



КГЭУ

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

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института
Теплоэнергетики

_____ Н.Д. Чичирова

9 28.04.2026

« 28 » __ 10 _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Оптимизация систем теплоснабжения

Направление 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника
подготовки

Направленность(и) (профиль(и)) Проектирование теплоэнергетических
систем предприятий и ЖКХ

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. _____ Загретдинов А.Р.

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 приобретение знаний и выработка профессиональных компетенций в области современных методов оптимизации систем теплоснабжения.

Задачами изучения дисциплины являются:

- рассмотрение системы централизованного теплоснабжения в части их взаимодействия в едином технологическом процессе производства, распределения, транспортирования и потребления воды;
- расчет надежности и определение факторов и параметров, повышающие надежность систем теплоснабжения;
- определение способов резервирования, живучести элементов систем теплоснабжения, находящихся в зонах возможных воздействий отрицательных температур;
- решение задач автоматизации, оптимизации и энергоэффективности.

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)
ПК-2 Способен к конструкторской деятельности по разработке и модернизации теплоэнергетических систем	ПК-2.1 Составляет техническое задание на разработку проектных решений, связанных с модернизацией теплоэнергетических систем, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов	<i>Знать:</i> нормы и правила разработки проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования систем теплоснабжения <i>Уметь:</i> формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования <i>Владеть:</i> методикой оценки эффективности систем теплоснабжения
ПК-1 Способен планировать и ставить задачи исследования в области проектирования теплоэнергетических систем, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях	ПК-1.1 Планирует и определяет задачи исследования	<i>Знать:</i> правила планирования и постановки задачи исследования методы экспериментальной работы, правила интерпретирования и представления результатов научных исследований в виде отчетов на публичных обсуждениях

<p>ПК-2 Способен к конструкторской деятельности по разработке и модернизации теплоэнергетических систем</p>	<p>ПК-2.1 Составляет техническое задание на разработку проектных решений, связанных с модернизацией теплоэнергетических систем, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов</p>	<p><i>Знать:</i> нормы и правила разработки проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования методы оптимизации систем теплоснабжения <i>Уметь:</i> формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования <i>Владеть:</i> методикой оценки эффективности систем теплоснабжения</p>
<p>ПК-1 Способен планировать и ставить задачи исследования в области проектирования теплоэнергетических систем, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях</p>	<p>ПК-1.2 Использует методы экспериментальной работы, проводит анализ экспериментальных данных</p>	<p><i>Уметь:</i> выбирать методы экспериментальной работы проводить анализ экспериментальных данных</p>

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Оптимизация систем теплоснабжения 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.
-----------------	--	---

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Магистрант должен:

Знать:

- фундаментальные основы высшей математики, включая линейную алгебру и математический анализ;
- основные положения, полученные в курсах естественнонаучных и общетехнических дисциплин: механика жидкости и газа, инженерные сети, термодинамика, – а также профильных: газоснабжение, теплоснабжение, теплогенерирующие установки и др.;
- основы физико-химических дисциплин, основы термодинамики;

Уметь:

- применять на практике знания, полученные в курсах естественнонаучных и общетехнических дисциплин;
- пользоваться справочной технической литературой.

Владеть:

- первичными навыками расчета систем теплоснабжения

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 216 часов, из которых 53 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 16 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 32 час., групповые и индивидуальные консультации 2 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 128 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 2 час. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 6 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		2
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)	подготовка к промежуточной аттестации					
Раздел 1. 1													
1. Методы оценки эффективности тепловых процессов	2	8	16			64	1		89	ПК-1.1 -31, ПК-1.1 -32, ПК-1.2 -У1, ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -32, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -В1 Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л1.5, Л1.6, Л1.7, Л1.9, Л1.10 , Л1.11 , Л1.12 , Л1.1, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6, Л2.7	Тест, РЗ		30
Раздел 2. 2													

2. Методы оптимизации систем теплоснабжения	2	8	16			64	1			89	ПК-1.1-31, ПК-1.1-32, ПК-1.2-У1, ПК-2.1-31, ПК-2.1-32, ПК-2.1-У1, ПК-2.1-В1	Л1.7, Л1.6, Л1.9, Л1.3, Л1.2, Л1.5, Л1.12, Л1.10, Л1.4, Л1.1, Л1.11, Л2.3, Л2.1, Л2.5, Л2.4, Л2.7, Л2.6, Л2.2	Тест, РЗ		30
Раздел 3. Промежуточная аттестация															
3. Экзамен	2								1	3	ПК-1.1-31, ПК-1.1-32, ПК-1.2-У1, ПК-2.1-31, ПК-2.1-32, ПК-2.1-У1, ПК-2.1-В1	Л1.7, Л1.6, Л1.9, Л1.3, Л1.2, Л1.5, Л1.12, Л1.10, Л1.4, Л1.1, Л1.11, Л2.3, Л2.1, Л2.5, Л2.4, Л2.7, Л2.6, Л2.2	Экз.		
ИТОГО		16	32			128	2	35	1	216					

3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
--------------------------	-------------------------	--------------------

1	<p>Метод тепловых балансов. Эксергетический метод анализа. Энтропийный метод анализа. Эксергетический КПД сложной термодинамической системы. Упрощенный метод определения эксергетического КПД сложной термодинамической системы. Определение эксергетического КПД тепловых процессов, осложненных массообменом. Построение эксергетических диаграмм по методу приращений тепловых потоков.</p>	8
2	<p>Методы оптимизации. Оптимальные проектные параметры. Целевая функция (критерий качества). Глобальный и локальный критерии. Задачи оптимизации. Ограничения проектных параметров. Одномерная оптимизация. Условия одномерной оптимизации. Метод случайного перебора (сканирование). Многомерная задача оптимизации. Методы покоординатного спуска и градиентного спуска. Характеристика централизованного энергоснабжения как основного направления развития энергетики, пути развития, оптимальные варианты. Схема теплоснабжения, понятие оптимизации, выбор оптимальных параметров. Оптимизация процессов эксплуатации.</p>	8
Всего		16

3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Эксергетический метод анализа. Построение эксергетических диаграмм по методу приращений тепловых потоков.	16
2	Основы гидравлического расчета, варианты методик, разновидности. Режимы работы теплового пункта, расчет и оптимизация. Построение оптимального температурного графика. Методика экономического обоснования транзитной тепловой сети . Построение оптимального температурного графика.	16
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	Изучение теоретического, подготовка к тестированию, решение задач	Изучение методов оценки эффективности тепловых процессов	64
2	Изучение теоретического, подготовка к тестированию, решение задач	Изучение методов оптимизации систем теплоснабжения	64
Всего			128

4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Оптимизация систем теплоснабжения» по образовательной программе «Проектирование теплоэнергетических систем предприятий и ЖКХ» направления подготовки магистров 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: <http://lms.kgeu.ru/>.

- 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 незначительными 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 (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности 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				

		<p>нормы и правила разработки проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования</p>	<p>Знает нормы и правила разработки проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования. Не допускает ошибок.</p>	<p>Знает нормы и правила разработки проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.</p>	<p>Плохо знает нормы и правила разработки проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования. Допускает множество мелких ошибок.</p>	<p>Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.</p>
--	--	--	--	---	--	--

		методы оптимизации систем теплоснабжения	Знает методы оптимизации систем теплоснабжения. Не допускает ошибок.	Знает методы оптимизации систем теплоснабжения. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Плохо знает методы оптимизации систем теплоснабжения. Допускает множество мелких ошибок.	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
		Уметь				
		формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования	Демонстрирует умение формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования. Не допускает ошибок.	Демонстрирует умение формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования. Допускает минимальные ошибки.	Частично демонстрирует умение формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования. Допускает много мелких ошибок.	Не сформировано умение формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования. Допускает грубые ошибки.
		Владеть				
		методикой оценки эффективности систем теплоснабжения	Продемонстрированы навыки владения методикой оценки эффективности систем теплоснабжения. Отсутствуют ошибки и недочеты.	Продемонстрированы базовые навыки владения методикой оценки эффективности систем теплоснабжения. Допущен ряд мелких ошибок.	Продемонстрированы минимальные навыки владения методикой оценки эффективности систем теплоснабжения. Допущено много ошибок.	Не продемонстрированы навыки владения методикой оценки эффективности систем теплоснабжения. Допущены грубые ошибки.
		Знать				
ПК-1	ПК-1.1	правила планирования и постановки задачи исследования	Знает правила планирования и постановки задачи исследования. Не допускает ошибок.	Знает правила планирования и постановки задачи исследования. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Плохо знает правила планирования и постановки задачи исследования. Допускает множество мелких ошибок.	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.

		методы экспериментальной работы, правила интерпретирования и представления результатов научных исследований в виде отчетов на публичных обсуждениях	Знает методы экспериментальной работы, правила интерпретирования и представления результатов научных исследований в виде отчетов на публичных обсуждениях. Не допускает ошибок.	Знает правила методы экспериментальной работы, правила интерпретирования и представления результатов научных исследований в виде отчетов на публичных обсуждениях. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок	Плохо знает методы экспериментальной работы, правила интерпретирования и представления результатов научных исследований в виде отчетов на публичных обсуждениях. Допускает множество мелких ошибок.	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки.
	ПК-1.2	Уметь				
		выбирать методы экспериментальной работы	Демонстрирует умение выбирать методы экспериментальной работы. Не допускает ошибок.	Демонстрирует умение выбирать методы экспериментальной работы. Допускает минимальные ошибки.	Частично демонстрирует умение выбирать методы экспериментальной работы. Допускает много мелких ошибок.	Не сформировано умение выбирать методы экспериментальной работы. Допускает грубые ошибки
		проводить анализ экспериментальных данных	Демонстрирует умение проводить анализ экспериментальных данных. Не допускает ошибок.	Демонстрирует умение проводить анализ экспериментальных данных. Допускает минимальные ошибки.	Частично демонстрирует умение проводить анализ экспериментальных данных. Допускает много мелких ошибок.	Не сформировано умение проводить анализ экспериментальных данных. 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	Казиев В. М.	Введение в анализ, синтез и моделирование систем	учебное пособие	М.: Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ"	2016	https://e.lanbook.com/book/100674	1
2	Шигапов А.Б.	Оптимизация параметров ГТУ по критериям полезной мощности и удельного расхода топлива	учебно-метод. пособие	Казань: КГЭУ	2009		28
3	Соколов Е. Я.	Теплофикация и тепловые сети	учебник для вузов	М.: Издательский дом МЭИ	2006		26
4	Александров А. А.	Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок	учебное пособие для вузов	М.: Издательский дом МЭИ	2006		57
5	Антонов А.В.	Системный анализ	учебник для вузов	М.: Высш. шк.	2008		15
6	Хрилев Л. С., Смирнов И. А.	Оптимизация систем теплофикации и централизованного теплоснабжения		М.: Энергия	1978		12
7	Андрющенко А. И., Змачинский А. В., Понятов В. А.	Оптимизация тепловых циклов и процессов ТЭС	учебное пособие	М.: Высш. шк.	1974		30
8	Островский Г. С.	Оптимизация технических систем	учебное пособие	М.: Кнорус	2016	https://www.book.ru/book/920626	1

9	Рыков А.С.	Модели и методы системного анализа: принятие решений и оптимизация	учебное пособие для вузов	М.: МИСИС	2005		30
10	Калафати Д. Д., Попалов В. В.	Оптимизация теплообменников по эффективности теплообмена		М.: Энергоатомиздат	1986		10
11	Андрющенко А. И., Аминов Р. З.	Оптимизация режимов работы и параметров тепловых электростанций	учебное пособие для вузов	М.: Высш. шк.	1983		12

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	Абасев Ю. В.	Оптимизация режимов работы и параметров ТЭС	программа, методические указания по изучению дисциплины для студентов заочной формы обучения по образовательной программе "Технология производства электрической и тепловой энергии" направления подготовки 13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника"	Казань: КГЭУ	2016	https://lib.kgeu.ru/irbis64r_15/scan/85эл.pdf	2

2		Оптимизация тепловых схем и режимов работы ТЭС	сборник научных трудов МЭИ	М.: МЭИ	1986		7
3		Оптимизация схем и режимов работы теплоэнергетического оборудования ТЭС	сборник научных трудов МЭИ	М.: МЭИ	1988		7
4	Левенталь Г. Б., Попырин Л. С.	Оптимизация теплоэнергетических установок		М.: Энергия	1970		5
5	Тимофеев Р. А., Шлычков В. В.	Оптимизация потребления топливно-энергетических ресурсов, как фактор повышения уровня экономической надежности предприятия	монография	Казань: КГЭУ	2010		10
6	Тимошенко Н. И., Аракелян Э. Е.	Оптимизация тепловых схем и режимов работы ТЭС	сборник научных трудов МЭИ	М.: МЭИ	1983		7
7	Русанов А. И.	Оптимизация режимов работы электростанций в энергообъединении		М.: МЭИ	1982		4
8	Кулахметова М. Ш.	Оптимизация режимов энергетических систем	межведомственный темат. сборник МЭИ	М.: МЭИ	1984		7

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Оптимизация систем теплоснабжения	https://lms.kgeu.ru

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п		Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
2	Техническая библиотека	http://techlibrary.ru	http://techlibrary.ru

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п		Адрес	Режим доступа
1	«Консультант плюс»	http://www.consultant.ru/	http://www.consultant.ru/
2	ИСС «Кодекс» / «Техэксперт»	http://app.kgeu.local/Home/Api	http://app.kgeu.local/Home/Api

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная	Пользовательская операционная	ЗАО "СофтЛайнТрейд"
2	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-	Свободная лицензия
3	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети	Свободная лицензия
4	Office Standard 2007 Russian OLP NL	Пакет программных продуктов	ЗАО "СофтЛайнТрейд"
5	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и	Свободная лицензия

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		Учебная аудитория	доска аудиторная, подвесной экран, моноблок, проектор, компьютер в комплекте с монитором (14 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](http://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.

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 «Промышленная теплоэнергетика и системы теплоснабжения» 24.10.2020 г., протокол № 3

Зав. кафедрой _____ Ваньков Ю.В.

Программа одобрена методическим советом института теплоэнергетики
27.10.2020 г., протокол №07/20

Зам. директора по УМР _____

Баталова А.А.

Подпись, дата

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____

Ваньков Ю.В.

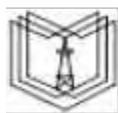
Подпись, дата

Заочная форма обучения
Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 216 часов, из которых 19 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 6 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 8 час., групповые и индивидуальные консультации 0 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 189 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 4 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:	19	19
Лекционные занятия (Лек)	6	6
Практические занятия (Пр)	8	8
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	4	4
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	189	189
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	8	8
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	Эк	Эк

*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.

«__» _____ 2016 г.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Оптимизация систем теплоснабжения

Направление подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность(и) (профиль(и)) 13.04.01 Проектирование теплоэнергетических систем предприятий и ЖКХ

Квалификация

магистр

г. Казань, 2020

Оценочные материалы по дисциплине «Оптимизация систем теплоснабжения» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ПК-2 Способен к конструкторской деятельности по разработке и модернизации теплоэнергетических систем

ПК-1 Способен планировать и ставить задачи исследования в области проектирования теплоэнергетических систем, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях

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: .

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 2 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 2

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	Изучение теоретического, подготовка к тестированию, решение задач	Тесты, задачи	ПК-2, ПК-1, ПК-1	менее 17	17 - 20	20 - 25	25 - 30
2	Изучение теоретического, подготовка к тестированию, решение задач	Тесты, задачи	ПК-2, ПК-1, ПК-1	менее 18	18 - 20	20 - 25	25 - 30
Всего баллов				0 - 54	55-69	70-84	85-100
Промежуточная аттестация							

	Подготовка к экзамену	Экзаменационные билеты	ПК-2, ПК-1, ПК-1	менее 20	20-29	30-34	35-40
Итого баллов				менее 55	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)	Тест из 100 вопросов различной сложности	тест из 100 вопросов различной сложности
расчетные задания (РЗ)	Расчетная работа выполняется согласно методическим указаниям, выданным преподавателем на занятии. Отчет по расчетной работе оформляется индивидуально каждым студентом.	задания к расчетным работам
экзаменационные билеты (ЭБ)	Экзаменационных билеты содержат два вопроса	вопросы к промежуточной аттестации

3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	Расчетные задания (РЗ) по разделу «Методы оценки эффективности тепловых процессов»
Представление и содержание оценочных	В РЗ 30 вариантов индивидуальных заданий, каждому студенту выдается индивидуальное задание.
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>При оценке учитываются следующие критерии:</p> <p>Расчеты выполнены, верно, без ошибок; при защите работы студент отвечал на все вопросы, содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 12-15 баллов;</p> <p>Расчеты выполнены, верно, без ошибок; при защите работы студент не уверенно отвечал на вопросы, содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 7-11 баллов;</p> <p>Расчеты выполнены, 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 – 6 баллов;</p> <p>В расчетах имеются грубые ошибки; путаница в изложении материала; не раскрыто основное содержание учебного материала – 0 баллов.</p>
Наименование оценочного	Тест по разделу «Методы оценки эффективности тепловых процессов»
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Тест содержит 15 вопросов.</p> <p style="text-align: center;"><i>Примеры тестовых заданий</i></p> <p>1. При энергетическом анализе теплоэнергетических установок не учитываются</p> <ul style="list-style-type: none"> -потери энергии -качество энергии -теплообмен между системой и средой -обмен механической энергией между системой и средой -кинетическая и потенциальная энергия системы <p>2. Эксергетический метод анализа основан</p> <ul style="list-style-type: none"> - на I законе термодинамики - на II законе термодинамики - на I и II законах термодинамики - на количественном соотношении между теплотой и работой - на определении потенциала теплоты
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>При выставлении баллов за тест учитываются следующие критерии:</p> <p>Каждый верный ответ на задание дает возможность обучающемуся получить 1 балл.</p> <p>Максимальное количество баллов за тест – 15</p>
Наименование оценочного средства	Расчетные задания (РЗ) по разделу «Методы оптимизации систем теплоснабжения»

Представление и содержание оценочных материалов	В РЗ 30 вариантов индивидуальных заданий, каждому студенту выдается индивидуальное задание.
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При оценке учитываются следующие критерии: Расчеты выполнены, верно, без ошибок; при защите работы студент отвечал на все вопросы, содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 12-15 баллов;
Наименование оценочного средства	Тест по разделу «Методы оптимизации систем теплоснабжения»
Представление и содержание оценочных материалов	Тест содержит 15 вопросов. <i>Примеры тестовых заданий</i> 1. Чтобы повысить точность метода прямого перебора надо... -задать меньшее значение погрешности -сократить отрезок неопределенности -увеличить шаг перебора -в списке нет правильного ответа 2. Чтобы повысить точность метода прямого перебора надо... -задать меньшее значение погрешности* -сократить отрезок неопределенности -увеличить шаг перебора -в списке нет правильного ответа
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При выставлении баллов за тест учитываются следующие критерии: Каждый верный ответ на задание дает возможность обучающемуся получить 1 балл. Максимальное количество баллов за тест – 15

4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Наименование оценочного средства	Экзаменационные билеты
Представление и содержание оценочных материалов	Оценочные материалы, вынесенные на экзамен, состоят из экзаменационных билетов. Всего 25 экзаменационных билетов, содержащих два вопроса. <i>Пример экзаменационного билета:</i> Билет 1 1. Условия одномерной оптимизации. 2. Эксергетический метод анализа.

<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>При оценке учитываются следующие критерии:</p> <p>Ответ на два вопроса. 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 - 35-40 баллов;</p> <p>Ответ на два вопроса. 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 допускаются одна – две неточности в ответе. – 30-34 балла;</p> <p>Ответ на два вопроса. 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. – 20-29 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов: 40 баллов;</p> <p>Минимальное количество баллов: 20 баллов.</p>
--	---