



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Строительной физики и химии

УТВЕРЖДАЮ

Начальник учебно-методического управления

\_\_\_\_\_ С.В. Михайлов

«29» июня 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Теплофизика

направление подготовки/специальность 27.03.01 Стандартизация и метрология

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Стандартизация и метрология

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2021

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются

1. изучение основных законов теплофизики, получение представлений о климатообразующих факторах и их измерении, рациональном использовании ресурсов климата и энергоресурсов
2. теплотехнические характеристики строительных материалов, изделий и конструкций, методы измерений, оценка точности измерений
3. Нормативные документы в области измерения теплофизических характеристик строительных материалов и конструкций, стандарты на методы испытаний;
  2. измерений, оценка точности измерений;
  3. уяснение концепций энергосбережения.
  4. изучение тепло- и массообменных процессов, протекающих в строительных конструкциях;
  5. изучение вопросов энергосбережения, ЭП зданий, контроль и измерение потребления энергоресурсов в процессе эксплуатации зданий;
  - 6 изучение вопросов долговечности строительных материалов, ограждающих конструкций и их элементов;
  7. Нормативно-правовые акты, нормативные документы, методические материалы в области экспертизы теплотехнических характеристик строительных конструкций

1. изучение основных климатообразующих факторов, элементов климата, основ климатического районирования для строительства;
2. изучение тепло- и массообменных процессов, протекающих на поверхности и в толще ограждения;
3. изучение воздействий внешней среды на тепловой микроклимат помещений в зависимости от теплозащитных свойств ограждающих конструкций;
4. овладение принципами теплофизического проектирования и эксплуатации ограждающих конструкций.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ОПК-2 Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин	ОПК-2.1 Представляет базовые для профессиональной сферы физические процессы и явления в виде математического(их) уравнения(й)	<b>знает</b> физические законы, лежащие в основе строительной теплотехники <b>умеет</b> учитывать естественнонаучные знания в профессиональной деятельности; оперировать знаниями о воздействии климатических факторов на здания, тепло- и массообменных процессах, протекающих на поверхности и в толще ограждений <b>владеет навыками</b> навыками теплотехнического проектирования ограждающих конструкций; навыками работы с технической и справочной литературой, а также с нормативными документами

<p>ОПК-2 Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин</p>	<p>ОПК-2.2 Осуществляет сбор и обработку результата эксперимента и/или исследования в профессиональной области с использованием математического и/или естественно-научного метода</p>	<p><b>знает</b> основные принципы теплотехнического проектирования ограждающих конструкций и помещений; основные принципы нормирования теплозащитных</p> <p><b>умеет</b> оперировать знаниями нормативных требований теплотехнического проектирования при принятии проектных решений</p> <p><b>владеет навыками</b> навыками теплотехнического проектирования ограждающих конструкций; навыками работы с технической и справочной литературой, а также с нормативными документами</p>
<p>ОПК-2 Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин</p>	<p>ОПК-2.3 Применяет соответствующий математический и/или естественно-научный метод для решения конкретных профессиональных задач</p>	<p><b>знает</b> теоретические основы тепло- и массообменных процессов, протекающих в ограждающих конструкциях; концепции ресурсо- и энергосбережения</p> <p><b>умеет</b> оперировать знаниями основных физико-технических процессов, происходящих в ограждающих конструкциях и помещениях, принципов энергосбережения</p> <p><b>владеет навыками</b> навыками определения теплотехнических характеристик материалов, теплозащитных свойств ограждающих конструкций, оценки влажностного режима ограждений и энергоэффективности здания; навыками работы с технической и справочной литературой, а также с нормативными документами</p>

### 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.22 основной профессиональной образовательной программы 27.03.01 Стандартизация и метрология и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Физика	ОПК-1.1, ОПК-1.2, УК-1.1, УК- 1.2, УК-2.4
2	Физические основы измерений	ОПК-1.1, ОПК-1.2

Физика

знает общие законы физики

умеет описывать наблюдаемые явления в соответствии с законами физики

владеет навыками структурирования работы по наблюдению физических явлений

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
-------	------------------------	--

1	Метрологическое обеспечение в строительстве	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4
2	Технологические процессы в строительстве	ПК-2.2, ПК-2.3

**4. 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	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			3
<b>Контактная работа</b>	48		48
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16
Лабораторные занятия (Лаб)	32	0	32
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	0,25		0,25
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)			
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))			
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача экзамена)	0,25		0,25
<b>Часы на контроль</b>	26,75		26,75
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	69		69
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>			
<b>часы:</b>	144		144
<b>зачетные единицы:</b>	4		4

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

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Теплофизика										
1.1.	Процессы переноса тепла и вещества	3	2				4	9	15	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	
1.2.	Уравнение теплопроводности	3	2				6	9	17	ОПК-2.2, ОПК-2.1, ОПК-2.3	
1.3.	Теплопередача при установившихся условиях	3	2				6	9	17	ОПК-2.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2	
1.4.	Теплофизические свойства материалов	3	2				4	9	15	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	

1.5.	Паропроницаемость	3	2				4		9	15	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
1.6.	Проверки влагонакопления и переувлажнения	3	2				4		8	14	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
1.7.	Наружное и внутреннее утепление	3	2				2		8	12	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
1.8.	Энергосбережение в строительстве	3	2				2		8	12	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
2.	2 раздел. Контроль										
2.1.	Контроль	3								27	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3

### 5.1. Лекции

№ п/п	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Процессы переноса тепла и вещества	Процессы переноса тепла и вещества. Стационарные условия. Процессы переноса тепла и вещества. Стационарные условия. Теплопередача. Температурное поле. Виды теплопередачи.
2	Уравнение теплопроводности	Уравнение теплопроводности. Уравнение теплопроводности. Теплообмен на поверхностях ограждения. Уравнение теплопроводности Фурье и Лапласа. Коэффициенты тепловосприятости и теплоотдачи.
3	Теплопередача при установившихся условиях	Теплопередача при установившихся условиях. Сопротивления теплопередаче. Расчет температуры в ограждении. Нормирование сопротивления теплопередаче.
4	Теплофизические свойства материалов	Теплофизические свойства материалов. Воздушные прослойки. Характеристики материалов и их свойства. Способы определения типов и характеристик воздушных прослоек.
5	Паропроницаемость	Паропроницаемость. Графический расчет влажностного режима при стационарных условиях. Подробное рассмотрение влажностного режима конструкции и построение графиков его демонстрирующих.
6	Проверки влагонакопления и переувлажнения	Проверки влагонакопления и переувлажнения. Воздухопроницаемость. Требования к влажностному режиму. Внутреннее и наружное давление воздуха. Сопротивление инфильтрации конструкции.
7	Наружное и внутреннее утепление	Наружное и внутренне утепление. Расчет ограждений с воздушными прослойками. Принципы расположения утеплителя в ограждении. Типы воздушных прослоек и их влияние на ограждение.
8	Энергосбережение в строительстве	Энергосбережение в зданиях, энергетический паспорт зданий (класс энергетической эффективности) Энергетический паспорт здания и его значимость в строительстве зданий. Метод определения характеристик энергосбережения здания

		и выявление соответствующего класса энергетической эффективности.
--	--	---

## 5.2. Лабораторные работы

№ п/п	Наименование раздела и темы лабораторных работ	Наименование и содержание лабораторных работ
1	Процессы переноса тепла и вещества	Определение параметров влажного воздуха 120 изучение характеристик влажного воздуха, их взаимосвязь и определение по I-d-диаграмме; измерение влажности воздуха психрометром; оценивание влажностного режима помещения в соответствии со строительными нормативами
1	Процессы переноса тепла и вещества	Начало теплотехнического расчёта Выбор исходных данных, расчёт толщины утеплителя.  Использование СП для поиска характеристик заданных материалов. Вычисление требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции. Подбор толщины утеплителя для ликвидации дефицита термического сопротивления в ограждающей конструкции.
2	Уравнение теплопроводности	Исследование влияния теплопроводного включения на электрических моделях температурных полей, 107 Ознакомление с методикой электрического моделирования сложных температурных полей строительных конструкций. Проведение исследования на электрической модели конструкции с теплопроводным включением
2	Уравнение теплопроводности	Построение температурного графика График распределения температуры в зависимости от термического сопротивления конструкции
2	Уравнение теплопроводности	Измерение теплопроводности методом нагретой нити Проведение опыта на установке измерения теплопроводности воздуха методом нагретой нити.
3	Теплопередача при установившихся условиях	Исследование влияния теплопроводного включения на электрических моделях температурных полей, 104 Ознакомление с методикой электрического моделирования сложных температурных полей строительных конструкций. Изучить электрическую модель трехслойной стены; используя полученные исходные данные определить термические сопротивления слоев и коэффициенты теплопроводности материалов конструкции
3	Теплопередача при установившихся условиях	Решений задач влажностного режима ограждающих конструкций Определение сопротивления паропроницанию конструкций.
3	Теплопередача при установившихся условиях	Измерение теплоёмкости металлов Определение теплоёмкости образцов металлов калориметрическим методом с использованием электрического нагрева.
4	Теплофизический свойства материалов	Исследование влияния теплопроводного включения на электрических моделях температурных полей 105 Определение и графическое построение температурного поля наружного угла ограждающей конструкции с помощью электрической модели
4	Теплофизический свойства материалов	Построение графика упругостей Построение графике распределения упругости водяных паров в зависимости от сопротивления паропроницанию ограждения.
5	Паропроницаемость	Исследование характеристик оконного блока, 102

		Исследование оконного блока, вычисление его характеристик и их сопоставление с действующими строительными нормами.
5	Паропроницаемость	Выполнение проверок влажностного режима Вычисление требуемых сопротивлений паропроницания внутренних слоёв конструкции
6	Проверки влагонакопления и переувлажнения	Исследование воздухопроницаемости строительных материалов и конструкций Демонстрация измерения воздухопроницаемости строительных конструкций на действующем стенде.
6	Проверки влагонакопления и переувлажнения	Проверка воздухопроницаемости Измерение коэффициента фильтрации строительных материалов.
7	Наружное и внутреннее утепление	Исследование температурного поля помещения 103 исследование и оценка распределения температуры в поперечном разрезе помещения
8	Энергосбережение в строительстве	Составление энергетического паспорта Расчёт геометрических характеристик здания. Рекомендации по заполнению энергетического паспорта. Расчёт теплоэнергетических показателей. Выявление класса энергетической эффективности.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Процессы переноса тепла и вещества	Климат местности и тепловой микроклимат помещений Изучение материала, подготовка к тестированию. Изучение материала, подготовка к тестированию.
2	Уравнение теплопроводности	Теплопередача при установившихся условиях Изучение материала, подготовка к тестированию. Изучение материала, подготовка к тестированию.
3	Теплопередача при установившихся условиях	Паропроницаемость Изучение материала, подготовка к тестированию. Изучение материала, подготовка к тестированию.
4	Теплофизический свойства материалов	Выполнение контрольной работы Изучение материала, подготовка к тестированию. Изучение материала, подготовка к тестированию.
5	Паропроницаемость	Построение температурного и влажностного графиков. Изучение материала, подготовка к тестированию. Изучение материала, подготовка к тестированию.
6	Проверки влагонакопления и переувлажнения	Проверки влагонакопления и переувлажнения Изучение материала, подготовка к тестированию.
7	Наружное и внутреннее утепление	Изучение материала, подготовка к тестированию. Изучение материала, подготовка к тестированию.
8	Энергосбережение в строительстве	Подготовка чертежей для энергетического паспорта. Изучение материала, подготовка к тестированию. Изучение материала, подготовка к тестированию.

## 6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД, с перечнем имеющихся методических указаний к выполнению лабораторных работ по дисциплине, а также с методическими указаниями по организации самостоятельной работы.

При выполнении лабораторных работ обучающемуся следует стремиться справиться с основной частью работы в часы аудиторных занятий.

В рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

повторять законспектированный на лекционных занятиях материал, при необходимости дополнять его с учетом рекомендованной по данной теме литературы и учебного курса «Строительная физика» в системе дистанционного обучения Moodle;

при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники и учебный курс «Строительная физика» в системе Moodle;

регулярно составлять отчеты по выполненным лабораторным работам;

отвечать на контрольные вопросы методических указаний по теме;

подготовиться к экзамену.

## 7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Процессы переноса тепла и вещества	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	Устный опрос. Тесты
2	Уравнение теплопроводности	ОПК-2.2, ОПК-2.1, ОПК-2.3	Устный опрос. Тесты
3	Теплопередача при установившихся условиях	ОПК-2.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2	Устный опрос. Тесты
4	Теплофизические свойства материалов	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	Устный опрос. Тесты
5	Паропроницаемость	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	Устный опрос. Тесты
6	Проверки влагонакопления и переувлажнения	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	Устный опрос. Тесты
7	Наружное и внутреннее утепление	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	Устный опрос. Тесты
8	Энергосбережение в строительстве	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	
9	Контроль	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Тестовые задания размещены в приложении "Тестовые задания Теплофизика.doc".

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенции (ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3))

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости



<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:  - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;  - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;  - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения:  - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</p> <p>навыки:  - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;  - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;  - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий;  - грамотно обосновывает ход решения задач;  - безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;  - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p>
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:  - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;  - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения:  - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;  - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы;  - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки:  - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;  - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;  - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий;  - обосновывает ход решения задач без затруднений</p>

<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Теплофизика

1. Какую температуру принимают в качестве расчетной температуры наружного воздуха при проектировании теплозащиты здания? Почему?
2. Какую температуру принимают в качестве расчетной температуры наружного воздуха при проверке влажностного режима ограждения? Почему?
3. Назовите основные параметры микроклимата помещения, характеризующие воздушный режим.
4. Назовите основной параметр, характеризующий радиационный режим помещения.
5. Микроклимат в помещении создается воздушным и радиационным режимами. Что это значит?
6. Что такое радиационная температура. Как ее определить?
7. Точка росы (определение). Для чего определяют точку росы?
8. Как определить влажностный режим помещения? Для чего определяют влажностный режим помещения?
9. Что такое процессы переноса?
10. Какие именно процессы переноса происходят в конструкциях и помещениях зданий?
11. Что такое потенциалы переноса? Назовите потенциал переноса тепла. Назовите

потенциал переноса водяного пара. Назовите потенциал переноса воздуха.

12. Что такое температурное поле? Приведите примеры трехмерного поля.

13. Что такое температурное поле? Какое температурное поле называется одномерным?

14. Какое температурное поле (одномерное, двумерное или трехмерное) имеет место в плоской бесконечной трехслойной стене? Изобразите вид поля графически.

15. Изобразите графически температурное поле наружного угла стен. Покажите направления градиента температуры.

16. Что такое стационарный процесс теплопередачи?

17. В чем отличие стационарного и нестационарного процессов теплопередачи.

18. Назовите виды теплопередачи. Дайте их определения. Как происходит передача тепла через ограждение?

19. Что такое плотность теплового потока? Запишите закон Фурье, поясните.

20. Поясните физический смысл коэффициентов теплообмена у поверхности ограждения. Какова размерность коэффициентов?

21. Какое значение коэффициента теплообмена у внутренней поверхности ограждения надо принять при теплотехническом расчете наружных стен школы? Какое – в случае промышленного предприятия?

22. Почему интенсивность теплообмена конвекцией у поверхности потолка больше чем у поверхности пола?

23. Какое значение коэффициента теплообмена у наружной поверхности ограждения надо принять при теплотехническом расчете наружных стен школы? Какое – в случае промышленного предприятия?

24. Почему рекомендуемое СП 50.13330-12 значение коэффициента теплообмена у наружной поверхности ограждения существенно больше, чем значение коэффициента теплообмена у внутренней поверхности?

25. Какое значение коэффициента теплообмена у наружной поверхности ограждения надо принять при теплотехническом расчете вентилируемого фасада здания?

26. Что характеризует критерий Фурье. Напишите выражения для критерия Фурье

27. Что характеризует критерий Био? Напишите выражения для критерия Био

28. Что характеризует критерий Нуссельта? Напишите выражения для критерия Нуссельта

29. Что характеризует критерий Прандтля? Напишите выражения для критерия Прандтля

30. Что характеризует критерий Рейнолдса? Напишите выражения для критерия Рейнолдса

31. Для чего применяют теорию подобия?

26. Что называется пористостью материала? Как пористость материала влияет на значение коэффициента теплопроводности?

27. Что такое весовая влажность материала? Что такое объемная влажность?

28. Коэффициент теплопроводности (определение, физический смысл, размерность). Зависит ли коэффициент теплопроводности от толщины слоя материала?

29. От чего зависит коэффициент теплопроводности материала? Почему?

30. Поясните зависимость коэффициента теплопроводности от плотности материала.

31. Поясните зависимость коэффициента теплопроводности от влажности материала.

32. Поясните зависимость коэффициента теплопроводности материала от направления теплового потока.

33. Зависит ли коэффициент теплопроводности стекла от направления теплового потока?

34. Запишите дифференциальное уравнение теплопроводности при одномерном распространении тепла.

35. Запишите дифференциальные уравнения температурного поля в стационарных и нестационарных условиях при одномерном распространении тепла. Как называются эти уравнения?

36. Как изменяется температура в плоской однородной стене при стационарных условиях? Как в многослойной стене?

37. Что такое коэффициент теплопередачи? Поясните его физический смысл. Какова его размерность?

38. Что такое сопротивление теплопередаче? Поясните его физический смысл. Какова его размерность?

39. Как связаны значения коэффициента теплопередачи рассматриваемого ограждения и его сопротивление теплопередаче? Укажите размерности этих величин.

40. Что такое термическое сопротивление ограждения? От чего зависит термическое сопротивление ограждения? Какова его размерность?

41. От чего зависит сопротивление теплопередаче многослойного ограждения? Как влияет на значение сопротивления теплопередаче ограждения расположение слоя утеплителя (изнутри или снаружи)?

42. Что такое сопротивления теплоотдаче у внутренней и наружной поверхности ограждения? Поясните физический смысл. Какова размерность?

43. Каким образом на практике определяют сопротивления теплоотдаче у внутренней и наружной поверхности ограждения при выполнении теплотехнического расчета?

44. Определите значение сопротивления теплоотдаче у наружной поверхности вентилируемого фасада.

45. Поясните, каким образом нормируется сопротивление теплопередаче наружных ограждений.

46. В чем заключается требование санитарных норм, исходя из которого определяется требуемое значение сопротивления теплопередаче наружного ограждения?

47. Что такое приведенное сопротивление теплопередаче?

48. В чем отличие характера передачи тепла через замкнутую воздушную прослойку и через слой материала?

49. Каким образом на практике определяют термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки при выполнении теплотехнического расчета ограждения?

50. От чего зависит термическое сопротивление воздушной прослойки и почему?

51. Что такое эквивалентный коэффициент теплопроводности замкнутой воздушной прослойки?

52. Поясните, почему термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки в перекрытии над холодным подвалом больше чем в наружной стене при прочих равных условиях?

53. В каком случае термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки больше, если прослойка в чердачном перекрытии (под неотапливаемым чердаком) или если прослойка в перекрытии над холодным подвалом при прочих равных условиях? Почему?

54. Почему термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки при положительной температуре воздуха в ней меньше, чем при отрицательной температуре?

55. В каком случае термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки больше, если прослойка расположена ближе к наружной поверхности ограждения или к внутренней? Почему?

56. Почему при оклейке одной или обеих поверхностей замкнутой воздушной прослойки алюминиевой фольгой термическое сопротивление прослойки увеличивается?

57. Изобразите температурное поле наружного угла стен. Поясните причины понижения температуры внутренней поверхности угла.

58. Меры по повышению температуры внутренней поверхности ограждения.

59. Меры по повышению температуры внутренней поверхности угла наружных стен.

60. Что такое инфильтрация? Что такое эксфильтрация?

61. Поясните причины, вызывающие возникновение разности давлений на наружной и внутренней поверхностях ограждения.

62. Что такое кривые расхода воздуха? Как построить кривую расхода воздуха через образец?

63. Что такое коэффициент воздухопроницаемости материала. Поясните физический смысл. Какова размерность?

64. Каким образом можно экспериментально определить коэффициент воздухопроницаемости материала?

65. Что такое сопротивление воздухопроницанию? Поясните физический смысл. Какова размерность?

66. Каким образом на практике определяют сопротивление инфильтрации ограждения?

67. Каким образом нормируется воздухопроницаемость наружных ограждений?

68. В чем заключается явление продольной фильтрации. В чем отличие продольной фильтрации от поперечной или сквозной?

69. Что такое влагосодержание воздуха? Как изменится точка росы при увеличении влагосодержания воздуха при неизменной температуре? Почему?

70. Что такое абсолютная влажность воздуха? Как меняется упругость водяного пара при

понижении абсолютной влажности при неизменной температуре?

71. Что такое относительная влажность воздуха? Как изменится относительная влажность воздуха при понижении температуры воздуха ниже точки росы?

72. Что такое упругость водяного пара? Как изменится упругость водяного пара при повышении температуры и относительной влажности воздуха?

73. Что такое относительная упругость водяного пара?

74. В каком случае происходит конденсация влаги на поверхности ограждения.

75. Меры против конденсации влаги на внутренней поверхности ограждения.

76. Что такое сорбция? Что такое десорбция?

77. Что такое изотермы сорбции? Как выглядят (изобразите) изотермы сорбции для древесины?

78. В чем заключается явление капиллярной конденсации?

79. Что такое диффузия водяного пара через ограждение.

80. Что такое коэффициент паропроницаемости материала. Поясните физический смысл. Какова размерность?

81. Что такое сопротивление паропроницанию ограждения. Поясните физический смысл. Какова размерность?

82. Приведите примеры капиллярных явлений, происходящих в наружных ограждениях.

83. От чего зависит максимальная сорбционная влажность материала?

84. Каков рациональный порядок расположения слоев в многослойном ограждении с точки зрения обеспечения оптимального влажностного режима. Почему?

85. Поясните особенности влажностного режима вентилируемого фасада.

86. Вывести формулу для расчета требуемого сопротивления паропроницанию внутренних слоев ограждения из условия недопустимости накопления влаги из года в год.

87. Вывести формулу для расчета требуемого сопротивления паропроницанию внутренних слоев ограждения из условия ограничения приращения влажности материала в допустимых пределах.

88. Вывести формулу для определения требуемого сопротивления теплопередаче из условия санитарных норм.

89. Вывести формулу для расчета температуры внутренней поверхности ограждения.

90. Вывести формулу для расчета температуры наружной поверхности ограждения.

91. Вывести формулу для расчета температуры в любом слое ограждения.

92. Доказать, что линия снижения температуры в толще многослойного ограждения в координатах «температура – толщина» является ломаной.

93. Доказать, что линия снижения температуры в толще многослойного ограждения в координатах «температура – термическое сопротивление» является прямой.

94. Доказать, что линия снижения температуры в толще однородного ограждения в координатах «температура – толщина» является прямой.

95. В чем заключается графический метод расчета влажностного режима ограждения при стационарных условиях диффузии водяного пара.

96. Каким образом определяют границы зоны возможной конденсации в толще ограждения.

97. Каким образом можно определить плотность потока водяного пара, притекающего к зоне конденсации толще ограждения в среднем за год?

98. Каким образом можно определить плотность потока водяного пара, уходящего от зоны конденсации в толще ограждения наружу в среднем за год?

99. Каким образом нормируется паропроницаемость ограждений?

100. Как определить, возможна ли конденсация влаги в толще наружного ограждения?

101. Как определить, возможна ли конденсация на внутренней поверхности ограждения?

102. Где наиболее вероятно расположена плоскость возможной конденсации в многослойном ограждении?

103. Для чего и в каком случае используется пароизоляция? Где следует располагать слой пароизоляции? Почему?

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Практические задание расположены в приложении "Практические задания"

## 7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовые проекты (работы) учебным планом не предусмотрены

## 7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.2.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

Экзамен проводится в форме письменного контрольного задания.

## 7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка

<p>знания</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>
<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок Ответил на все дополнительные вопросы.</p>

владение навыками	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>
-------------------	--	---	---	--

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

## 8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<b><u>Основная литература</u></b>		
1	Макеев М. Ф., Мельников Е. Д., Агеенко М. В., Архитектурно-строительная теплотехника, Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2018	ЭБС
2	Баранов А. В., Зарандия, Энергосбережение и энергоэффективность, Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017	ЭБС
<b><u>Дополнительная литература</u></b>		
1	Госстрой России, Строительные нормы и правила Российской Федерации (СНиП). Тепловая защита зданий : СНиП 23-02-2003, М.: ФГУП ЦПП, 2004	ЭБС



Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Электронный фонд правовой и научно-технической документации «Техэкс-перт»	<a href="http://docs.cntd.ru/">http://docs.cntd.ru/</a>
Сайт справочной правовой системы «Консультант Плюс»	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Библиотека статей журнала НП «АВОК»	<a href="http://www.abok.ru/articleLibrary/">http://www.abok.ru/articleLibrary/</a>

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Федеральный образовательный портал "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>
Интернет-тренажеры в сфере образования	<a href="http://www.i-exam.ru">http://www.i-exam.ru</a>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Microsoft Windows 10 Pro	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.
Microsoft Office 2016	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
40. Учебные аудитории для проведения лабораторных работ лаборатория общей и строительной физики 2-я Красноармейская ул. д.4 Ауд. 313	Генератор сигналов 1Г- МГц; Поверхность стеклокерамическая с подогревом и STARFOOD ТС-2

40. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
40. Учебные аудитории для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (компьютерный класс): ПК-12 шт. (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с установленным мультимедийным оборудованием (проектор, экран, колонки) с доступом к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ; доска маркерная; комплект учебной мебели на 12 посадочных мест.
40. Лаборатория общей и строительной физики 2-я Красноармейская ул. д.4 Ауд. 310	Установка для исследования процесса передачи тепла через окно; Установка для исследования температурного поля; Установка для исследования температурного поля наружной стены; Установка для исследования температурного наружного угла; Установка для исследования температурного поля наружного угла, утепленного скосом; Установка для исследования влияния теплопроводного включения на теплозащитные свойства стены; Установка для исследования воздухопроницаемости строительных материалов и конструкций; Установка для определения теплоемкости твердых тел; Установка для определения параметров влажного воздуха; Установка для определения изменения коэффициента пропускания и отражения солнечной радиации строительными материалами; Установка для исследования искусственной освещенности помещений; Установка для исследования светового поля светильника; Установка для определения скорости звука в воздухе фазовым методом; Лабораторный стенд "Основы светотехники"
40. Компьютерный класс	Рабочие места с ПК (стол компьютерный, системный блок, монитор, клавиатура, мышь), стол рабочий, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Internet

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 № 901).

Программу составил:  
доцент СФиХ, к.т.н. А.Н. Соколов

Программа обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Строительной физики и химии  
07.06.2021, протокол № 6  
Заведующий кафедрой к.т.н., Барашев Матвей Нестерович

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета  
18.06.2021, протокол № 2.

Председатель УМК к.т.н., доцент А.Н. Панин