

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО

Директор института заочного образования

канд. пед. наук, доц.


Спесивцева С.Е.

« 19 » 05 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института ЭИТУС

канд. техн. наук, доц.


Белюсов А.В.

« 20 » 05 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Утилизация вторичных энергетических ресурсов

Направление подготовки (специальность):

13.03.01 – ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Направленность программы (профиль, специализация):

Энергетика теплотехнологии

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

Институт: Энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра: Энергетики теплотехнологии

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утв. приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 143;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составители: старший преподаватель



(В.В. Носатов)

Рабочая программа обсуждена на заседании энергетики
теплотехнологии

« 22 » 04 20 21 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой

Энергетики теплотехнологии

канд. техн. наук, доцент



(Ю.В. Васильченко)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » 05 20 21 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	ПК-7. Способен разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности	ПК-7.1. Выявляет резервы энерго- и ресурсосбережению на основании анализа нормативных документов, а также технологии производства продукции на объектах профессиональной деятельности.	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: основные виды ВЭР и направления их использования. Уметь: проводить анализ эффективности использования топливно-энергетических ресурсов на предприятии, выявлять ВЭР и предлагать направления их использования Владеть: навыками оценки эффективности использования ВЭР
		ПК-7.2 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности.	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: основные типы применяемого энергосберегающего теплоутилизационного оборудования; Уметь: производить конструктивный и поверочный тепловые расчеты энергосберегающего теплоутилизационного оборудования и определять его показатели эффективности. Владеть: навыками оценки теплоутилизационного оборудования по показателям эффективности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-7. Способен разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии
2	Утилизация вторичных энергетических ресурсов
3	Энерготехнологическая обработка газов
4	Производственная технологическая практика
5	Производственная преддипломная практика
6	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 5 зач. единиц

Форма промежуточной аттестации

экзамен

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 9
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	12	12
лекции	4	4
лабораторные	0	0
практические	6	6
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	168	168
Курсовой проект	–	–
Курсовая работа	–	–
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание	–	–
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	114	114
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 5 Семестр 9

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1.	Классификация ВЭР и уровень использования ВЭР в промышленности				
	Определение понятия: Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР). Виды ВЭР. Основные направления их использования. Уровень использования различных ВЭР. Виды ВЭР, их объемы и уровень их использования в различных энергоемких отраслях промышленности, таких как: черная металлургия, цветная металлургия,	0,1	0	0	4

	тяжелое и энергетическое машиностроение, химическая промышленность, промышленность строительных материалов.				
2. Использование горючих (топливных) ВЭР.					
	Виды горючих ВЭР. Основные направления их использования. Сложность утилизации горючих ВЭР. Требования к горелкам для сжигания горючих газообразных отходов.	0,3	0	0	6
3. Утилизация тепла высокотемпературных тепловых ВЭР					
	Пути использования высокотемпературных тепловых ВЭР. Котлы-утилизаторы: газотрубные, конвективные с естественной и принудительной циркуляцией, радиационно-конвективные, специализированные для использования тепла коррозионно-активных сред. Рекуперативные и регенеративные теплообменники для подогрева компонентов горения. Оборудование для использования тепла технологических печей.	0,5	0	0	14
4. Утилизация тепла низкопотенциальных тепловых ВЭР					
	Сложность использования низкопотенциальных тепловых ВЭР. Утилизация тепла загрязненных стоков. Утилизация тепла агрессивных жидкостей. Утилизация тепла вентиляционных выбросов. Утилизация тепла отработанного пара. Использование ВЭР для получения искусственного холода в абсорбционных установках. Использование ВЭР в тепловых насосах. Утилизация тепла низкотемпературных дымовых газов.	1	0	0	20
5. Утилизация тепла низкотемпературных уходящих газов от котлов и печей					
	Сложность утилизации низкотемпературных уходящих газов. Контактные теплообменники-утилизаторы: их виды, преимущества и недостатки. Схема утилизации тепла уходящих газов с использованием контактных теплообменников –утилизаторов. Контактнорекуперативные теплообменники-утилизаторы: КТАН, КРТ, их преимущества и недостатки. Утилизация тепла запыленных отходящих газов от печей. Скрубберы энерго-технологической обработки газов.	2	5	0	50
6. Оценка эффективности применения теплоутилизационного оборудования					
	Определение количества и качества утилизированного тепла. Основные показатели эффективности систем и теплоутилизационного оборудования: коэффициент термодинамического совершенства, коэффициент использования энергии, эксергетический КПД, коэффициент расхода материалов, коэффициент использования ВЭР.	0,1	1	0	20
	ВСЕГО	4	6	0	114

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 9				
1	Утилизация тепла низкотемпературных уходящих газов от котлов и печей	Расчет площади поверхности теплообмена утилизаторов тепла уходящих газов от котлов	5	42
2	Оценка эффективности применения теплоутилизационного оборудования	Расчет количества утилизированного тепла. Расчет показателей эффективности теплообменников-утилизаторов	1	20
ИТОГО:			6	62
			ВСЕГО:	68

4.3. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом не предусмотрено.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Учебным планом не предусмотрено.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Тема расчетно-графического задания: Конструктивный тепловой расчет теплообменника утилизатора тепла уходящих газов от котлов.

Цель расчетно-графического задания: изучение студентами методик и приобретение навыков конструктивного теплового расчета теплообменников утилизаторов тепла уходящих газов от котлов.

Структура и требования к оформлению работы. Расчетно-графическое задание включает расчетно-пояснительную записку и графическую часть.

Расчетно-пояснительная записка оформляется на листах формата А4 (с одной стороны листа). Расчетно-пояснительная записка должна содержать:

- сведения о студенте, выполняющем работу: фамилия, инициалы, группа;
- задание на выполнение расчетно-графического задания, подписанное студентом и преподавателем;
- материальный баланс горения топлива;
- определение объемного расхода уходящих газов от котла;
- определение геометрических размеров теплообменника-утилизатора и размеров профилированных труб;

- определение площади поверхности теплообмена теплообменника-утилизатора;
- определение числа труб в ряду и число рядов труб;
- коэффициента термодинамического совершенства, коэффициент расхода материалов, коэффициента использования ВЭР.;
- выводы и заключение.

В записке даются краткие указания, обоснования и соответствующие пояснения по выбираемым величинам, помещаются сводные таблицы данных расчета.

Графическая часть представляет собой один лист формата А4, содержащий схему утилизатора теплоты.

Отметка о допуске работы к защите получается при предъявлении преподавателю оформленной расчетно-пояснительной записки и графической части (согласно заданию на выполнение расчетно-графического задания).

Защита работы происходит в форме беседы с преподавателем, в ходе которой проверяется знание студентом назначения и методики выполненных расчетов, способность анализировать результаты, полученные в ходе расчетов.

Типовой вариант задания

Исходные данные

1. Тип водогрейного котла КВГМ-7,7-95. (задается индивидуально).
2. Состав природного газа и коэффициент избытка воздуха (задается индивидуально).
3. Тип теплообменника- утилизатора: одноступенчатый КРТ.
4. Диаметр труб 25x2 и соотношение поперечного и продольного размера плоскоооальной трубы $a/b = 1/3$ (задается индивидуально).
5. Давление в теплообменнике 96 кПа.
6. Температура газа: начальная 130 °С, конечная 40 °С.
7. Температура чистого нагреваемого теплоносителя: начальная 10 °С, конечная $t_{\text{МТГ}} - 2$ °С, где $t_{\text{МТГ}}$ – температура мокрого термометра газа.
8. Температура промежуточного теплоносителя: начальная равна $t_{\text{МТГ}}$ – температуре мокрого термометра газа °С, конечная 40 °С.

За водогрейным котлом уходящие газы направляются в теплообменник-утилизатор в котором нагревается чистый теплоноситель для нужд ГВС.

Произвести расчет горения топлива, конструктивный тепловой расчет теплообменника-утилизатора, определить термодинамические и термоэкономические показатели эффективности теплообменника-утилизатора.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-7. Способен разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-7.1. Выявляет резервы энерго- и ресурсосбережению на основании анализа нормативных документов, а также технологии производства продукции на объектах профессиональной деятельности.	Экзамен, решение задач на практических занятиях
ПК-7.2 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности.	Экзамен, защита расчетно-графического задания, решение задач на практических занятиях

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Классификация ВЭР и уровень использования ВЭР в промышленности (ПК-7.1)	<ul style="list-style-type: none"> – Вторичные энергетические ресурсы. Основные виды ВЭР. – Вторичные энергетические ресурсы. Основные направления использования ВЭР различных видов.
2	Использование горючих (топливных) ВЭР (ПК-7.1)	<ul style="list-style-type: none"> – Виды горючих ВЭР. Основные направления их использования. Сложность утилизации горючих ВЭР. – Пути использования горючих ВЭР. Примеры – Требования к горелкам для сжигания горючих газообразных отходов.
3	Утилизация тепла высокотемпературных тепловых ВЭР (ПК-7.1)	<ul style="list-style-type: none"> – Утилизация высокотемпературных тепловых ВЭР. Примеры. – Утилизация высокотемпературных тепловых ВЭР. Котлы-утилизаторы газотрубные – Утилизация высокотемпературных тепловых ВЭР. Котлы-утилизаторы конвективные с естественной и принудительной циркуляцией. – Утилизация высокотемпературных тепловых ВЭР. Котлы-утилизаторы радиационно-конвективные. – Утилизация высокотемпературных тепловых ВЭР. Котлы-утилизаторы специализированные для использования тепла коррозионно-активных сред. – Утилизация высокотемпературных тепловых ВЭР. Рекуперативные и регенеративные теплообменники для подогрева компонентов горения. – Утилизация высокотемпературных тепловых ВЭР. Оборудование для использования тепла технологических печей.
4	Утилизация тепла низкопотенциальных тепловых ВЭР (ПК-7.1)	<ul style="list-style-type: none"> – Утилизация низкопотенциальных тепловых ВЭР. Основные трудности. Примеры. – Утилизация тепла низкотемпературных дымовых газов. Примеры – Трудности при утилизации низкотемпературных уходящих газов. Пути их разрешения. Примеры установок.

		<ul style="list-style-type: none"> – Примеры конденсационных и контактных теплообменников-утилизаторов. Их преимущества и недостатки – Преимущества и недостатки применения профилированных труб в теплообменниках утилизаторах – Утилизация тепла отработанного пара. Примеры. – Утилизация тепла загрязненных стоков. Примеры – Утилизация тепла агрессивных жидкостей. Сложность решения проблемы. – Утилизация тепла агрессивных жидкостей. Теплообменник с промежуточным теплоносителем. Принцип работы. – Установка для утилизации тепла агрессивных жидкостей. Принцип работы – Принципиальная схема использования тепла серной кислоты для нагрева сырой и химически очищенной воды. – Утилизация тепла вентиляционных выбросов. Состояние проблемы – Утилизация тепла вентиляционных выбросов. Регенеративные вращающиеся теплообменники – Утилизация тепла вентиляционных выбросов. Установка для утилизации тепла вытяжного воздуха с промежуточным теплоносителем – Утилизация тепла вентиляционных выбросов. Установка для утилизации тепла вытяжного воздуха с тепловыми трубами – Утилизация тепла вентиляционных выбросов. Установка для утилизации тепла вытяжного воздуха с циркуляцией теплоносителя в кипящем слое
5	Утилизация тепла низкотемпературных уходящих газов от котлов и печей (ПК-7.1)	<ul style="list-style-type: none"> – Утилизация ВЭР в цементной промышленности. Общее состояние проблемы. – Использование ВЭР в цементной промышленности России. Установка НИИПИОТстром – Использование ВЭР в цементной промышленности России. Скруббер ЭТОГ – Использование ВЭР в цементной промышленности зарубежных стран КТАН. Принцип работы. Преимущества и недостатки. – КРТ. Принцип работы. Преимущества и недостатки. – Преимущества применения двух ступеней в контактно-рекуперативных теплообменниках
6	Оценка эффективности применения теплоутилизационного оборудования (ПК-7.2)	<ul style="list-style-type: none"> – Основные показатели эффективности систем и теплоутилизационного оборудования. Термодинамические показатели. – Основные показатели эффективности систем и теплоутилизационного оборудования. Термoeкономические показатели

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты расчетно-графического задания

Защита расчетно-графического задания

Отметка о допуске к защите расчетно-графического задания получается при предъявлении преподавателю оформленной расчетно-пояснительной записки (согласно заданию на выполнение расчетно-графического задания).

Защита работы происходит в форме беседы с преподавателем, в ходе которой проверяется знание студентом назначения и методики выполненных расчетов, способность анализировать результаты, полученные в ходе расчетов.

Типовые задания

Индикатор ПК-7.2

1. Сформулировать цель выполнения расчетно-графического задания.
2. Что называется утилизатором тепла?

3. В чем сложность утилизации низкотемпературных ВЭР ?
4. Какие типы теплообменников используются для утилизации низкотемпературных ВЭР?
5. Какие контактные теплообменники используются для утилизации низкотемпературных ВЭР?
6. Какие контактно-рекуперативные теплообменники используются для утилизации низкотемпературных ВЭР?
7. До какой максимальной температуры можно нагреть теплоноситель контактным способом?
8. Принцип работы КТАНа.
9. Режимы течения двухфазных газожидкостных потоков.
10. Принцип работы КРТ.
11. В чем преимущество КРТ над КТАНом?
12. Почему надо делать КРТ двухступенчатым?
13. Изобразите процессы протекающие в КРТ в I-х диаграмме влажного воздуха.
14. Какие преимущества и недостатки профилированных труб?
15. В чем суть конструктивного теплового расчета?
16. Как выглядит основное уравнение теплопередачи?
17. Какие существуют термодинамические показатели эффективности теплообменников-утилизаторов?
18. Какие существуют термоэкономические показатели эффективности теплообменников-утилизаторов?

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

Перечень типовых задач для экзамена

Индикатор ПК-7.1

Задача

Определить энтальпию уходящих газов с параметрами: температура 140 °С, влагосодержание 0,12 кг/кг с.ч.

Задача

Определить до какой максимальной температуры можно нагреть теплоноситель в контактном теплообменнике-утилизаторе, если параметры уходящих газов после котла: температура 140 °С, влагосодержание 0,12 кг/кг с.ч.

Задача

Определить количество утилизированной теплоты в теплообменнике-утилизаторе, если начальные параметры уходящих газов: температура 140 °С, влагосодержание 0,12 кг/кг с.ч., конечные параметры: температура 40 °С, влагосодержание 0,04 кг/кг с.ч., расход газа по сухой части 1,8 кг/с.

Задача

Определить площадь поверхности теплообмена теплообменника-

утилизатора, если количество утилизированной теплоты 490 кВт, коэффициент теплопередачи $1,5 \text{ кВт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$, температуры нагреваемой среды: начальная 10°С , конечная 55°С .

Индикатор ПК-7.2

Задача

Определить коэффициент использования энергии в теплообменнике-утилизаторе, если количество утилизированной теплоты 490 кВт, электрическая мощность, затрачиваемая на прокачку теплоносителей 3,5 кВт.

Задача

Определить коэффициент расхода материала в теплообменнике-утилизаторе, если количество утилизированной теплоты 490 кВт, масса материала на изготовление теплообменника 1,2 т.

Типовой вариант экзаменационного билета
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. Шухова»**

Кафедра энергетики теплотехнологии

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Дисциплина Утилизация вторичных энергетических ресурсов

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №

1. Утилизация тепла загрязненных стоков. Примеры
2. Использование ВЭР в цементной промышленности России. Скруббер ЭТОГ
3. Задача

Утверждено на заседании кафедры « » 201 г., протокол № __.

Заведующий кафедрой _____ Ю.В. Васильченко

Практические занятия

Типовые разноуровневые задачи и задания

Индикатор ПК-7.1

Задача

Задан состав природного газа и коэффициент избытка воздуха, используемых в котельной. Определить суммарный выход продуктов сгорания и низшую теплоту сгорания топлива.

Задача

Определить по I-x диаграмме температуру точки росы и температуру мокрого термометра уходящих газов после котельной, если их температура 130°С , влагосодержание $0,11 \text{ кг}/\text{кг с.ч.}$

Задача

Определить количество утилизированной теплоты в теплообменнике-утилизаторе, если начальные параметры уходящих газов: температура 140 °С, влагосодержание 0,12 кг/кг с.ч., конечные параметры: температура 40 °С, влагосодержание 0,04 кг/кг с.ч., расход газа по сухой части 1,8 кг/с.

Задача

Определить массовый расход нагреваемой воды в теплообменнике-утилизаторе, если количество утилизируемой теплоты 490 кВт, начальная температура воды 10 °С, конечная температура воды 55 °С.

Задача

В теплообменнике-утилизаторе используются трубы 25x2. Соотношение сторон профилированных плоскоовальных труб 1/3. Определить продольный и поперечный размер плоскоовальных труб, площадь проходного сечения трубы, эквивалентный диаметр.

Задача

Определить площадь поверхности теплообмена теплообменника-утилизатора, если количество утилизированной теплоты 490 кВт, коэффициент теплопередачи 1,5 кВт/(м²·°С), температуры нагреваемой среды: начальная 10°С, конечная 55°С.

Задача

Определить число рядов труб в теплообменнике-утилизаторе если площадь поверхности теплообмена 7,5 м², число труб в ряду 16, длина трубы 0,3 м, труба 25x2.

Индикатор ПК-7.2

Задача

Определить коэффициент термодинамического совершенства теплообменника-утилизатора если водяной эквивалент нагреваемой среды 8 кВт/К, температуры нагреваемой среды: начальная 10 °С, конечная 55 °С; водяной эквивалент нагревающей среды 2 кВт/К, температуры нагревающей среды: начальная 130 °С, конечная 40 °С.

Задача

Определить коэффициент использования вторичных энергоресурсов теплообменника-утилизатора если его тепловая мощность 490 кВт, общий выход ВЭР 770 кВт.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

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	Критерий оценивания
-------------------------	---------------------

оценивания результата обучения по дисциплине	
ПК-7. Способен разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности ПК-7.1. Выявляет резервы энерго- и ресурсосбережению на основании анализа нормативных документов, а также технологии производства	
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 использования ВЭР	Знает основные закономерности, соотношения, принципы использования ВЭР	Знает основные закономерности, соотношения, принципы использования ВЭР; их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы использования ВЭР; может самостоятельно их вывести, объяснить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	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	Задание выполнено полностью, рациональным способом
Качество выполненного задания	Имеются существенные ошибки при использовании общей методики выполнения задания	Задание выполнено с существенными неточностями, не носящими 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

		используемые источники		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 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

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
ПК-7. Способен разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности	Критерий оценивания
ПК-7.2 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах	

профессиональной деятельности.	
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 утилизации тепла	Знает основные закономерности, соотношения, принципы утилизации тепла	Знает основные закономерности, соотношения, принципы утилизации тепла; их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы утилизации тепла; может самостоятельно их вывести, объяснить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	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	Задание выполнено полностью, рациональным способом
Качество выполненного задания	Имеются существенные ошибки при использовании общей методики выполнения задания	Задание выполнено с существенными неточностями, не носящими 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,	При применении теоретического материала допущены ошибки, не	Теоретический материал применен и интерпретирован в целом	Теоретический материал применен и интерпретирован 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

Помещения для самостоятельной работы: читальный зал библиотеки, учебная аудитория

№	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; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук, лабораторные стенды и оборудование
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

Основная литература

1. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях(электронный ресурс А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина, Москва, Машиностроение, 2011.
2. Ганжа В.А. Основы эффективного использования энергоресурсов. Теория и практика энергосбережения. Минск, Белорусская наука, 2007.

Дополнительная литература

1. Хараз Д.И., Псахис Б.И. Пути использования вторичных энергоресурсов в химических производствах, М.; Химия, 1984г.
2. Богословский В.Н., Поз М.Я. Теплофизика аппаратов, утилизация тепла систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, М.; Стройиздат, 1983г
3. Утилизация низкопотенциальных тепловых вторичных энергоресурсов на химических предприятиях / В.Г. Григоров, В.К. Нейман, и др.. – М.: Химия, 1987.-240 с.

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

1. <http://www.consultant.ru/>. Система «Консультант плюс», периодичность обновления – 1 раз в неделю.
2. www.ntb.bstu.ru
3. <http://elibrary.ru/>
4. <http://e.lanbook.com>

