



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

8 16.04.2024

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института
Теплоэнергетики

_____ Н.Д. Чичирова

« 28 » 10 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы анализа, синтеза и оптимизации теплоэнергетических систем

Направление 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника
подготовки

Направленность(и) (профиль(и)) Эксплуатация и оптимизация
теплоэнергетических систем

Квалификация магистр

Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 146)

Программу разработал(и):

доцент, к.т.н. _____ Плотникова Л.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика ПТЭ, протокол №3 от 14.10.2020

Зав. кафедрой _____ Ваньков Ю.В.

Программа одобрена на заседании учебно-методического совета института Теплоэнергетики, протокол № 07/20 от 27.10.2020

Зам. директора института теплоэнергетики _____ С.М. Власов

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики протокол № 07/20 от 27.10.2020

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является изучение структуры и принципов построения теплоэнергетической системы промышленного предприятия, закономерностей и характерных особенностей ее функционирования, а также составление и анализ энергетических и эксергетических балансов различного назначения и вида, с целью качественной и количественной оценки состояния энергетического хозяйства и энергоиспользования.

Задачи дисциплины:

- познакомить обучающихся с принципами построения теплоэнергетической системы промышленного предприятия, ее особенностями, проблемами и способами их решения;

- дать информацию о классификации энергетических балансов, принципах и особенностях их составления;

- дать информацию о способах и видах сбора необходимой информации для составления энергобалансов;

- научить анализировать полученные результаты составления энергобалансов для оценки фактического состояния энергоиспользования на предприятии, выявления причин возникновения и определения значений потерь топливно- энергетических ресурсов и выявления резервов экономии топлива и энергии.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)

<p>ПК-2 Способен определять потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов, разработке норм их расхода</p>	<p>ПК-2.1 Обосновывает мероприятия по экономии энергоресурсов</p>	<p><i>Знать:</i> основы деятельности, направленной на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач по вопросам оптимизации теплоэнергетических систем основные методы синтеза оптимальных ресурсосберегающих систем в технологических процессах <i>Уметь:</i> проводить расчет и анализ эффективности использования энергоресурсов в теплоэнергетической системе предприятия применять методы анализа энергетической эффективности промышленных систем от использования вторичных энергетических ресурсов <i>Владеть:</i> методами анализа энергетической и термодинамической эффективности теплоэнергетических систем методами синтеза оптимальных теплоэнергетических систем промышленных предприятий</p>
<p>ПК-1 Способен планировать и ставить задачи исследования в области оптимизации теплоэнергетических систем, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований</p>	<p>ПК-1.2 Использует методы экспериментальной работы, интерпретирует результаты научных исследований</p>	<p><i>Знать:</i> методы анализа научных данных о эффективности энергоиспользования в элементах оборудования теплоэнергетических системах <i>Уметь:</i> планировать и ставить задачи по оптимизации, повышению эффективности энергоиспользования и выработки тепловой энергии в теплоэнергетических системах <i>Владеть:</i> методикой проведения анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений</p>
	<p>ПК-1.3 Представляет результаты исследований в области оптимизации теплоэнергетических систем в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях</p>	<p><i>Знать:</i> критерии оптимизации теплоэнергетических систем <i>Уметь:</i> представлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ <i>Владеть:</i> навыками публичного выступления, адекватной репрезентации полученных результатов анализа энергоэффективности теплоэнергетических систем, синтеза оптимальных теплотехнических комплексов и систем</p>

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Методы анализа, синтеза и оптимизации теплоэнергетических систем относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
ОПК-1	Управление проектами в энергетике	
УК-3	Управление проектами в энергетике	
УК-2	Управление проектами в энергетике	
ПК-2		Системный анализ в промышленной теплоэнергетике
ПК-2	Альтернативные системы теплоснабжения	
ПК-1		Системный анализ в промышленной теплоэнергетике
ПК-1	Принципы эффективного управления в теплоэнергетике	
ПК-3	Принципы эффективного управления в теплоэнергетике Альтернативные системы теплоснабжения	

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

- знать: актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний; основы управления проектом на этапах его жизненного цикла; процессы в теплотехническом оборудовании, системы транспорта и потребления тепла и электроэнергии и технологических энергоносителей; виды оборудования систем теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования;

- уметь: планировать и ставить задачи для исследований в области оптимизации теплоэнергетических систем; обосновывать мероприятия по экономии энергоресурсов; определять потребности производства в энергоресурсах, нормы расхода энергетических ресурсов;

- владеть: навыками разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок; навыками использования математического аппарата при исследовании режимов работы теплоэнергетического оборудования; методиками проведения испытаний теплоэнергетического оборудования и систем.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (ЗЕ), всего 216 часов, из которых 53 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 16 час., занятия семинарского типа (практические занятия) 32 час.), групповые и индивидуальные консультации 2 час., прием экзамена (КПА) - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 128 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 2 час., подготовка к промежуточной аттестации – 35 час. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 5 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	216	216
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	53	53
Лекционные занятия (Лек)	16	16
Практические занятия (Пр)	32	32
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
Консультации (Конс)	2	2
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	128	128
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	35	35
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	Эк	Эк

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС						Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)					
Раздел 1. Анализ термодинамической эффективности теплоэнергетических систем промышленных предприятий.												

1. Анализ структуры и параметров теплоэнергетических систем промышленных предприятий.	3	2	2			22				26	ПК-1.2 -31, ПК-2.1 -31, ПК-1.2 -В1, ПК-1.3 -У1	Л1.1, Л1.3, Л2.6, Л2.8, Л2.4, Л2.1	ПЗ		8
2. Анализ тепловой и эксергетической эффективности промышленного предприятия.	3	4	6			24				34	ПК-2.1 -В1, ПК-1.3 -31, ПК-1.2 -У1, ПК-1.3 -В1	Л1.1, Л1.2, Л1.5, Л2.6, Л2.7	ПЗ		9
Раздел 2. Методы анализа эффективности использования энергоресурсов.															
3. Оценка потенциала энергоресурсов.	3	2	4			18				24	ПК-2.1 -32, ПК-2.1 -У2, ПК-1.2 -В1	Л1.5, Л2.3, Л2.6, Л2.4	ПЗ		10
4. Анализ и оценка эффективности использования теплового и эксергетического потенциала энергоресурсов в элементах оборудования и системах промышленного предприятия.	3	2	4			18				24	ПК-2.1 -32, ПК-2.1 -У2, ПК-1.2 -У1	Л1.5, Л2.3, Л2.6	ПЗ		11
Раздел 3. Синтез оптимальных теплоэнергетических систем с включением утилизационных энергокомплексов.															

5. Анализ тепловой и эксергетической эффективности теплотехнологических установок как основа для синтеза оптимальных теплоэнергетических систем с включением утилизационных энергокомплексов	3	2	6			22				30	ПК-2.1-32, ПК-2.1-В1, ПК-2.1-У1, ПК-2.1-В2	Л1.1, Л1.5, Л2.5, Л2.6	ПЗ		11
6. Построение оптимальных теплоэнергетических систем с включением утилизационных энергокомплексов	3	4	10	2	24	2				40	ПК-2.1-У1, ПК-1.2-31, ПК-1.3-31, ПК-2.1-31, ПК-2.1-В1, ПК-2.1-В2, ПК-1.2-В1, ПК-2.1-У2	Л1.1, Л1.4, Л1.5, Л2.2, Л2.3, Л2.5, Л2.6, Л2.4	ПЗ		11
Раздел 4. Промежуточная аттестация															

7. Экзамен	3							1	3	ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -32, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -У2, ПК-2.1 -В1, ПК-2.1 -В2, ПК-1.2 -31, ПК-1.2 -У1, ПК-1.2 -В1, ПК-1.3 -31, ПК-1.3 -У1, ПК-1.3 -В1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.5, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6, Л2.7, Л2.8	Тест	Э	40
ИТОГО		16	32	2	128	2	35	1	216			Э	100	

3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Анализ иерархической структуры теплоэнергетических систем. Система тепло- и пароснабжения. Система сбора и возврата конденсата. Система холодоснабжения. Система оборотного возоснабжения. Система воздухо- и кислородоснабжения. Система топливоснабжения. Система кондиционирования.	2
2	Анализ эффективности энергоиспользования в элементах оборудования и системах промышленного предприятия. Материальный баланс, тепловой баланс, эксергетический баланс. Эксергия как мера оценки эффективности теплоэнергетической системы. Тепловая, механическая, химическая эксергия. Методы анализа энергетического баланса и критерии эффективности энергопотребления на промышленных предприятиях.	4
3	Горючие и тепловые внутренние энергоресурсы. Методы определения величины выхода вторичных энергоресурсов.	2

4	Анализ тепловой и эксергетической эффективности использования потенциала энергоресурсов в элементах оборудования и системах промышленного предприятия. Особенности определения экономии топлива, при использовании горючих вторичных энергоресурсов. Оценка эффективности в виде экономии топлива от использования тепловых вторичных энергоресурсов. Экономическая эффективность использования вторичных энергоресурсов.	2
5	Анализ тепловой и эксергетической эффективности теплотехнологических установок. Энергобалансы ректификационных, выпарных, сушильных, сорбционных, экстракционных установок. Основные направления экономии энергоресурсов в высокотемпературных технологических процессах. Регенерация теплоты в ВТТУ. Энергобалансы и оценка энергоэффективности промышленных печей, химических реакторов, паровых котлов.	2
6	Утилизация теплоты в системах тепло- и хладоснабжения промышленных предприятий. Анализ тепловой и эксергетической эффективности энерготехнологических теплоутилизационных установок. Котлы-утилизаторы и энерготехнологические агрегаты, используемые в промышленности. Расчет паропроизводительности котлов-утилизаторов и анализ режимов их работы. Оценка эффективности включения теплонасосных, холодильных установок в утилизационный энергокомплекс. Оценка эффективности включения абсорбционных водоаммиачных и бромисто-литиевых установок в утилизационный энергокомплекс. Оценка эффективности включения паро- и газотурбинных, парокompрессионных установок в утилизационный энергокомплекс. Оценка эффективности утилизационной системы сбора и возврата конденсата. Расчет энергетических показателей и оценка повышения энергоэффективности от внедрения утилизационных установок.	4
Всего		16

3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Анализ эффективности использования тепловой энергии на участках энергетического хозяйства: пароконденсатный баланс производственного участка; тепловой баланс парокompрессионной установки. Анализ научных данных (научно-исследовательских работ, экспериментов, наблюдений) о применении энергобалансов к оценке эффективности элементов оборудования и систем промышленного предприятия.	2

2	<p>Построение материального, энергетического и эксергетического балансов поверхностного, смесительного теплообменных аппаратов. Построение материального, энергетического и эксергетического балансов многоэлементной системы. Определение критериев эффективности - теплового и эксергетического КПД аппарата, системы. Определение эффективности использования потоков в системе. Расчет удельной эксергии и эксергетической мощности теплового потока и однородного вещества. Определение термической эксергии. Расчет механической эксергии. Определение термомеханической эксергии. Расчет химической эксергии топлива. Расчет эксергии потока влажного воздуха. Тепловая и эксергетическая диаграмма Сэнки при оценке эффективности системы.</p>	6
3	<p>Определение потенциала экономии энергоресурсов: определение расхода дымовых газов в результате сгорания топлива, определение теплового потенциала конденсата в системах сбора и возврата конденсата.</p>	4
4	<p>Пинч-анализ как метод оценки эффективности использования теплового и эксергетического потенциала энергоресурсов в элементах оборудования и системах промышленного предприятия. Определение экономии энергоресурсов (условного топлива), достигаемой за счет использования вторичных энергоресурсов.</p>	4
5	<p>Построение энергобалансов и анализ энергоэффективности участков энергохозяйства предприятия. Построение энергобалансов и анализ энергоэффективности ректификационной установки. Построение энергобалансов и анализ энергоэффективности парового котла. Построение энергобалансов и анализ энергоэффективности промышленной печи.</p>	6
6	<p>Синтез энергокомплекса с включением котла-утилизатора. Синтез энергокомплекса с включением теплового насоса. Синтез энергокомплекса с абсорбционной холодильной установкой. Синтез энергокомплекса с паротурбинной установки и двухступенчатого компрессора. Синтез энергокомплекса для энергогенерирующего объекта с включением газотурбинной установки и регенератора. Метод синтеза оптимальных систем устранением дебалансов при внедрении утилизационных установок. Расчет энергоэффективности от внедрения утилизационных установок. Аналитическая задача: выбор варианта включения утилизационной установки для эффективного использования заданного потока при сравнительном анализе нескольких вариантов.</p>	10
Всего		32

3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Выполнение практических заданий	<p>Анализ параметров потоков теплотехнологических и теплоэнергетических систем. Входные и выходные параметры установок системы тепло- и пароснабжения, системы сбора и возврата конденсата, системы холодоснабжения, системы оборотного возоснабжения, системы воздухо- и кислородоснабжения, системы топливоснабжения, системы кондиционирования.</p>	22
2	Выполнение практических заданий	<p>Составляющие материального, теплового, эксергетического балансов элементов оборудования и их систем. Разнообразие критериев эффективности в зависимости от различной оценки потерь в материальном, тепловом, эксергетическом балансах. Тепловая, механическая, химическая эксергия различных веществ.</p>	24

3	Выполнение практических заданий	<p>Характеристики вторичных энергоресурсов. Теплотворная способность горючих вторичных энергоресурсов. Теплосодержание тепловых вторичных энергоресурсов. Варианты использования потенциала вторичных энергоресурсов.</p>	18
4	Выполнение практических заданий	<p>Энергетические и технико-экономические показатели выработки тепловой энергии за счет утилизации горючих вторичных энергоресурсов. Энергетическая и экономическая эффективность мероприятий по утилизации горючих вторичных энергоресурсов.</p>	18
5	Выполнение практических заданий	<p>Энергобаланс и КПД промышленной разделительной установки. Энергобаланс и КПД трехкорпусной выпарной установки. Энергобаланс и КПД адсорбционной установки. Энергобаланс и КПД пиролизной печи. Энергобаланс реактора. Энергобаланс и КПД котла.</p>	22

6	Подготовка к тестированию	<p>Энергобаланс, КПД и сравнительный анализ данных об эффективности включения котла- утилизатора, теплонасосной установки, холодильной установки, газотурбинной установки, пароструйного компрессора, аппарата мгновенного вскипания в утилизационный энергокомплекс.</p>	24
Всего			128

4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Методы анализа, синтеза и оптимизации теплоэнергетических систем» по образовательной программе «Эксплуатация и оптимизация теплоэнергетических систем» направления подготовки бакалавров 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

В образовательном процессе используются:

- дистанционные курсы (ДК), размещенные на площадке LMS Moodle, URL: <https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=1644>

- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>

5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов

Характеристика сформированности компетенции (индикат)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной
---	--	--	--	--

Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий
Уровень достижения компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий
Уровень достижения компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий
Уровень достижения компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-2	ПК-2.1	Знать				
		основы деятельности, направленной на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач по вопросам оптимизации тепловых систем	Знает основы деятельности, направленной на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач по вопросам оптимизации тепловых систем, не допускает ошибок.	Знает основы деятельности, направленной на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач по вопросам оптимизации тепловых систем, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Плохо знает основы деятельности, направленной на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач по вопросам оптимизации тепловых систем, допускает множество негрубых ошибок.	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.

		основные методы синтеза оптимальных ресурсосберегающих систем в технологических процессах	Знает основные методы синтеза оптимальных ресурсосберегающих систем в технологических процессах, не допускает ошибок.	Знает основные методы синтеза оптимальных ресурсосберегающих систем в технологических процессах, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Плохо знает основные методы синтеза оптимальных ресурсосберегающих систем в технологических процессах, допускает множество негрубых ошибок.	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
Уметь						
		проводить расчет и анализ эффективности использования энергоресурсов в теплоэнергетической системе предприятия	Демонстрирует умение проводить расчет и анализ эффективности использования энергоресурсов в теплоэнергетической системе предприятия, не допускает ошибок.	Демонстрирует умение проводить расчет и анализ эффективности использования энергоресурсов в теплоэнергетической системе предприятия, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Частично демонстрирует умение проводить расчет и анализ эффективности использования энергоресурсов в теплоэнергетической системе предприятия, допускает множество негрубых ошибок.	Не сформировано умение проводить расчет и анализ эффективности использования энергоресурсов в теплоэнергетической системе предприятия, допускает грубые ошибки.

		<p>применять методы анализа энергетической эффективности промышленных систем от использования вторичных энергетических ресурсов</p>	<p>Демонстрирует умение применять методы анализа энергетической эффективности промышленных систем от использования вторичных энергетических ресурсов, не допускает ошибок.</p>	<p>Демонстрирует умение применять методы анализа энергетической эффективности промышленных систем от использования вторичных энергетических ресурсов, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок.</p>	<p>Частично демонстрирует умение применять методы анализа энергетической эффективности промышленных систем от использования вторичных энергетических ресурсов, допускает множество негрубых ошибок.</p>	<p>Не сформировано умение применять методы анализа энергетической эффективности промышленных систем от использования вторичных энергетических ресурсов, допускает грубые ошибки.</p>
Владеть						
		<p>методами анализа энергетической и термодинамической эффективности теплоэнергетических систем</p>	<p>Продемонстрированы навыки владения методами анализа энергетической и термодинамической эффективности теплоэнергетических систем, без ошибок и недочётов.</p>	<p>Продемонстрированы базовые навыки владения методами анализа энергетической и термодинамической эффективности теплоэнергетических систем, может допустить несколько негрубых ошибок.</p>	<p>Имеется минимальный набор навыков владения методами анализа энергетической и термодинамической эффективности теплоэнергетических систем, допускает множество негрубых ошибок.</p>	<p>Не продемонстрированы базовые навыки, допускает грубые ошибки.</p>

		методами синтеза оптимальных теплоэнергетических систем промышленных предприятий	Продемонстрированы навыки владения методами синтеза оптимальных теплоэнергетических систем промышленных предприятий, без ошибок и недочётов.	Продемонстрированы базовые навыки владения методами синтеза оптимальных теплоэнергетических систем промышленных предприятий, может допустить несколько негрубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков владения методами синтеза оптимальных теплоэнергетических систем промышленных предприятий, допускает множество негрубых ошибок.	Не продемонстрированы базовые навыки, допускает грубые ошибки.
ПК-1	ПК-1.2	Знать				
		методы анализа научных данных о эффективности энергоиспользования в элементах оборудования теплоэнергетических системах	Знает методы анализа научных данных о эффективности энергоиспользования в элементах оборудования теплоэнергетических системах, допускает ошибки.	Знает методы анализа научных данных о эффективности энергоиспользования в элементах оборудования теплоэнергетических системах, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Плохо знает методы анализа научных данных о эффективности энергоиспользования в элементах оборудования теплоэнергетических системах, допускает множество негрубых ошибок.	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
		Уметь				

		планировать и ставить задачи по оптимизации, повышению эффективности энергоиспользования и выработки тепловой энергии в теплоэнергетических системах	Демонстрирует умение планировать и ставить задачи по оптимизации, повышению эффективности энергоиспользования и выработки тепловой энергии в теплоэнергетических системах, допускает ошибок.	Демонстрирует умение планировать и ставить задачи по оптимизации, повышению эффективности энергоиспользования и выработки тепловой энергии в теплоэнергетических системах, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Частично демонстрирует умение планировать и ставить задачи по оптимизации, повышению эффективности энергоиспользования и выработки тепловой энергии в теплоэнергетических системах, допускает множество негрубых ошибок.	Не сформировано умение планировать и ставить задачи по оптимизации, повышению эффективности энергоиспользования и выработки тепловой энергии в теплоэнергетических системах, допускает грубые ошибки.
	Владеть					
		методикой проведения анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	Продемонстрированы навыки деятельности, направленной на проведение анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, без ошибок и недочётов.	Продемонстрированы базовые навыки деятельности, направленной на проведение анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, может допустить несколько негрубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков деятельности, направленной на проведение анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, допускает множество негрубых ошибок.	Не продемонстрированы базовые навыки, допускает грубые ошибки.
	Знать					
ПК-1.3		критерии оптимизации теплоэнергетических систем	Знает критерии оптимизации теплоэнергетических систем, не допускает ошибок.	Знает критерии оптимизации теплоэнергетических систем, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Плохо знает критерии оптимизации теплоэнергетических систем, допускает множество негрубых ошибок.	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.

		Уметь				
		представлять результаты научных и опытно-конструкторских работ	Демонстрирует умение представлять результаты научных и опытно-конструкторских работ, не допускает ошибок.	Демонстрирует умение представлять результаты научных и опытно-конструкторских работ, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Частично демонстрирует умение представлять результаты научных и опытно-конструкторских работ, допускает множество негрубых ошибок.	Не сформировано умение проводить анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, допускает грубые ошибки.
		Владеть				
		навыками публичного выступления, адекватной репрезентации полученных результатов анализа энергоэффективности и теплоэнергетических систем, синтеза оптимальных теплотехнических комплексов и систем	Продемонстрированы навыки публичного выступления, адекватной репрезентации полученных результатов анализа энергоэффективности теплоэнергетических систем, синтеза оптимальных теплотехнических комплексов и систем, без ошибок и недочётов.	Продемонстрированы базовые навыки публичного выступления, адекватной репрезентации полученных результатов анализа энергоэффективности теплоэнергетических систем, синтеза оптимальных теплотехнических комплексов и систем, может допустить несколько негрубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков публичного выступления, адекватной репрезентации полученных результатов анализа энергоэффективности теплоэнергетических систем, синтеза оптимальных теплотехнических комплексов и систем, допускает множество негрубых ошибок.	Не продемонстрированы базовые навыки, допускает грубые ошибки.

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Данилов О. Л., Горяев А. Б., Яковлев И. В., Клименко А. В., Вакулко А. Г., Клименко А. В.	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях	учебник	М.: Издательский дом МЭИ	2017	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010952.html	1
2	Назмеев Ю. Г., Конахина И. А.	Теплоэнергетические системы и энергобалансы	учебное пособие для вузов	М.: МЭИ	2002		27
3	Бабакин Б. С., Суслов А. Э., Фатыхов Ю. А., Эрлихман В. Н., Фатыхов Ю. А.	Теплонасосные установки в отраслях агропромышленного комплекса	учебник	СПб.: Лань	2014	https://e.lanbook.com/book/39143	1
4	Сазанов Б. В., Ситас В. И.	Промышленные теплоэнергетические установки и системы	учебное пособие	М.: Издательский дом МЭИ	2019	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012468.html	1
5	Кириллин В. А., Сычев В. В., Шейндлин А. Е.	Техническая термодинамика	учебник	М.: Издательский дом МЭИ	2019	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011560.html	1

Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Галкин А. Ф.	Термодинамика. Сборник задач	учебное пособие	СПб.: Лань	2017	https://e.lanbook.com/book/92622	1

2	Конахина И.А.	Организация эффективных систем энерготехнологического комбинирования в нефтехимической промышленности	монография	Казань: КГЭУ	2008		8
3	Соколов Е. Я.	Теплофикация и тепловые сети	учебник	М.: Издательский дом МЭИ	2017	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011669.html	1
4	Конахина И. А., Фазуллина А. И.	Теплоэнергетические системы и энергобалансы	метод. указания к выполнению расчетного задания	Казань: КГЭУ	2008		5
5	Илюхин М.А., Конахин А.М.	Пароконденсатные системы промышленных предприятий	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2003		4
6	Григорьев В. Г., Нейман В. К., Чураков С. Д.	Утилизация низкопотенциальных тепловых вторичных энергоресурсов на химических предприятиях	производственно-практическое издание	М.: Химия	1987		10
7	Везиришвили О. Ш., Меладзе Н. В.	Энергосберегающие теплонасосные системы тепло- и хладоснабжения	производственно-практическое издание	М.: МЭИ	1994		10

8	Трухний А. Д., Изюмов М. А., Поваров О. А., Малышенко С. П., Трухний А. Д.	Современная теплоэнергетика			2019	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013373.html	1
---	--	-----------------------------	--	--	------	---	---

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	https://e.lanbook.com/
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	https://ibooks.ru/
3	Энциклопедии, словари, справочники	http://www.rubicon.com
4	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
2	Техническая библиотека	http://techlibrary.ru	http://techlibrary.ru

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	ИСС «Кодекс» / «Техэксперт»	http://app.kgeu.local/Home/Apps	http://app.kgeu.local/Home/Apps

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
3	Office Professional Plus 2007 Windows32 Russian DiskKit MVL CD	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №225/10 от 28.01.2010 Неискл. право. Бессрочно

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Самостоятельная работа обучающегося	Кабинет СРС	проектор, переносной экран, тонкие клиенты (13 шт.), компьютеры (5 шт.)
	Практические занятия	Учебная аудитория	доска аудиторная, подвесной экран, моноблок, проектор, компьютер в комплекте с монитором (14 шт.)
	Лекционные занятия	Учебная аудитория	доска аудиторная, подвесной экран, проектор, лабораторный стенд Альтернативный источник теплоснабжения на базе водяного теплового насоса и солнечного коллектора "Viessmann", информационные плакаты (2 шт)

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www//kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);

- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);

- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;

- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;

- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную

консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

Структура дисциплины по заочной форме обучения

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (ЗЕ), всего 216 часов, из которых 21 час составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 6 час., занятия семинарского типа (практические занятия) 10 час., прием экзамена (КПА) - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 187 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 4 час. Подготовка к промежуточной аттестации – 8 час. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 2 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		2
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	216	216
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	21	21
Лекционные занятия (Лек)	6	6
Практические занятия (Пр)	10	10
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	4	4
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	187	187
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	8	8
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	Эк	Эк

Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 20__ /20__
учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. _____

2. _____

3. _____

*Указываются номера страниц, на которых
внесены изменения,
и кратко дается характеристика этих
изменений*

Программа одобрена на заседании кафедры –разработчика «__» _____ 20__ г.,
протокол № _____

Зав. кафедрой _____ Ваньков Ю.В.

Программа одобрена методическим советом института _____
«__» _____ 20__ г., протокол № _____

Зам. директора по УМР _____ / _____ /

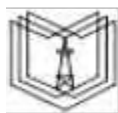
Подпись, дата

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____ / _____ /

Подпись, дата

*Приложение к рабочей программе
дисциплины*



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Теплоэнергетики

_____ Чичирова Н.Д.

« 28 » _____ октября _____ 2020 г.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Методы анализа, синтеза и оптимизации теплоэнергетических систем

Направление подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность(и) (профиль(и)) 13.04.01 Эксплуатация и оптимизация
теплоэнергетических систем

Квалификация магистр

г. Казань, 2020

Оценочные материалы по дисциплине «Методы анализа, синтеза и оптимизации теплоэнергетических систем» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ПК-2 Способен определять потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурсов, разработке норм их расхода

ПК-1 Способен планировать и ставить задачи исследования в области оптимизации теплоэнергетических систем, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: тест, практическое

задание

, экзаменационный билет.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 3 семестр. Форма промежуточной аттестации экзамен.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

1. Технологическая карта

Семестр 3

Номер раздела/ темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы			
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично
				не зачтено	зачтено		
				низкий	ниже среднего	средний	высокий
Текущий контроль успеваемости							

1	<p>Выполнение практических заданий по теме: «Анализ параметров потоков теплотехнологических и теплоэнергетических систем. Входные и выходные параметры установок системы тепло- и пароснабжения, системы сбора и возврата конденсата, системы холодоснабжения, системы обратного возоснабжения, системы воздухо- и кислородоснабжения, системы топливоснабжения, системы кондиционирования».</p>	Практическое задание	ПК-1.2	менее 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8
2	<p>Выполнение практических заданий по теме: «Составляющие материального, теплового, эксергетического балансов элементов оборудования и их систем. Разнообразие критериев эффективности в зависимости от различной оценки потерь в материальном, тепловом, эксергетическом балансах. Тепловая, механическая, химическая эксергия различных веществ».</p>	Практическое задание	ПК-1.2, ПК-1.3	менее 6	6 - 7	7 - 8	8 - 9

3	<p>Выполнение практических заданий по теме: «Характеристики вторичных энергоресурсов. Теплотворная способность горючих вторичных энергоресурсов. Теплосодержание тепловых вторичных энергоресурсов. Варианты использования потенциала вторичных энергоресурсов».</p>	Практическое задание	ПК-2.1, ПК-1.2	менее 6	6 - 7	7 - 8	8 - 10
4	<p>Выполнение практических заданий по теме: «Энергетические и технико-экономические показатели выработки тепловой энергии за счет утилизации горючих вторичных энергоресурсов. Энергетическая и экономическая эффективность мероприятий по утилизации горючих вторичных энергоресурсов».</p>	Практическое задание	ПК-2.1, ПК-1.2	менее 6	6 - 7	7 - 9	9 - 11

5	<p>Выполнение практических заданий по теме: «Энергобаланс и КПД промышленной разделительной установки. Энергобаланс и КПД трехкорпусной выпарной установки. Энергобаланс и КПД адсорбционной установки. Энергобаланс и КПД пиролизной печи. Энергобаланс реактора. Энергобаланс и КПД котла».</p>	Практическое задание	ПК-2.1	менее 6	6 - 7	7 - 9	9 - 11
6	<p>Подготовка к тестированию по теме: «Энергобаланс, КПД и сравнительный анализ данных об эффективности включения котла-утилизатора, теплонасосной установки, холодильной установки, газотурбинной установки, пароструйного компрессора, аппарата мгновенного вскипания и утилизационный энергокомплекс».</p>	Тест	ПК-2.1, ПК-1.2	менее 6	6 - 7	7 - 9	9 - 11

7	Экзамен	ЭБ	ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -32, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -У2, ПК-2.1 -В1, ПК-2.1 -В2, ПК-1.2 -31, ПК-1.2 -У1, ПК-1.2 -В1, ПК-1.2 -31	менее 20	20-28	29-34	35-40
Всего баллов				0 - 54	55-69	70-84	85-100

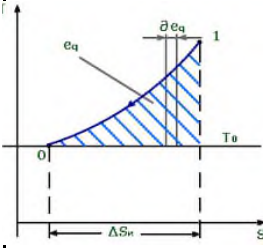
2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
----------------------------------	--	---------------------

Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий.	Комплект задач и заданий
Экзаменационный билет (ЭБ)	Комплект экзаменационных билетов. В каждом билете два вопроса и одна задача.	Комплект экзаменационных билетов. В каждом билете два вопроса и одна задача

3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	Тест (Тест)
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Тест содержит 22 вопроса по разделу из базы в 200 тестов. Проведение тестирования в системе LMS Moodle.</p> <p><i>Пример теста:</i> Заштрихованная область на T,s-диаграмме (рис. 1) обозначает:</p>  <p>Рис. 1: E – температура; s – энтропия</p> <ul style="list-style-type: none"> - тепловая энергия, - эксергия теплоты, - анергия теплоты, - энтропия.
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>Максимальный балл за 1 вопрос теста – 0,5 балла. Проходной балл за 1 тест – 6 баллов.</p> <p>Количество баллов за прохождение тестов: максимум – 11 за весь курс.</p>
Наименование оценочного средства	Практическое задание (ПЗ)

Представление и содержание оценочных материалов	<p><i>Пример практического задания:</i> Определить эксергетический КПД двухступенчатого компрессора. На выходе из первой ступени рабочий агент охлаждается в промежуточном охладителе, после чего отведенная теплота сбрасывается в атмосферу. Средний температурный уровень отвода теплоты с оборотной водой $t_{омв.} = 28\text{ }^{\circ}\text{C}$. Рабочая среда – аммиак. Давление на входе в компрессор $p_n = 0,1\text{ МПа}$, температура на входе в компрессор $t_n = -33\text{ }^{\circ}\text{C}$. Давление на выходе из первой ступени $p_1 = 0,4\text{ МПа}$, на входе во вторую ступень $p_2 = 0,3\text{ МПа}$. Снижение температуры в промежуточном охладителе $\Delta t_{ох.} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Давление на выходе из компрессора $p_k = 0,7\text{ МПа}$. За уровень отсчета при определении эксергии принять условия: $p_0 = 0,1\text{ МПа}$; $t_0 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Значение адиабатного КПД компрессора, представляющего собой отношение действительной работы сжатия к изоэнтروпийной, выбрать из диапазона: $\eta_{ад} = 0,8 \div 0,9$.</p>
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>Задача решена, верно, без ошибок; при защите работы студент отвечал на все вопросы, содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 9-11 баллов; Задача решена, верно, имеются несколько не грубых ошибок; при защите работы студент отвечал не на все вопросы; содержание материала раскрыто неполно, показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала – 5-8 балл; В расчетах имеются грубые ошибки; путаница в изложении материала; не раскрыто основное содержание учебного материала – менее 5 баллов. Количество баллов за выполнение практических заданий: максимум – 49 за весь курс.</p>

4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Наименование оценочного средства	Экзаменационный билет (ЭБ)
Представление и содержание оценочных материалов	<p><i>Пример экзаменационного билета:</i> 1. Принципы составления материальных и тепловых балансов теплоэнергетических установок и их систем. 2. Эксергетический к.п.д. 3. Рассчитать эксергию, кДж/кг, и эксергетическую мощность, кВт, потока влажного воздуха при следующих параметрах: - влагосодержание паровоздушной смеси $d = 85\text{ г/кг}$; - давление паровоздушной смеси $p = 0,3\text{ МПа}$; - температура отработанного воздуха $t = 74\text{ }^{\circ}\text{C}$; - расход отработанного воздуха $G = 31,7\text{ кг/с}$; - теплоемкость влаги $c_w = 4,19\text{ кДж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)}$; - теплоемкость воздуха $c_{воздух} = 1,005\text{ кДж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)}$. Принять $\phi_0 = 0,02$. Параметр X принять равным 0,1.</p>

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>При оценке ответов на экзаменационные билеты:</p> <ul style="list-style-type: none">- Ответ на два вопроса и решенная верно задача. При ответе экзаменуемый показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры - 34-40 баллов;- Ответ на два вопроса, задача решена с незначительными ошибками. При ответе экзаменуемый показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры. Однако допускается одна – две неточности в ответе. – 27-33 балла;- Ответ на два вопроса, задача не решена. При ответе экзаменуемый показывает знание процессов изучаемой предметной области, отличающиеся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры. Допускается несколько ошибок в содержании ответа. – 20-26 баллов. <p>Максимальное количество баллов за ответ на экзаменационный билет - 40. баллов.</p>
---	---