



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Строительной физики и химии

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 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, 2023

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются:

- изучение основных законов теплофизики, получение представлений о климатообразующих факторах и их измерении, рациональном использовании ресурсов климата и энергоресурсов;
- теплотехнические характеристики строительных материалов, изделий и конструкций, методы измерений, оценка точности измерений;
- нормативные документы в области измерения теплофизических характеристик строительных материалов и конструкций, стандарты на методы испытаний;
- измерений, оценка точности измерений;
- уяснение концепций энергосбережения;
- изучение тепло- и массообменных процессов, протекающих в строительных конструкциях;
- изучение вопросов энергосбережения, ЭП зданий, контроль и измерение потребления энергоресурсов в процессе эксплуатации зданий;
- изучение вопросов долговечности строительных материалов, ограждающих конструкций и их элементов;
- нормативно-правовые акты, нормативные документы, методические материалы в области экспертизы теплотехнических характеристик строительных конструкций;
- изучение основных климатообразующих факторов, элементов климата, основ климатического районирования для строительства;
- изучение тепло- и массообменных процессов, протекающих на поверхности и в толще ограждения;
- изучение воздействий внешней среды на тепловой микроклимат помещений в зависимости от теплозащитных свойств ограждающих конструкций;
- овладение принципами теплофизического проектирования и эксплуатации ограждающих конструкций.

Задачами дисциплины являются:

1. изучение основных законов теплофизики;
2. изучение основных климатообразующих факторов, элементов климата;
3. изучение основ климатического районирования для строительства;
4. овладение принципами теплотехнического расчета ограждающих конструкций;
5. нормативно-правовые акты, нормативные документы, методические материалы в области экспертизы теплотехнических характеристик строительных 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)	знает основные законы физики (молекулярной физики, термодинамики) умеет Применять основные законы термодинамики с использованием математического аппарата. владеет аналитическим мышлением при анализе технических решений

<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>знает Методические основы проведения эксперимента, методы обработки результатов измерений теорию погрешностей умеет Провести эксперимент, обработать результаты измерений проанализировать полученные результаты, сделать выводы владеет Нормативной литературой для оценки полученных результатов.</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>знает Применять математический аппарат для расчета теплофизических свойств ограждающих конструкций зданий умеет Выполнить теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций зданий. Выбирать рациональные конструктивные решения элементов зданий при выборе утеплителей. Проводить испытания по определению теплопроводности и воздухопроницаемости строительных материалов. Рассчитывать температурное поле в конструкциях. владеет Навыками применения методики теплотехнического расчета ограждающих конструкций и зданий в целом. Нормативной литературой в области теплотехники.</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
3	Химия	ОПК-1.1, ОПК-1.2, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4

Дисциплина «Теплофизика» рассматривает физические явления и процессы, связанные со строительством и эксплуатацией зданий, закономерности изменения внутреннего микроклимата помещений под действием внешних климатических условий, а также методы соответствующих инженерных расчётов. Основное значение для студентов, обучающихся по направлению «Строительство» имеет изучение основ строительной теплотехники, а именно изучение закономерностей переноса тепла и передачи звука. Изучаемые процессы непосредственно воспринимаются органами чувств человека, определяют гигиенические качества окружающей среды, и играют роль в обеспечении теплового, акустического, светового и экологического комфорта.

Требования к основным знаниям, умениям и владениям студентов:

Для освоения дисциплины «Теплофизика» необходимо:

знать:

- основные физические явления,
- фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики;

уметь:

- оперировать имеющимися знаниями,
- применять имеющиеся знания при изучении других дисциплин и для решения конкретных задач;

- выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах;

владеть:

- первичными навыками ведения физического эксперимента с использованием современной научной аппаратуры;

- навыками работы с учебной литературой и электронными базами данных.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Метрология	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4
2	Планирование и организация эксперимента	ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-7.6, ОПК-7.7, ОПК-7.8
3	Метрологическое обеспечение в строительстве	ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4

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
Контактная работа	48		48
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16
Лабораторные занятия (Лаб)	32	0	32
Иная контактная работа, в том числе:	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	0,25		0,25
Часы на контроль	26,75		26,75
Самостоятельная работа (СР)	69		69
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	144		144
зачетные единицы:	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. Уравнение теплопроводности Фурье, Лапласа, температурное поле										
1.1.	Уравнение теплопроводности Фурье.	3	2				8		10	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	
2.	2 раздел. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций										
2.1.	Расчет ограждающих конструкций	3	4				6	8	18	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	
3.	3 раздел. Теплотехнические характеристики строительных материалов и их измерения										
3.1.	Теплофизические характеристики строительных материалов. Выбор строительных материалов для проектирования конструкций с учетом климатических факторов.	3					6	15	21	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	
4.	4 раздел. Тепло-массоперенос в ограждающих конструкциях										
4.1.	Процессы теплообмена в строительных конструкциях	3	2				4	4	10	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	
5.	5 раздел. Основы климатологии, климатические факторы										
5.1.	Основы климатологии. Климатические факторы: температура, давление, скорость ветра, осадки и методы их наблюдения и измерения	3	2				2		4	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	

6.	6 раздел. Влажностный режим конструкций. Влияние влагосодержания строительных материалов на теплопроводность									
6.1.	Расчет влажностного режима конструкций. Сопротивление паропрооницанию.	3	2			2		15	19	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
7.	7 раздел. Энергосбережение, энергетический паспорт зданий									
7.1.	Энергосбережение в строительстве	3	4			4		27	35	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
8.	8 раздел. Контроль									
8.1.	Экзамен	3							27	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций								
1	Уравнение теплопроводности Фурье.	Вывод уравнения теплопроводности								
2	Расчет ограждающих конструкций	Методы расчета. Основные величины. Расчетные зависимости								
4	Процессы теплопереноса в строительных конструкциях	Сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, нормирование								
5	Основы климатологии. Климатические факторы: температура, давление, скорость ветра, осадки и методы их наблюдения и измерения	Климатические факторы, наблюдение и измерение								
6	Расчет влажностного режима конструкций. Сопротивление паропрооницанию.	Расчет влажностного режима конструкций								
7	Энергосбережение в строительстве	Расчет удельного потребления зданием и теплотехнических характеристик здания. Определение удельных характеристик								

5.2. Лабораторные работы

№ разд	Наименование раздела и темы лабораторных работ	Наименование и содержание лабораторных работ								
1	Уравнение теплопроводности	Температурное поле конструкций Лабораторная работа 105 и 107								

	Фурье.	
1	Уравнение теплопроводности Фурье.	Измерение теплопроводности строительных материалов Лабораторная работа прибор МГ-4
2	Расчет ограждающих конструкций	Теплотехнический расчет элементов здания, параметры микроклимата. Нормативные требования. лаб. работы 120, 102, 104,107, 105
3	Теплофизические характеристики строительных материалов. Выбор строительных материалов для проектирования конструкций с учетом климатических факторов.	Климатическое районирование территории, работа с нормативными документами Использование СП 131 Климатология
3	Теплофизические характеристики строительных материалов. Выбор строительных материалов для проектирования конструкций с учетом климатических факторов.	Определение воздухопроницаемости строительных материалов и утеплителей Отчет по результатам измерений
3	Теплофизические характеристики строительных материалов. Выбор строительных материалов для проектирования конструкций с учетом климатических факторов.	Климатический паспорт проекта здания
4	Процессы теплопереноса в строительных конструкциях	Исследование температурного поля наружного угла, трехслойной конструкции или исследование влияния теплопроводного включения на электрических моделях температурных полей.
5	Основы климатологии. Климатические факторы: температура, давление, скорость ветра, осадки и методы их наблюдения и измерения	Основы климатологии. Климатические факторы: температура, давление, скорость ветра, осадки и методы их наблюдения и измерения
6	Расчет влажностного режима конструкций. Сопротивление паропроницанию.	Определение плоскости возможной конденсации
7	Энергосбережение в	Составление энергетического паспорта здания

	строительстве	
--	---------------	--

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
2	Расчет ограждающих конструкций	Теплотехнический расчет наружной стены
3	Теплофизические характеристики строительных материалов. Выбор строительных материалов для проектирования конструкций с учетом климатических факторов.	Климатический паспорт проекта здания Оценка
4	Процессы теплопереноса в строительных конструкциях	Работа с тестами Тесты
6	Расчет влажностного режима конструкций. Сопротивление паропроницанию.	Расчет влажностного режима конструкции, плоскость конденсации.
7	Энергосбережение в строительстве	Расчет геометрических характеристик здания. Определение теплофизических свойств используемых строительных материалов
7	Энергосбережение в строительстве	Составление энергетического паспорта здания
7	Энергосбережение в строительстве	Подготовка к экзамену

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

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

При подготовке к лабораторным и практическим занятиям и 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 «Теплофизика» в системе дистанционного обучения Moodle;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники и учебный курс «Теплофизика» в системе Moodle;
- регулярно выполнять задания в рамках изучаемой темы и составлять отчеты по выполненным лабораторным работам;
- отвечать на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС;
- выполнить индивидуальное домашнее задание по теме «Теплофизика», руководствуясь методическими указаниями, а также при возникновении затруднений обращаясь к преподавателю лично или в системе Moodle;
- подготовиться к коллоквиуму, по каждому разделу дисциплины, используя тестовые задания в системе Moodle;
- в результате подготовиться к промежуточной аттестации, в том числе к защите выполненного индивидуального домашнего задания.

Итогом изучения дисциплины является экзамен. Экзамен проводится по расписанию сессии. Форма проведения занятия – устная. Студенты, не прошедшие аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

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	Уравнение теплопроводности Фурье.	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	Тесты, устный опрос.
2	Расчет ограждающих конструкций	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	устный опрос
3	Теплофизические характеристики строительных материалов. Выбор строительных материалов для проектирования конструкций с учетом климатических факторов.	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	Тесты, устный опрос
4	Процессы тепломассопереноса в строительных конструкциях	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	расчет фрагмента конструкции
5	Основы климатологии. Климатические факторы: температура, давление, скорость ветра, осадки и методы их наблюдения и измерения	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	устный опрос
6	Расчет влажностного режима конструкций. Сопротивление паропрооницанию.	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	анализ результатов расчета
7	Энергосбережение в строительстве	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	

8	Экзамен	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	устный опрос
---	---------	---------------------------	--------------

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 по адресу: <https://moodle.spbgasu.ru/> кафедра

Строительной физики, электроэнергетики и электротехники/Теплофизика

(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:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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>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</p> <p>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</p> <p>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;</p> <p>умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок</p> <p>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

Примерные 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 задания размещены по адресу: <https://moodle.spbgasu.ru/> кафедра Строительной физики, электроэнергетики и электротехники/Теплофизика

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

Курсовые работы (проекты) 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. 7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2. 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»		

	<p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>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.</p>	<p>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>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>
<p>владение навыками</p>	<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
<u>Основная литература</u>		
1	Белоглазов В. П., Теоретические основы теплотехники. Теплопередача, Нижневартонск: Нижневартонский государственный университет, 2016	http://www.iprbookshop.ru/92816.html
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Самородина Т. В., Теплофизика, Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2019	https://www.iprbookshop.ru/117223.html
2	Макеев М. Ф., Мельников Е. Д., Агеенко М. В., Архитектурно-строительная теплотехника, Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2018	http://www.iprbookshop.ru/93248.html
3	Протасевич А. М., Строительная теплофизика ограждающих конструкций зданий и сооружений, Минск: Вышэйшая школа, 2015	https://www.iprbookshop.ru/35550.html
4	Малявина Е. Г., Самарин О. Д., Строительная теплофизика и микроклимат зданий, Москва: МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2018	https://www.iprbookshop.ru/86297.html
5	Шибeko А.С., Рутковский М.А., Строительная теплофизика и теплотехнические измерения, Москва: Инфра-Инженерия, 2020	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972904433.html

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
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	https://www.elibrary.ru/

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Информационно-правовая база данных Кодекс	http://gasudata.lan.spbgasu.ru/docs/
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/
Электронная библиотека Ирбис 64	http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	https://www.biblio-online.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента"	https://www.studentlibrary.ru/
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	https://www.elibrary.ru/
Федеральный образовательный портал "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru
Российская государственная библиотека	www.rsl.ru
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	www.spbgasu.ru
Тех.Лит.Ру - техническая литература	http://www.tehlit.ru/
Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации в области строительства и проектирования, безопасности и охраны труда, энергетики и нефтегаза, права.	http://docs.cntd.ru

Библиотека по Естественным наукам Российской Академии наук (РАН)	www.ras.ru
Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ	https://www.spbgasu.ru/Univer sitet/Biblioteka/Obrazovatelnye _internet-resursy/

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)
Виртуальная лаборатория практикума "Теплотехника"	Договор №19 от 27.02.2018 г. с ИП Образцовой Т.Б. Лицензия бессрочная

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 лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
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. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ.
--	---

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