

**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)**

СОГЛАСОВАНО

Директор
института магистратуры

 И.В. Ярмоленко

« 20 » 05 2021г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института
энергетики, информационных
технологий и управляющих систем

 А.В. Белоусов

« 20 » 05 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Тепловые расчеты теплотехнологических установок

Направление подготовки (специальность):

13.04.01 – ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Направленность программы (профиль, специализация):

Энергетика теплотехнологии

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная


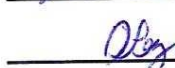
Институт: **Энергетики, информационных технологий и управляющих систем**

Кафедра: **Энергетики теплотехнологии**

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утв. приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 146;
- учебного плана, утвержденного Ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: канд. техн. наук  (Ю.В. Васильченко)
канд. техн. наук  (О.А. Рязанцев)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры энергетики теплотехнологии «22» 04 2021 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой
Энергетики теплотехнологии
канд. техн. наук, доцент  (Ю.В. Васильченко)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики, информационных технологий и управляющих систем «20» 05 2021 г., протокол № 9.

Председатель
канд. техн. наук, доцент  (А.Н. Семернин)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные (проектно-конструкторские)	ПК-1 Способен к разработке методик и проведению технических расчетов для проектирования тепловых сетей, котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей, теплоэнергетических, теплотехнических и теплотехнологических объектов	ПК-1.1. Разрабатывает методики и проводит тепловые расчеты теплотехнологических установок.	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: <ul style="list-style-type: none"> • основные методы тепловых расчетов теплотехнологических установок; Уметь: <ul style="list-style-type: none"> • проводить балансовые расчеты; • проводить расчет процессов теплообмена; Владеть: <ul style="list-style-type: none"> • навыками проведения тепловых расчетов теплотехнологических установок.
	ПК-2 Способен к разработке проектных решений для тепловых сетей, котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей, теплоэнергетических, теплотехнических и теплотехнологических объектов	ПК-2.1. Разрабатывает теплотехническую часть проектных решения для теплотехнологических установок.	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: <ul style="list-style-type: none"> • основные методы тепловых расчетов теплотехнологических установок; Уметь: <ul style="list-style-type: none"> • проводить тепловые расчеты на основе нормативных методик; • разрабатывать тепловые расчеты на основе нормативных методик; Владеть: <ul style="list-style-type: none"> • нормативными методиками проведения тепловых расчетов; • методами научного поиска методов и методик теплового расчета.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-1. Способен к разработке методик и проведению технических расчетов для проектирования тепловых сетей, котельных, центральных

тепловых пунктов, малых теплоэлектростанций, теплоэнергетических, теплотехнических и теплотехнологических объектов.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками:

Стадия	Наименования дисциплины
1	Тепловые расчеты теплотехнологических установок
2	Математическое и компьютерное моделирование теплотехнологических процессов
3	Оптимизация теплотехнических процессов
4	Учебная практика по получению первичных навыков работы с программным обеспечением применительно к области (сфере) профессиональной деятельности
5	Производственная проектная практика
6	Производственная преддипломная практика
7	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

2. Компетенция ПК-2. Способен к разработке проектных решений для тепловых сетей, котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектростанций, теплоэнергетических, теплотехнических и теплотехнологических объектов.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками:

Стадия	Наименования дисциплины
1	Тепловые расчеты теплотехнологических установок
2	Энергоэффективные теплотехнологические процессы и установки
3	Комбинированные энерготехнологические установки
4	Производственная преддипломная практика
5	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зач. единиц, 288 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки 8 зач. единиц.

Форма промежуточной аттестации

экзамен

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	288	288
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	89	89
лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	199	199
Курсовой проект	54	54
Курсовая работа	–	–
Расчетно-графическое задание	–	–
Индивидуальное домашнее задание	–	–
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	109	109
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Общие вопросы теплового расчета ТТУ					
	Совершенствование конструкции печей, общие требования, методы и техника расчета сушил	2	0	0	4
2. Расчеты горения топлива					
	Выбор топлива, пересчеты состава топлива, теплота сгорания топлива, расход воздуха на горение, объем продуктов горения, температура горения	2	4	4	10
3. Расчеты теплообмена в печах					

	Теплоотдача газов и кладки на поверхность материала, теплопередача через стенку, расчет прогрева печных стен, особенности прогрева многослойной стены, графический метод конечных разностей, расчет теплообмена в слое материала	2	8	4	14
4. Тепловые режимы печей					
	Температура обжига, продолжительность обжига, расчет продолжительности обжига изделий	2	4	4	20
5. Производительность и размеры ТТУ					
	Удельная производительность, камерные печи, туннельные печи, вращающиеся печи, шахтные печи	4	8	4	20
6. Тепловые балансы печей					
	Приход тепла, расход тепла, приближенное определение расхода топлива	2	6	12	20
7. Расчет теплообменных устройств					
	Расчет рекуператоров, расчет регенераторов, расчет котлов-утилизаторов	3	4	6	21
	ВСЕГО	17	34	34	109
	Курсовой проект				54
	Экзамен				36
	ВСЕГО	17	34	34	199

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Курс 1 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа
1	Общие вопросы теплового расчета ТТУ	–	–	–
2	Расчеты горения топлива	Расчет горения природного газа, расчет горения мазута, расчет горения угольной пыли, расчет горения смеси топлив	4	4
3	Расчеты теплообмена в печах	Теплоотдача излучением на поверхность трубы. Расчет количества тепла, воспринимаемого стекломассой от газов и кладки ванной печи, определение температуры поверхности шамотной стенки, определение теплового потока через стенку, определение распределения температур при прогреве печной стенки	8	12
4	Тепловые режимы печей	Расчет режима обжига нормального шамотного кирпича	4	6
5	Производительность и размеры ТТУ	Расчет удельной производительности, тепловой расчет туннельной печи для обжига хромомагнетитовых изделий, расчет горшковой печи для варки стекла, примерный расчет методической печи	8	12

6	Тепловые балансы печей	Составление теплового баланса вращающейся печи для обжига цементного клинкера	6	6
7	Расчет теплообменных устройств	Тепловой расчет рекуператоров, тепловой расчет регенераторов	4	4
ИТОГО:			34	44

4.3. Содержание лабораторных занятий

Курс 1 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа
семестр № 1				
1	Общие вопросы теплового расчета ТТУ	–	–	–
2	Расчеты горения топлива	Материальный и тепловой балансы вращающейся печи	4	6
3	Расчеты теплообмена в печах	Тепловой баланс колосникового переталкивающего холодильника	4	6
4	Тепловые режимы печей	Тепловой баланс автоклава для запаривания силикатного кирпича	4	6
5	Производительность и размеры ТТУ	Расчет коэффициента теплопередачи.	4	6
6	Тепловые балансы печей	Определение тепловосприятости поверхностей нагрева и теплопроизводительности ТТУ.	12	12
7	Расчет теплообменных устройств	Определение теплового и эксергетического баланса ТТУ Тепловой расчет котла - утилизатора	6	8
ИТОГО:			34	44

4.4. Содержание курсового проекта

В процессе выполнения курсового проекта осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитории и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

При выполнении курсового проекта студенты приобретают навыки проектирования теплотехнологических установок и выполнения их теплового расчета.

Темой курсового проекта является: «Тепловой расчет теплотехнологической установки (металлургические печи различных типов или печи силикатной промышленности), заданной производительности и параметров, работающей на определенном виде топлива».

В процессе выполнения курсового проекта студенты производят расчет горения топлива, составление теплового баланса ТТУ, расчет тепловоспринимающих элементов ТТУ, определяют эксергетический КПД ТТУ и строят ее тепловую схему. Объем работы: расчетно-пояснительная записка (тепловые и аэродинамические расчеты) на 20-25 страницах и 1 лист графической части формата А1 (общий вид, продольный или поперечный разрез ТТУ).

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-1. Способен к разработке методик и проведению технических расчетов для проектирования тепловых сетей, котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей, теплоэнергетических, теплотехнических и теплотехнологических объектов.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1. Разрабатывает методики и проводит тепловые расчеты теплотехнологических установок.	Защита лабораторной работы, защита курсового проекта, экзамен.

2. Компетенция ПК-2. Способен к разработке проектных решений для тепловых сетей, котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей, теплоэнергетических, теплотехнических и теплотехнологических объектов.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1. Разрабатывает теплотехническую часть проектных решения для теплотехнологических установок.	Защита лабораторной работы, защита курсового проекта, экзамен.

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование контрольных вопросов
1	Общие вопросы теплового расчета ТТУ	1. Совершенствование конструкции печей, общие требования. 2. Методы и техника расчета сушил
2	Расчеты горения топлива	3. Выбор топлива. 4. Пересчеты состава топлива. 5. Теплота сгорания топлива. 6. Расход воздуха на горение. 7. Объем продуктов горения. 8. Температура горения
3	Расчеты теплообмена в печах	9. Теплоотдача газов и кладки на поверхность материала. 10. Теплопередача через стенку. 11. Расчет прогрева печных стен. 12. Особенности прогрева многослойной

		<p>стены.</p> <p>13. Графический метод конечных разностей.</p> <p>14. Расчет теплообмена в слое материала.</p>
4	Тепловые режимы печей	<p>15. Температура обжига.</p> <p>16. Продолжительность обжига.</p> <p>17. Расчет продолжительности обжига изделий</p>
5	Производительность и размеры ТТУ	<p>18. Удельная производительность.</p> <p>19. Камерные печи.</p> <p>20. Туннельные печи.</p> <p>21. Вращающиеся печи.</p> <p>22. Шахтные печи.</p>
6	Тепловые балансы печей	<p>23. Приход теплоты.</p> <p>24. Расход теплоты.</p> <p>25. Приближенное определение расхода топлива.</p>
7	Расчет теплообменных устройств	<p>26. Расчет рекуператоров.</p> <p>27. Расчет регенераторов.</p> <p>28. Расчет котлов-утилизаторов</p>

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/курсовой работы.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Общие вопросы теплового расчета ТТУ ПК-1.1.	<ul style="list-style-type: none"> – Промышленная печь как тепловой агрегат – Основные типы печей силикатной промышленности – Принципы проектирования ТТУ – Совершенствование конструкций печей – Теплотехнические и технологические требования к печам – Методы и техника расчетов печей и сушил – Сложности расчета печей и сушил
2	Расчеты горения топлива ПК-1.1.	<ul style="list-style-type: none"> – Обоснование выбора топлива – Выполнение расчетов горения – Определение теплоты сгорания топлива – Расчет количества воздуха для горения – Значения коэффициента расхода воздуха – Расчет объема продуктов сгорания – Расчет температуры горения – Расчет горения природного газа – Расчет горения мазута – Расчет горения угольной пыли – Расчет горения смеси топлив
3	Расчеты теплообмена в печах ПК-1.1.	<ul style="list-style-type: none"> – Радиационный теплообмен – Конвективный теплообмен – Расчет теплообмена в рабочем пространстве печи – Повышение степени черноты факела – Расчет передачи тепла теплопроводностью

		<ul style="list-style-type: none"> – Приближенный метод расчета изменения температур – Расчет температуры в плоскости соприкосновения разнородных слоев – Графический метод расчета конечных разностей температур – Графический метод расчета конечных разностей температур для многослойной стенки – Расчет теплообмена в слое материала – Расчет лучистого теплообмена в системе с поглощающей средой – Расчет сложного теплообмена
4	Тепловые режимы печей ПК-1.1.	<ul style="list-style-type: none"> – Температура обжига различных изделий – Температурный график – Расчет продолжительности обжига – Расчет нагрева металла – Рекомендации по режимам нагрева металла
5	Производительность и размеры ТТУ ПК-2.1.	<ul style="list-style-type: none"> – Емкость печи – Плотность садки – Производственные показатели работающих печей – Камерные печи – Туннельные печи – Вращающиеся печи – Шахтные печи – Горшковые печи – Ванные печи
6	Тепловые балансы печей ПК-2.1.	<ul style="list-style-type: none"> – Приход тепла в шихтовых печах – Расход тепла в шихтовых печах – Основные расчетные формулы – Статьи теплового баланса металлургических печей – Основные теплотехнические показатели тепловой работы печей
7	Расчет теплообменных устройств ПК-2.1.	<ul style="list-style-type: none"> – Расчет рекуператоров, – Расчет регенераторов, – Расчет котлов-утилизаторов

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Общие вопросы теплового расчета ТТУ ПК-1.1.	<ul style="list-style-type: none"> – Промышленная печь как тепловой агрегат – Основные типы печей силикатной промышленности – Принципы проектирования ТТУ – Совершенствование конструкций печей – Теплотехнические и технологические требования к печам – Методы и техника расчетов печей и сушил – Сложности расчета печей и сушил
2	Расчеты горения топлива ПК-1.1.	<ul style="list-style-type: none"> – Обоснование выбора топлива – Выполнение расчетов горения – Определение теплоты сгорания топлива

		<ul style="list-style-type: none"> – Расчет количества воздуха для горения – Значения коэффициента расхода воздуха – Расчет объема продуктов сгорания – Расчет температуры горения – Расчет горения природного газа – Расчет горения мазута – Расчет горения угольной пыли – Расчет горения смеси топлив
3	Расчеты теплообмена в печах ПК-1.1.	<ul style="list-style-type: none"> – Радиационный теплообмен – Конвективный теплообмен – Расчет теплообмена в рабочем пространстве печи – Повышение степени черноты факела – Расчет передачи тепла теплопроводностью – Приближенный метод расчета изменения температур – Расчет температуры в плоскости соприкосновения разнородных слоев – Графический метод расчета конечных разностей температур – Графический метод расчета конечных разностей температур для многослойной стенки – Расчет теплообмена в слое материала – Расчет лучистого теплообмена в системе с поглощающей средой – Расчет сложного теплообмена
4	Тепловые режимы печей ПК-1.1.	<ul style="list-style-type: none"> – Температура обжига различных изделий – Температурный график – Расчет продолжительности обжига – Расчет нагрева металла – Рекомендации по режимам нагрева металла
5	Производительность и размеры ТТУ ПК-2.1.	<ul style="list-style-type: none"> – Емкость печи – Плотность садки – Производственные показатели работающих печей – Камерные печи – Туннельные печи – Вращающиеся печи – Шахтные печи – Горшковые печи – Ванные печи
6	Тепловые балансы печей ПК-2.1.	<ul style="list-style-type: none"> – Приход тепла в шихтовых печах – Расход тепла в шихтовых печах – Основные расчетные формулы – Статьи теплового баланса металлургических печей – Основные теплотехнические показатели тепловой работы печей
7	Расчет теплообменных устройств ПК-2.1.	<ul style="list-style-type: none"> – Расчет рекуператоров, – Расчет регенераторов, – Расчет котлов-утилизаторов

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

5.4.1. Промежуточная аттестация в форме экзамена

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
ПК-1 Способен к разработке методик и проведению технических расчетов для проектирования тепловых сетей, котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей, теплоэнергетических, теплотехнических и теплотехнологических объектов ПК-1.1. Разрабатывает методики и проводит тепловые расчеты теплотехнологических установок.	
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Полнота выполненного задания
	Качество выполненного задания
	Самостоятельность выполнения задания
	Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы
	Качество оформления задания
	Правильность применения теоретического материала
Навыки	Выбор методики выполнения задания
	Анализ результатов решения задач
	Обоснование полученных результатов

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основных закономерностей, соотношений, принципов	Знает основные закономерности, соотношения, принципы	Знает основные закономерности, соотношения, принципы; их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы; может самостоятельно их вывести, объяснить и использовать
Объем освоенно-	Не знает значительной части ма-	Знает только ос-	Обладает знанием	Обладает твердым
		нов-ной материал	материала дисци-	и полным знанием

го материала	териала дисциплины	дисциплины, не усвоил его деталей	плины, не усвоил некоторые нюансы	материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на большинство вопросов	Дает ответы на вопросы, но не все – полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Не излагает или неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Полнота выполненного задания	Задание не выполнено	Задание выполнено не в полном объеме	Задание выполнено полностью, но отсутствуют некоторые пояснения	Задание выполнено полностью, рациональным способом
Качество выполненного задания	Имеются существенные ошибки при использовании общей методики выполнения задания	Задание выполнено с большим количеством неточностей, не носящих принципиальный характер	Задание выполнено с небольшими неточностями	Задание выполнено без ошибок
Самостоятельность выполнения задания	Не может выполнить задание, в том числе и с дополнительной помощью	Может выполнить задание только с дополнительной помощью	Выполняет задание в основном самостоятельно	Самостоятельно выполняет задание
Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы	Не умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делать выводы	Допускает ошибки при сопоставлении, обобщении и при формулировании выводов	Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, но допускает небольшие неточности при формулировании выводов	Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делает верные выводы
Качество оформления задания	Задание оформлено настолько неряшливо, что не поддается проверке	Задание оформлено неаккуратно, отсутствуют необходимые пояснения и ссылки на	Задание оформлено аккуратно, с ссылками на используемые источники	Задание оформлено аккуратно, с необходимыми пояснениями и ссылками на используемые ис-

		используемые источники		точники
Правильность применения теоретического материала	При применении теоретического материала допущены ошибки, относящиеся к методике выполнения задания	При применении теоретического материала допущены ошибки, не носящие принципиальный характер	Теоретический материал применен и интерпретирован в целом правильно, но с несущественными неточностями	Теоретический материал применен и интерпретирован правильно

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Выбор методики выполнения задания	Неверно выбрана методика выполнения задания	Методика выполнения задания выбрана в целом верно, но имеются незначительные неточности при описании основных расчетных зависимостей	Методика выполнения задания выбрана в целом верно, но имеются недочеты, не относящиеся к основным расчетным зависимостям	Выбрана верная или наиболее рациональная методика выполнения задания
Анализ результатов решения задач	Не произведен анализ результатов решения задачи при необходимости такого анализа	Анализ результатов, полученных при решении задачи, проводится только при помощи преподавателя	Допускаются незначительные неточности в ходе анализа результатов решения задачи	Произведен анализ результатов решения задачи и сделаны исчерпывающие выводы
Обоснование полученных результатов	Представляемые результаты не обоснованы	Имеются замечания к полученным результатам, отсутствует в достаточной степени их обоснование	Представляемые результаты обоснованы и в целом аргументированы, имеются ссылки на нормативные, справочные и учебно-методические источники	Представляемые результаты обоснованы, четко аргументированы с указанием ссылок на нормативные, справочные и учебно-методические источники

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Полнота выполненного задания

ПК-2 Способен к разработке проектных решений для тепловых сетей, котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей, теплоэнергетических, теплотехнических и теплотехнологических объектов
 ПК-2.1. Разрабатывает теплотехническую часть проектных решения для теплотехнологических установок.

	Качество выполненного задания
	Самостоятельность выполнения задания
	Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы
	Качество оформления задания
	Правильность применения теоретического материала
Навыки	Выбор методики выполнения задания
	Анализ результатов решения задач
	Обоснование полученных результатов

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основных закономерностей, соотношений, принципов	Знает основные закономерности, соотношения, принципы	Знает основные закономерности, соотношения, принципы; их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы; может самостоятельно их вывести, объяснить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей	Обладает знанием материала дисциплины, не усвоил некоторые нюансы	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на большинство вопросов	Дает ответы на вопросы, но не все – полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полностью усвоенных знаний
	Не излагает или неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Полнота выполненного задания	Задание не выполнено	Задание выполнено не в полном объеме	Задание выполнено полностью, но отсутствуют некоторые пояснения	Задание выполнено полностью, рациональным способом
Качество выполненного задания	Имеются существенные ошибки при использовании общей методики выполнения задания	Задание выполнено с большим количеством неточностей, не носящих принципиальный характер	Задание выполнено с небольшими неточностями	Задание выполнено без ошибок
Самостоятельность выполнения задания	Не может выполнить задание, в том числе и с дополнительной помощью	Может выполнить задание только с дополнительной помощью	Выполняет задание в основном самостоятельно	Самостоятельно выполняет задание
Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы	Не умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делать выводы	Допускает ошибки при сопоставлении, обобщении и при формулировании выводов	Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, но допускает небольшие неточности при формулировании выводов	Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делает верные выводы
Качество оформления задания	Задание оформлено настолько неряшливо, что не поддается проверке	Задание оформлено неаккуратно, отсутствуют необходимые пояснения и ссылки на используемые источники	Задание оформлено аккуратно, с ссылками на используемые источники	Задание оформлено аккуратно, с необходимыми пояснениями и ссылками на используемые источники
Правильность применения теоретического материала	При применении теоретического материала допущены ошибки, относящиеся к методике выполнения задания	При применении теоретического материала допущены ошибки, не носящие принципиальный характер	Теоретический материал применен и интерпретирован в целом правильно, но с несущественными неточностями	Теоретический материал применен и интерпретирован правильно

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Выбор методики выполнения задания	Неверно выбрана методика выполнения задания	Методика выполнения задания выбрана в целом верно, но имеются незначительные неточности при описании основных расчетных зависимостей	Методика выполнения задания выбрана в целом верно, но имеются недочеты, не относящиеся к основным расчетным зависимостям	Выбрана верная или наиболее рациональная методика выполнения задания
Анализ результатов решения задач	Не произведен анализ результатов	Анализ результатов, получен-	Допускаются незначительные	Произведен анализ результатов

	тов решения задачи при необходимости такого анализа	ных при решении задачи, проводится только при помощи преподавателя	неточности в ходе анализа результатов решения задачи	решения задачи и сделаны исчерпывающие выводы
Обоснование полученных результатов	Представляемые результаты не обоснованы	Имеются замечания к полученным результатам, отсутствует в достаточной степени их обоснование	Представляемые результаты обоснованы и в целом аргументированы, имеются ссылки на нормативные, справочные и учебно-методические источники	Представляемые результаты обоснованы, четко аргументированы с указанием ссылок на нормативные, справочные и учебно-методические источники

5.4.2. Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета при защите курсового проекта

При промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета при защите курсового проекта используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
	ПК-1 Способен к разработке методик и проведению технических расчетов для проектирования тепловых сетей, котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей, теплоэнергетических, теплотехнических и теплотехнологических объектов ПК-1.1. Разрабатывает методики и проводит тепловые расчеты теплотехнологических установок.
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Полнота выполненного задания
	Качество выполненного задания
	Самостоятельность выполнения задания
	Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы
	Качество оформления задания
	Правильность применения теоретического материала
Навыки	Выбор методики выполнения задания
	Анализ результатов решения задач
	Обоснование полученных результатов

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основных закономерностей, соотношений, принципов	Знает основные закономерности, соотношения, принципы	Знает основные закономерности, соотношения, принципы; их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы; может самостоятельно их вывести, объяснить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей	Обладает знанием материала дисциплины, не усвоил некоторые нюансы	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на большинство вопросов	Дает ответы на вопросы, но не все – полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Не излагает или неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Полнота выполненного задания	Задание не выполнено	Задание выполнено не в полном объеме	Задание выполнено полностью, но отсутствуют некоторые пояснения	Задание выполнено полностью, рациональным способом
Качество выполненного задания	Имеются существенные ошибки при использовании общей методики вы-	Задание выполнено с большим количеством неточностей, не носящих прин-	Задание выполнено с небольшими неточностями	Задание выполнено без ошибок

	полнения задания	ципиальный характер		
Самостоятельность выполнения задания	Не может выполнить задание, в том числе и с дополнительной помощью	Может выполнить задание только с дополнительной помощью	Выполняет задание в основном самостоятельно	Самостоятельно выполняет задание
Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы	Не умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делать выводы	Допускает ошибки при сопоставлении, обобщении и при формулировании выводов	Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, но допускает небольшие неточности при формулировании выводов	Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делает верные выводы
Качество оформления задания	Задание оформлено настолько неряшливо, что не поддается проверке	Задание оформлено неаккуратно, отсутствуют необходимые пояснения и ссылки на используемые источники	Задание оформлено аккуратно, с ссылками на используемые источники	Задание оформлено аккуратно, с необходимыми пояснениями и ссылками на используемые источники
Правильность применения теоретического материала	При применении теоретического материала допущены ошибки, относящиеся к методике выполнения задания	При применении теоретического материала допущены ошибки, носящие принципиальный характер	Теоретический материал применен и интерпретирован в целом правильно, но с несущественными неточностями	Теоретический материал применен и интерпретирован правильно

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Выбор методики выполнения задания	Неверно выбрана методика выполнения задания	Методика выполнения задания выбрана в целом верно, но имеются незначительные неточности при описании основных расчетных зависимостей	Методика выполнения задания выбрана в целом верно, но имеются недочеты, не относящиеся к основным расчетным зависимостям	Выбрана верная или наиболее рациональная методика выполнения задания
Анализ результатов решения задач	Не произведен анализ результатов решения задачи при необходимости такого анализа	Анализ результатов, полученных при решении задачи, проводится только при помощи преподавателя	Допускаются незначительные неточности в ходе анализа результатов решения задачи	Произведен анализ результатов решения задачи и сделаны исчерпывающие выводы
Обоснование полученных результатов	Представляемые результаты не обоснованы	Имеются замечания к полученным результатам, отсутствует в достаточной степени их обоснование	Представляемые результаты обоснованы и в целом аргументированы, имеются ссылки на нормативные, справочные и учебно-методические источники	Представляемые результаты обоснованы, четко аргументированы с указанием ссылок на нормативные, справочные и учебно-методические источники

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
ПК-2 Способен к разработке проектных решений для тепловых сетей, котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей, теплоэнергетических, теплотехнических и теплотехнологических объектов	
ПК-2.1. Разрабатывает теплотехническую часть проектных решения для теплотехнологических установок.	
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Полнота выполненного задания
	Качество выполненного задания
	Самостоятельность выполнения задания
	Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы
	Качество оформления задания
	Правильность применения теоретического материала
Навыки	Выбор методики выполнения задания
	Анализ результатов решения задач
	Обоснование полученных результатов

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основных закономерностей, соотношений, принципов	Знает основные закономерности, соотношения, принципы	Знает основные закономерности, соотношения, принципы; их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы; может самостоятельно их вывести, объяснить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей	Обладает знанием материала дисциплины, не усвоил некоторые нюансы	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство во-	Дает неполные ответы на боль-	Дает ответы на вопросы, но не все	Дает полные, развернутые ответы

	просов	шинство вопро- сов	– полные	на поставленные вопросы
Четкость изло- жения и интер- претации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической после- довательности	Излагает знания без нарушений в логической после- довательности	Излагает знания в логической после- довательности, са- мостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение пояс- няющими схема- ми, рисунками и примерами	Выполняет пояс- няющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет пояс- няющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет пояс- няющие рисунки и схемы точно и ак- куратно, раскры- вая полноту усво- енных знаний
	Не излагает или неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает не- точности в изло- жении и интер- претации знаний	Грамотно и по существу излага- ет знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоя- тельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Полнота выпол- ненного задания	Задание не вы- полнено	Задание выполне- но не в полном объеме	Задание выпол- нено полностью, но отсутствуют некоторые пояс- нения	Задание выполне- но полностью, ра- циональным спо- собом
Качество выпол- ненного задания	Имеются суще- ственные ошиб- ки при исполь- зовании общей методики вы- полнения зада- ния	Задание выпол- нено с большим количеством не- точностей, не носящих прин- ципиальный ха- рактер	Задание выпол- нено с неболь- шими неточно- стями	Задание выпол- нено без ошибок
Самостоятельность выполнения зада- ния	Не может выпол- нить задание, в том числе и с до- полнительной помощью	Может выполнить задание только с дополнительной помощью	Выполняет зада- ние в основном самостоятельно	Самостоятельно выполняет задание
Умение сравни- вать, сопоставлять и обобщать и де- лать выводы	Не умеет сравни- вать, сопоставлять и обобщать, а также делать вы- воды	Допускает ошиб- ки при сопостав- лении, обобще- нии и при форму- лировании выво- дов	Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, но до- пускает неболь- шие неточности при формулирова- нии выводов	Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делает верные вы- воды
Качество оформ- ления задания	Задание оформле- но настолько неряшливо, что не поддается провер- ке	Задание оформле- но неаккуратно, отсутствуют необ- ходимые поясне- ния и ссылки на используемые ис- точники	Задание оформле- но аккуратно, с ссылками на ис- пользуемые ис- точники	Задание оформле- но аккуратно, с необходимыми пояснениями и ссылками на ис- пользуемые ис- точники
Правильность применения теоре- тического матери- ала	При применении теоретического материала допу- щены ошибки,	При применении теоретического материала допу- щены ошибки, не	Теоретический материал приме- нен и интерпрети- рован в целом	Теоретический материал приме- нен и интерпрети- рован правильно

	относящиеся к методике выполнения задания	носящие принципиальный характер	правильно, но с несущественными неточностями	
--	---	---------------------------------	--	--

Оценка сформированности компетенций по показателю *Навыки*.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Выбор методики выполнения задания	Неверно выбрана методика выполнения задания	Методика выполнения задания выбрана в целом верно, но имеются незначительные неточности при описании основных расчетных зависимостей	Методика выполнения задания выбрана в целом верно, но имеются недочеты, не относящиеся к основным расчетным зависимостям	Выбрана верная или наиболее рациональная методика выполнения задания
Анализ результатов решения задач	Не произведен анализ результатов решения задачи при необходимости такого анализа	Анализ результатов, полученных при решении задачи, проводится только при помощи преподавателя	Допускаются незначительные неточности в ходе анализа результатов решения задачи	Произведен анализ результатов решения задачи и сделаны исчерпывающие выводы
Обоснование полученных результатов	Представляемые результаты не обоснованы	Имеются замечания к полученным результатам, отсутствует в достаточной степени их обоснование	Представляемые результаты обоснованы и в целом аргументированы, имеются ссылки на нормативные, справочные и учебно-методические источники	Представляемые результаты обоснованы, четко аргументированы с указанием ссылок на нормативные, справочные и учебно-методические источники

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1 Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель; доска для рисования маркером; ноутбук или персональный компьютер, подключенный к ТВ панели для демонстрации мультимедийных материалов и презентаций или к мультимедийному проектору с экраном.
	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

6.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3 Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Решение задач в области энергоэффективности / Н. М. Аношин, А. С. Аракелян, Н. В. Беноганян [и др.]. – Екатеринбург: Издательство "Аграф", 2019. – 214 с. – (Проект по программе ЭРАЗМУС+ «Магистерская программа по инновационным технологиям в сфере энергоэффективного строительства для университетов и предприятий РФ и Армении (MARUEEB)»). – ISBN 978-5-6043063-5-2.

2. Крючков, О. Б. Моделирование и теплотехнические расчеты процессов в нагревательных и термических печах: В 7 ч. / О. Б. Крючков, С. А. Пегишева. – Изд. 2-е, стер.. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2017. – 240 с. – ISBN 978-5-9948-2433-7.

3. Дзюзер, В. Я. Теплотехника и тепловая работа печей / В. Я. Дзюзер. – 3-е, стереотипное. – Санкт-Петербург: Издательство Лань, 2017. – 384 с. – ISBN 978-5-8114-1949-4.

4. Ежов, В. С. Расчет и проектирование котла–утилизатора / В. С. Ежов, Н. Е. Семичева, А. П. Бурцев. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – 67 с. – ISBN 978-5-6040166-8-8.

5. Тишин, О. А. Теплотехника и теплотехнические расчеты: курс лекций: Электронное учебное пособие / О. А. Тишин, И. С. Мокрецова ; ВолгГТУ. – Волжский: ВолгГТУ, 2018. – 84 с. – ISBN 978-5-9948-3093-2.

6. Расчет тепловых процессов, протекающих в тепловых аппаратах: Учебное пособие. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2018. – 64 с. – ISBN 978-5-9948-2880-9.

7. Осипов, А. В. Расчет тепловых схем и переменных режимов газотурбинных установок: учебное пособие / А. В. Осипов. – Брянск: Брянский государственный технический университет, 2020. – 92 с. – ISBN 978-5-907271-77-7.

8. Тепловой и гидравлический расчет рекуперативного теплообменного аппарата / В. В. Бухмиров, Д. В. Ракутина, М. В. Родионова, А. К. Гаськов. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2021. – 164 с. – ISBN 978-5-00062-460-9.

9. Алгоритмы теплового расчета водогрейных котлов / В. С. Ежов, А. П. Бурцев, Е. В. Умеренков, Н. Е. Семичева ; Юго-Западный государственный универси-

тет. – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2020. – 89 с. – ISBN 978-5-907311-42-8.

6.4 Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. <http://www.energy2035.ru> - Интернет-портал о современных технологиях энергосбережения и повышении энергетической эффективности.
2. <http://www.energsovet.ru> - Портал по энергосбережению «Энергосовет».
3. <https://soft.abok.ru> — АВОК-Софт Онлайн - расчеты и программы для проектировщиков в области ОВК. Полезная информация для специалистов.
4. https://www.abok.ru/pages.php?block=en_mag - Некоммерческое партнерство инженеров. Библиотека научных статей журналов «Энергосбережение» И «АВОК».
5. <http://www.energyexpert.ru> - «ЭнергоЭксперт». Региональное энергосбережение; программы и стратегии повышения энергоэффективности; реализация, мониторинг и сопровождение городских и муниципальных программ энергосбережения.
6. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/>
7. Лань. Электронно-библиотечная система. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>