



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции

УТВЕРЖДАЮ

Начальник учебно-методического управления

С.В. Михайлов

«29» июня 2021 г.

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

Теория и практика инженерного исследования

направление подготовки/специальность 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Энергообеспечение  
предприятий

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2021

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

формирование у обучающихся систематизированных знаний и умений в области инженерного исследования, приобретение магистрантами навыков применения теоретических и экспериментальных методов инженерного исследования теплоэнергетического и теплотехнического оборудования и устройств

- изучение теоретических методов и моделей исследования теплоэнергетических и теплотехнических систем;
- изучение экспериментальных методов исследования теплоэнергетических и теплотехнических систем;
- формирование навыков по организации и проведению инженерного исследования теплоэнергетического и теплотехнического оборудования и устройств

## 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-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ОПК-1.1 Формулирует цели и задачи исследования	<b>знает</b> цели и задачи исследования <b>умеет</b> формулировать цели и задачи исследования <b>владеет навыками</b> формулирования целей и задач исследования
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ОПК-1.2 Определяет последовательность решения задач	<b>знает</b> способы и методики решения задач <b>умеет</b> определять последовательность решения задач <b>владеет навыками</b> определения последовательности решения задач
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ОПК-1.3 Формулирует критерии принятия решения	<b>знает</b> критерии принятия решения <b>умеет</b> формулировать критерии принятия решения <b>владеет навыками</b> формулирования критериев принятия решения
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1 Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи	<b>знает</b> методы исследования для решения поставленной задачи <b>умеет</b> выбирать необходимый метод исследования для решения поставленной задачи <b>владеет навыками</b> выбора необходимого метода исследования для решения поставленной задачи

ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.2 Проводит анализ полученных результатов	<b>знает</b> методы проведения анализа полученных результатов <b>умеет</b> проводить анализ полученных результатов <b>владеет навыками</b> проведения анализа полученных результатов
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.3 Представляет результаты выполненной работы	<b>знает</b> способы представления результатов выполненных работ <b>умеет</b> представлять результаты выполненных работ <b>владеет навыками</b> представления результатов выполненных работ

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

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.1.04 основной профессиональной образовательной программы 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Теплогенерирующие установки	ПКР-2.3, ПКР-2.4, ПКР-3.1, ПКР-3.2, ПКР-3.3, ПКР-3.4, ПКР-3.8, ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3
2	Организация производственной деятельности	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3
3	Информационное моделирование в профессиональной сфере (ВМ)	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-6.1, УК-6.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5

Теплогенерирующие установки:  
методы теоретического исследования ТГУ;  
методы математического моделирования ТГУ;  
инструментальное исследование ТГУ

Организация производственной деятельности:  
методы организации инженерного исследования в производственной деятельности

Информационное моделирование в профессиональной сфере (ВМ):  
моделирование инженерных систем в современных программных комплексах

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

1	Подготовка к процедуре защиты и защита квалификационной работы выпускной	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-2.1, УК-3.1, УК-3.2, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-5.1, УК-5.2, УК-6.1, УК-6.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКР-1.3, ПКР-1.4, ПКР-2.1, ПКР-2.2, ПКР-2.3, ПКР-2.4, ПКР-2.5, ПКР-3.1, ПКР-3.2, ПКР-3.3, ПКР-3.4, ПКР-3.5, ПКР-3.6, ПКР-3.7, ПКР-3.8, ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-1.3, ПКС-1.4, ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5
2	Проектная практика	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-6.1, УК-6.2, ПКР-1.1, ПКР-1.2, ПКР-1.3, ПКР-1.4, ПКР-2.1, ПКР-2.2, ПКР-2.3, ПКР-2.4, ПКР-2.5, ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-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	
			2	3
<b>Контактная работа</b>	68		36	32
Лекционные занятия (Лек)	34	0	18	16
Практические занятия (Пр)	34	0	18	16
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	1,25		0,6	0,65
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	0,9		0,5	0,4
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ	1		0,6	0,4
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25			0,25
<b>Часы на контроль</b>	26,75		0	26,75
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	119,1		34,9	84,2
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>				
<b>часы:</b>	216		72	144
<b>зачетные единицы:</b>	6		2	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. Алгоритм инженерного исследования										
1.1.	Общая характеристика инженерного исследования	2	6					4,9	10,9	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	
1.2.	Этапы инженерного исследования	2	12		18			30	60	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	
2.	2 раздел. Иная контактная работа										
2.1.	Контрольная работа	2							1,1	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	
3.	3 раздел. Контроль										
3.1.	Зачет	2								ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	
4.	4 раздел. Методы и модели инженерного исследования										
4.1.	Методы инженерного исследования и их применение в теплоэнергетике и теплотехнике	3	6		6			29	41	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	
4.2.	Использование теории теплообмена в инженерном исследовании	3	6		10			27	43	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3	

4.3.	Экспериментальные исследования теплоэнергетических систем и теплотехнических устройств	3	4					28,2	32,2	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
5.	5 раздел. Иная контактная работа									
5.1.	Контрольная работа	3							0,8	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
6.	6 раздел. Контроль									
6.1.	Экзамен	3							27	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, 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	Общая характеристика инженерного исследования	Общая характеристика инженерного исследования Инженерное и научное исследование. Особенности инженерного исследования в теплоэнергетике и теплотехнике. Теоретическое и эмпирическое инженерное исследование. Многофакторность и многокритериальность инженерных исследований. Полнота и достоверность информации, используемой при проведении инженерного исследования. Прикладной характер инженерного исследования в теплоэнергетике и теплотехнике. Анализ опыта и результатов выполненных научных и инженерных исследований по теме исследования.
2	Этапы инженерного исследования	Этапы инженерного исследования Выбор темы инженерного исследования. Подготовка к инженерному исследованию. Объект и предмет исследования. Постановка задачи. Моделирование объекта исследования. Проведение теоретических исследований на модели. Экспериментальные исследования и обработка их результатов. Анализ и обобщение результатов исследования. Оформление результатов инженерного исследования.
5	Методы инженерного исследования и их применение в теплоэнергетике и теплотехнике	Методы инженерного исследования и их применение в теплоэнергетике и теплотехнике Общая характеристика методов инженерного исследования. Теоретические методы исследования. Аналитические методы, аналитические с использованием эксперимента, вероятностно-статистические, методы системного анализа.

		<p>Модели инженерных исследований.</p> <p>Экспериментальные исследования.</p>
6	Использование теории теплообмена в инженерном исследовании	<p>Использование теории теплообмена в инженерном исследовании</p> <p>Инженерное исследование утилизации тепла в системах вентиляции и кондиционирования воздуха.</p> <p>Энергосбережение и экономия энергоресурсов в системах теплогазоснабжения.</p>
7	Экспериментальные исследования теплоэнергетических систем и теплотехнических устройств	<p>Экспериментальные исследования теплоэнергетических систем и теплотехнических устройств</p> <p>Роль эксперимента в научном познании.</p> <p>Виды экспериментов. Методика эксперимента. Планирование эксперимента.</p> <p>Регрессионный анализ и полный факторный эксперимент.</p> <p>Техника экспериментального исследования.</p> <p>Теория погрешностей и практика их оценки.</p> <p>Основы математического анализа результатов экспериментального исследования.</p> <p>Обработка и оформление результатов научного исследования.</p>

### 5.2. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
2	Этапы инженерного исследования	<p>Инженерное исследование процесса нестационарной теплопроводности</p> <p>Нестационарная теплопроводность полуграниченного тела.</p> <p>Нестационарная теплопроводность неограниченной пластины.</p> <p>Нестационарная теплопроводность тел при бесконечно большой теплопроводности.</p> <p>Инженерное исследование процессов изменения агрегатного состояния вещества.</p>
5	Методы инженерного исследования и их применение в теплоэнергетике и теплотехнике	<p>Инженерное исследование теплообменных аппаратов</p> <p>Инженерное исследование теплообменных аппаратов.</p> <p>Тепловой и гидравлический расчет теплообменного аппарата.</p>
6	Использование теории теплообмена в инженерном исследовании	<p>Использование теории теплообмена в инженерном исследовании</p> <p>Инженерное исследование утилизации тепла в системах вентиляции и кондиционирования воздуха.</p> <p>Энергосбережение и экономия энергоресурсов в системах теплогазоснабжения.</p>

### 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Общая характеристика инженерного исследования	<p>Общая характеристика инженерного исследования</p> <p>Повторение теоретического материала.</p> <p>Тестирование.</p>
2	Этапы инженерного исследования	<p>Этапы инженерного исследования</p> <p>Повторение теоретического материала.</p> <p>Подготовка к практическим занятиям.</p> <p>Выполнение контрольной работы в виде заданий в moodle.</p>

5	Методы инженерного исследования и их применение в теплоэнергетике и теплотехнике	Методы инженерного исследования и их применение в теплоэнергетике и теплотехнике Повторение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение задания по расчету теплообменного аппарата в moodle. Выполнение контрольной работы.
6	Использование теории тепломассообмена в инженерном исследовании	Использование теории тепломассообмена в инженерном исследовании Повторение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение контрольной работы и задания в moodle.
7	Экспериментальные исследования теплоэнергетических систем и теплотехнических устройств	Экспериментальные исследования теплоэнергетических систем и теплотехнических устройств Повторение теоретического материала. Выполнение контрольной работы. Тестирование.

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

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, а также практических занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к зачету и экзамену.

Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных и практических занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется в рамках выполнения практических заданий, решения тестов, реализации индивидуальных заданий и других форм, предусмотренных РПД.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;
- подготовиться к проверочной работе, предусмотренной в контрольных точках;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины во 2 семестре является зачет. Зачет проводится по расписанию на последнем практическом занятии. Форма проведения зачета – компьютерное тестирование в moodle. Студенты, не прошедшие аттестацию по графику, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

Итогом изучения дисциплины в 3 семестре является экзамен. Экзамен проводится по расписанию экзаменационной сессии. Форма проведения экзамена – компьютерное тестирование в moodle. Студенты, не прошедшие аттестацию по графику, 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	Общая характеристика инженерного исследования	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК- 1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК -2.3	Теоретические вопросы для промежуточной аттестации. Практические задания для промежуточной аттестации. Тесты.

2	Этапы инженерного исследования	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК- 1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК -2.3	Теоретические вопросы для промежуточной аттестации. Практические задания для промежуточной аттестации. Тесты.
3	Контрольная работа	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК- 1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК -2.3	Тесты.
4	Зачет	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК- 1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК -2.3	Теоретические вопросы для промежуточной аттестации. Практические задания для промежуточной аттестации. Тесты.
5	Методы инженерного исследования и их применение в теплоэнергетике и теплотехнике	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК- 1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК -2.3	Теоретические вопросы для промежуточной аттестации. Практические задания для промежуточной аттестации. Тесты.
6	Использование теории теплообмена в инженерном исследовании	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК- 1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК -2.3	Теоретические вопросы для промежуточной аттестации. Практические задания для промежуточной аттестации. Тесты.
7	Экспериментальные исследования теплоэнергетических систем и теплотехнических устройств	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК- 1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК -2.3	Теоретические вопросы для промежуточной аттестации. Практические задания для промежуточной аттестации. Тесты.
8	Контрольная работа	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК- 1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК -2.3	Тесты.
9	Экзамен	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК- 1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК -2.3	Теоретические вопросы для промежуточной аттестации. Практические задания для промежуточной аттестации. Тесты.

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

(для проверки сформированности индикаторов достижения компетенции (ОПК-1.1-1.3; ОПК-2.1-.2.3)

Тестовые задания размещены по адресу: ЭИОС Moodle (<https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=3164> // кафедра ТГВ /дисциплина Теория и практика инженерного исследования)

Комплект задач

(для проверки сформированности индикаторов достижения компетенции (ОПК-1.1-1.3; ОПК-2.1-.2.3)

Комплект задач размещены по адресу: ЭИОС Moodle (<https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=3164> // кафедра ТГВ /дисциплина Теория и практика инженерного исследования)

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"><li>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;</li><li>- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;</li><li>- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li></ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</li></ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li><li>- владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;</li><li>- применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий;</li><li>- грамотно обосновывает ход решения задач;</li><li>- безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;</li><li>- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</li></ul>
---------------------------------------	--

<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

1. Приведенный коэффициент теплоотдачи ребренной стенки.
2. Дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности при нагревании (охлаждении) плоской стенки.
3. Начальные и граничные условия дифференциального уравнения теплопроводности твердых тел.
4. Критерии и .
5. Использование метода разделения переменных Фурье для решения дифференциальных уравнений нестационарной теплопроводности.
6. Явный и неявный методы численного решения задач нестационарной теплопроводности.
7. Первая и вторая теоремы Кондратьева.
8. Метод конечных разностей решения дифференциального уравнения теплопроводности.
9. Внешняя и внутренняя задачи расчета процессов нагревания и охлаждения тел.
10. Задача о промерзании.
11. Регулярный тепловой режим.
12. Температурные волны.
13. Условия и критерии подобия физических процессов.
14. Использование метода размерностей в исследовании процессов теплообмена.
15. Обобщенное критериальное уравнение конвективного теплообмена.
16. Определяющий размер при рассмотрении процесса теплоотдачи поверхностями различной конфигурации.
17. Определяющая температура при выборе параметров набегающего потока.
18. Основные законы излучения абсолютно черного тела: Планка, Стефана – Больцмана, Кирхгофа, Вина, Ламберта, Рэлея – Джинса.
19. Методы расчета теплообмена излучением - метод многократных отражений, алгебраический метод.
20. Угловой коэффициент излучения. Основные принципы определения угловых коэффициентов излучения. Обобщенные угловые коэффициенты.
21. Особенности теплообмена излучением в газах. Закон Бугера. Оптическая толщина среды. Уравнение теплообмена излучением между газом и стенками канала.
22. Численные методы решения уравнений сложного теплообмена. Числа подобия Больцмана и Кирпичева, Старка и Бугера.
23. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.
24. Числа подобия Шмидта и Шервуда, Льюиса-Семенова и Гухмана.
25. Особенности диффузно-конвективного переноса пара в газовой среде. Стефанов поток.
26. Уравнение переноса влаги в капиллярно-пористых телах.
27. Теплообмен при конденсации пара на вертикальных поверхностях и трубах.
28. Критериальные уравнения для определения коэффициента теплоотдачи при конденсации.
29. Режимы кипения. Теплоотдача при различных режимах кипения. Критериальное уравнение теплообмена при кипении.
30. Особенности процессов теплообмена в двухкомпонентных средах.
31. Критериальные уравнения массоотдачи при конденсации пара из движущейся паровоздушной смеси.
32. Классификация теплообменных аппаратов и установок, применяемых в системах теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха.
33. Схемы движения теплоносителей в теплообменных аппаратах.
34. Изменение температур теплоносителей при различных схемах движения теплоносителей. Определение температурного напора в теплообменниках различного типа. Среднелогарифмический температурный напор.
35. Коэффициент теплопередачи для разных типов теплообменников.
36. Рекуперативные теплообменники. Особенности расчета прямоточных теплообменников.

37. Особенности расчета противоточных теплообменников.
38. Особенности расчета теплообменников перекрестного тока. Особенности расчета теплообменников со сложным движением теплоносителей.
39. Регенеративные аппараты.
40. Теплообменники смесительного типа.
41. Теплообменники с внутренним источником энергии.
42. Принцип действия и особенности расчета тепломассообменных аппаратов систем теплоснабжения.
43. Принцип действия и особенности расчета тепломассообменных аппаратов систем газоснабжения.
44. Принцип действия и особенности расчета тепломассообменных аппаратов систем вентиляции и кондиционирования воздуха.
45. Основные принципы исследования тепломассообменных процессов в аппаратах и оборудовании систем ТГВ
46. Обзор аналитических методов расчета тепломассообменных процессов.
47. Основные этапы теплотехнического эксперимента. Планирование эксперимента.
48. Средства измерения теплотехнических величин. Обработка результатов экспериментальных исследований.
49. Энергосберегающие мероприятия в теплоэнергетике и теплотехнике.
50. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии

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

Практические задания для проведения промежуточной аттестации размещены по адресу: ЭИОС Moodle (<https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=3164> // кафедра ТГВ /дисциплина Теория и практика инженерного исследования)

#### 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. 7.2.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета во 2 семестре и форме экзамена в 3 семестре.

Зачет проводится в форме компьютерного тестирования в moodle.

Экзамен проводится в форме компьютерного тестирования в moodle. В экзаменационный тест включены теоретические вопросы и практические задания, соответствующие содержанию формируемых компетенций. Продолжительность экзаменационного тестирования 90 минут.

#### 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
<b>Основная литература</b>		
1	Шаврин В. И., Теплообменные аппараты и подогреватели. Классификация и применения, СПб., 2014	ЭБС
2	Михеев М. А., Михеева И. М., Основы теплопередачи, М.: ИД Бастет, 2010	ЭБС
<b>Дополнительная литература</b>		
1	Дерюгин В. В., Васильев В. Ф., Уляшева В. М., Тепломассообмен, Санкт - Петербург: Лань, 2020	ЭБС
2	Дерюгин В. В., Васильев В. Ф., Уляшева В. М., Тепломассообмен, Санкт - Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/74378.html">http://www.iprbookshop.ru/74378.html</a>
3	Дерюгин В. В., Васильев В. Ф., Уляшева В. М., Тепломассообмен, СПб.: Лань, 2018	ЭБС
1	Дерюгин В. В., Васильев В. Ф., Уляшева В. М., Тепломассообмен: задания к контрольным работам, СПб., 2015	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
Теория и практика инженерного исследования	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=3164">https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=3164</a>

### 8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>
Электронная библиотека Ирбис 64	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/">http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "IPRbooks"	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента"	<a href="https://www.studentlibrary.ru/">https://www.studentlibrary.ru/</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">www.rsl.ru</a>
Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)	<a href="http://www2.viniti.ru">www2.viniti.ru</a>
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	<a href="http://www.spbgasu.ru">www.spbgasu.ru</a>

Список сборников трудов и конференций в РИНЦ/eLIBRARY	<a href="https://www.spbgasu.ru/upload-files/universitet/biblioteka/List_rinc_elibrary_06_07_2020.pdf">https://www.spbgasu.ru/upload-files/universitet/biblioteka/List_rinc_elibrary_06_07_2020.pdf</a>
Периодические издания СПбГАСУ	<a href="https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/">https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/</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.
Microsoft Project 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.
Autodesk AutoCAD 2019/2020	Письмо о возможности бесплатной загрузки образовательных лицензий полнофункциональных версий программных продуктов Autodesk от 15.05.2012
Autodesk Revit 2019/2020	Письмо о возможности бесплатной загрузки образовательных лицензий полнофункциональных версий программных продуктов Autodesk от 15.05.2012
Ansys	Ansys сублицензионный договор №1976-ПО/2017-СЗФО от 16.10.2017 с ЗАО "КАДФЕМ Си- Ай-Эс" бессрочный

Эколог	Договор № Ф-31/2020 от 17.03.2020г ООО "Фирма Интеграл" бессрочный
--------	--

#### 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
25. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. ПО Microsoft Windows 10, Microsoft Office 2016
25. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.
25. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.

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