальной избыточной температурой  $\Delta t_0$ , 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. Теплоизоляционные материалы.
2. Тепловой режим ограждающих конструкций.
3. Виды теплопередачи.
4. Теплопроводность.
5. Конвекция.
6. Тепловое излучение.

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

наружного воздуха.

39. Определение допустимой амплитуды колебаний температуры внутренней поверхности наружного воздуха

40. Определение расчетной амплитуды температурных колебаний внутренней поверхности наружного ограждения.

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

42. Определение фактического термического сопротивления теплоизоляционного слоя.

43. Определение требуемого сопротивления воздухопроницанию наружной стены и окна.

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

45. Определение плотности теплового потока через наружное ограждение.

46. Определение расчетной температуры на внутренней поверхности наружного ограждения.

47. 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-7, ПК-8	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту
2	Физико-химические характеристики теплоизоляционных материалов	ПК-7, ПК-8	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту

3	Теплоизоляционные материалы и изделия	ПК-7, ПК-8	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту
4	Теплоизоляционные конструкции	ПК-7, ПК-8	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту
5	Стационарная теплопередача через ограждение здания	ПК-7, ПК-8	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту
6	Нестационарные тепловые процессы в ограждениях зданий	ПК-7, ПК-8	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту
7	Долговечность теплоизоляционных материалов	ПК-7, ПК-8	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту
8	Конденсационное увлажнение теплоизоляционных материалов	ПК-7, ПК-8	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту
9	Паропроницаемость строительных конструкций	ПК-7, ПК-8	Тест, защита реферата, требования к курсовому проекту

### **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. Усачев, А. М. Специальные конструкционные и функциональные строительные материалы [Электронный ресурс] : Учебное пособие для студентов бакалавриата направления подготовки «Химия, физика и механика материалов» / А. М. Усачев, С. М. Усачев, Е. В. Баранов. - Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. - 245 с. - ISBN 978-5-89040-632-3.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/72940.html>

2. Ульянов, В. А. Огнеупорные, теплоизоляционные и строительные материалы для печей [Электронный ресурс] : Учебное пособие / В. А. Ульянов, М. А. Ларин, В. Н. Гуцин. - Огнеупорные, теплоизоляционные и строительные материалы для печей ; 2024-08-12. - Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 152 с. - Гарантированный срок размещения в ЭБС до 12.08.2024 (автопродлонгация). - ISBN 978-5-9729-0350-4.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/86611.html>

3. Калгин, Юрий Иванович. Перспективные технологии строительства и ремонта дорожных покрытий [Текст] : учебное пособие : допущено УМО. - Воронеж : [б. и.], 2014 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии изд-ва учеб. лит. и учеб.-метод. пособий Воронежского ГАСУ, 2014). - 226 с. : ил. - Библиогр.: с. 216-223 (115 назв.). - ISBN 978-5-89040-516-6 : 63-57.

4. Сычѳв, С. А. Перспективные технологии строительства и реконструкции зданий [Электронный ресурс] / Сычѳв С. А., Бадьин Г. М. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 368 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-4483-0.

URL: <https://e.lanbook.com/book/123464>

5. Теплоизоляционные материалы : Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Строительные материалы» студентами всех форм обучения по направлению 270100.62 ? «Строительство» / сост.: А. В. Исаев, А. А. Мольков. - Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. - 26 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/30826.html>

6. Строительство, реконструкция, капитальный ремонт объектов капитального строительства. Нормативные документы на строительные материалы и изделия. Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций. Теплоизоляционные, звукоизоляционные и звукопоглощающие материалы : Сборник нормативных актов и документов / сост. Ю. В. Хлистун. - Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2015. - 422 с. - ISBN 978-5-905916-47-2. URL: <http://www.iprbookshop.ru/30257.html>

7. Воронцов, В. М. Полимерные, изоляционные и лакокрасочные материалы для архитекторов : Учебное пособие / Воронцов В. М. - Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2011. - 120 с. - ISBN 978-5-361-00165-1.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/28366.html>

8. Соков, В. Н. Создание теплоизоляционных материалов в электрогидротеплосиловом поле : Монография / Соков В. Н. - Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. - 321 с. - ISBN 978-5-7264-0760-9.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/23743.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.schgeu.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 «Теплоизоляционные материалы» 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.

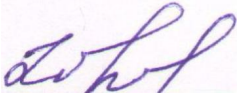
Практические занятия направлены на приобретение практических навыков теплотехнического расчета наружных ограждающих конструкций. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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; пометить 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"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>
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	