



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

Анализ и синтез 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.

ст. препод. \_\_\_\_\_ Политова Т.О.

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 «Анализ и синтез систем теплоснабжения» является получение компетенций, позволяющих выполнять анализ и синтез систем теплоснабжения.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение методов и методик анализа и синтеза систем теплоснабжения;
- получение навыков анализа и синтеза систем теплоснабжения с использованием специализированного программного обеспечения.

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-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><br>Как нужно планировать и определять задачи исследования<br><i>Уметь:</i><br>Планировать и определять задачи исследования<br><i>Владеть:</i><br>Навыками планирования и определения задач исследования                                                        |
| 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><br>Как нужно составлять техническое задание на разработку проектных решений<br><i>Уметь:</i><br>Составлять техническое задание на разработку проектных решений<br><i>Владеть:</i><br>Навыками составления технического задания на разработку проектных решений |

|                                                                                                      |                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2 Способен к конструкторской деятельности по разработке и модернизации теплоэнергетических систем | ПК-2.2 Проводит технические расчеты по проектам, технико-экономический анализ эффективности проектных решений | <p><i>Знать:</i><br/>Как нужно проводить технические расчеты по проектам и технико-экономический анализ эффективности проектных решений</p> <p><i>Уметь:</i><br/>Проводить технические расчеты по проектам и технико-экономический анализ эффективности проектных решений</p> <p><i>Владеть:</i><br/>Навыками проведения технических расчетов по проектам и технико-экономического анализа эффективности проектных решений</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Анализ и синтез 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.                                                                   |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-2           |                                                                                                     | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы                                              |
| УК-3            |                                                                                                     | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы                                              |
| УК-5            |                                                                                                     | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы                                              |
| ОПК-1           |                                                                                                     | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы                                              |
| УК-6            |                                                                                                     | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы<br>Производственная практика (преддипломная) |
| УК-4            |                                                                                                     | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы                                              |
| УК-1            |                                                                                                     | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы<br>Производственная практика (преддипломная) |
| УК-2            |                                                                                                     | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы                                              |
| ПК-2            |                                                                                                     | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы<br>Производственная практика (преддипломная) |
| ПК-2            | Исследование режимов работы источников и систем теплоснабжения<br>Оптимизация систем теплоснабжения |                                                                                                                       |
| ПК-1            |                                                                                                     | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы<br>Производственная практика (преддипломная) |

|      |                                                                                                     |                                                                                                                       |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1 | Исследование режимов работы источников и систем теплоснабжения<br>Оптимизация систем теплоснабжения |                                                                                                                       |
| ПК-3 |                                                                                                     | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы<br>Производственная практика (преддипломная) |

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

знать: физику, химию, математику, техническую термодинамику, техническую гидрогазодинамику, тепломассообмен, нормы и правила проектирования и эксплуатации установок и систем теплоснабжения, режимы работы источников и систем теплоснабжения.

уметь: определять свойства веществ, чертить схемы и чертежи, составлять материальные и тепловые балансы процессов и установок, исследовать режимы работы источников и систем теплоснабжения.

владеть: навыками применения математического вычислительного аппарата для решения инженерных задач.

### 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 24 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 24 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 |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------|---------|
|                                                                         |             | 3       |
| <b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>                                    | 216         | 216     |
| <b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ,</b><br>в том числе: | 53          | 53      |
| Лекционные занятия (Лек)                                                | 24          | 24      |
| Практические занятия (Пр)                                               | 24          | 24      |
| Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*         | 2           | 2       |
| Консультации (Конс)                                                     | 2           | 2       |
| Контактные часы во время аттестации (КПА)                               | 1           | 1       |
| <b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):</b>                       | 128         | 128     |
| Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)                | 35          | 35      |

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

| Разделы дисциплины                                                       | Семестр | Распределение трудоемкости<br>(в часах) по видам учебной работы, включая СРС |                                           |                     |                        |                                         |                                       |                                       |                         | Формируемые результаты обучения<br>(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 | Сдача зачета / экзамена |                                                                                                      |                                 |                                      |                                |                                                                 | Итого |
| <b>Раздел 1. Элементы теории систем. Основы анализа и синтеза систем</b> |         |                                                                              |                                           |                     |                        |                                         |                                       |                                       |                         |                                                                                                      |                                 |                                      |                                |                                                                 |       |
| 1. Элементы теории систем. Основы анализа и синтеза систем               | 3       | 6                                                                            | 6                                         |                     |                        | 32                                      | 0,5                                   |                                       | 44,5                    | ПК-2.1 -31,<br>ПК-1.1 -31,<br>ПК-1.1 -В1,<br>ПК-2.1 -В1,<br>ПК-2.1 -У1,<br>ПК-1.1 -У1                | Л1.1,<br>Л1.2,<br>Л1.4,<br>Л1.3 |                                      |                                | 15                                                              |       |
| <b>Раздел 2. Методы оценки эффективности тепловых процессов</b>          |         |                                                                              |                                           |                     |                        |                                         |                                       |                                       |                         |                                                                                                      |                                 |                                      |                                |                                                                 |       |
| 2. Методы оценки эффективности тепловых процессов                        | 3       | 6                                                                            | 6                                         |                     |                        | 32                                      | 0,5                                   |                                       | 44,5                    | ПК-1.1 -31,<br>ПК-2.1 -31,<br>ПК-1.1 -В1,<br>ПК-2.2 -В1,<br>ПК-1.1 -У1,<br>ПК-2.1 -У1,<br>ПК-2.2 -У1 | Л1.2,<br>Л1.3,<br>Л1.1,<br>Л1.4 |                                      |                                | 15                                                              |       |

| Раздел 3. Интеграция тепловых процессов в технологию                                                                 |   |           |           |  |  |            |          |           |          |            |                                                                             |                        |  |   |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------|-----------|--|--|------------|----------|-----------|----------|------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------|--|---|----|
| 3. Интеграция тепловых процессов в технологию                                                                        | 3 | 6         | 6         |  |  | 32         | 0,5      |           |          | 44,5       | ПК-2.2-31, ПК-2.1-31, ПК-2.1-У1, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-В1, ПК-2.1-В1 | Л1.4, Л1.2             |  |   | 15 |
| Раздел 4. Энергетическая эффективность и резерв энергосбережения теплотехнологических установок, систем и комплексов |   |           |           |  |  |            |          |           |          |            |                                                                             |                        |  |   |    |
| 4. Энергетическая эффективность и резерв энергосбережения теплотехнологических установок, систем и комплексов        | 3 | 6         | 6         |  |  | 32         | 0,5      |           | 1        | 47,5       | ПК-2.1-31, ПК-1.1-31, ПК-2.2-31, ПК-1.1-У1, ПК-2.1-У1, ПК-2.1-В1, ПК-2.2-В1 | Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л1.1 |  |   | 15 |
| Раздел 5. Промежуточная аттестация                                                                                   |   |           |           |  |  |            |          |           |          |            |                                                                             |                        |  |   |    |
| 5. Промежуточная аттестация                                                                                          | 7 |           |           |  |  |            |          | 17        | 1        | 18         |                                                                             |                        |  | Э | 40 |
| <b>ИТОГО</b>                                                                                                         |   | <b>24</b> | <b>24</b> |  |  | <b>128</b> | <b>2</b> | <b>35</b> | <b>1</b> | <b>216</b> |                                                                             |                        |  |   |    |

### 3.3. Тематический план лекционных занятий

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

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Система и окружение. Свойства системы. Структура систем. Регулирование и управление в системах. Энергетические системы. Характерные черты энергетических систем. Иерархическая структура энергетических систем. Внешние связи. Динамика и обратные связи в энергетических системах. Представление информации при исследовании энергетических систем. Неопределенность оптимальных решений и их экономическая стабильность. Управление в энергетических системах.                        | 6  |
| 2     | 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.                                                                                                                                                                           | 6  |
| 3     | Технологическая система как объект проектирования. Методика проектирования ресурсо- и энергосберегающих технологических систем. «Луковичная диаграмма». Введение в пинч-принципы. Построение составных кривых технологических потоков и определение энергетических целей. Изображение процессов на Т, Н-диаграмме.                                                                                                                                                                      | 6  |
| 4     | Критерии оценки энергетической эффективности собственно теплотехнологии. Система КПД для теплотехнологических установок (ТТУ) без внешнего теплоиспользования. Система КПД для ТТУ с внешним теплоиспользованием. Совокупность КПД для теплотехнологических систем (ТТС) и комплексов (ТТК) без внешнего и с внешним теплоиспользованием. Потенциал технологического и общего резерва интенсивного энергосбережения ТТС и ТТК. Потенциал полного резерва интенсивного энергосбережения. | 6  |
| Всего |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 24 |

### 3.4. Тематический план практических занятий

| Номер раздела дисциплины | Темы практических занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Трудоемкость, час. |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1                        | Понятие и связь технологического процесса (ТП) и технологической системы (ТС). Элемент ТС. Типовые технологические операторы ТС. Виды теплотехнологических связей между операторами. Свойства ТС. Задачи решаемые при проектировании ТС. Синтез ТС. Порядок многоуровневой декомпозиции задачи синтеза ТС.   | 6                  |
| 2                        | Определение эксергетического КПД тепловых процессов, осложненных массообменом. Теплообменник смешения. Определение эксергетического КПД тепловых процессов, осложненных массообменом. Адиабатический самоиспаритель.                                                                                         | 6                  |
| 3                        | Определение потоковой теплоемкости и $AT_{мин}$ . Анализ простой технологической схемы с двумя реакторами и системой разделения. Двухпотоковая задача рекуперации теплоты. Анализ технологической схемы с двумя горячими и двумя холодными потоками. Построение составных кривых горячих и холодных потоков. | 6                  |

|       |                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4     | Алгоритм диагностики энергетической эффективности и прогноза потенциала резерва интенсивного энергосбережения в заданном объекте (ТГУ, ТТС, ТТК). Методика проведения анализа и оценки термодинамической эффективности теплотехнологических схем. | 6  |
| Всего |                                                                                                                                                                                                                                                   | 24 |

### 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                        | Представление ТС в виде графов, матриц и таблиц. Определение оптимальной последовательности расчета ТС. Понятие параметричности на примере ТС котла. Детерминированные и статистические модели элементов ТС. Основы построения детерминированных математических моделей элементов ТС. | Выполнение заданий | 32                 |
| 2                        | Расчет термодинамической системы с регенеративным контуром. Связь эксергетических потерь с расходом топлива в энергетическом котле. Энергетический и эксергетический коэффициенты теплопередачи.                                                                                      | Выполнение заданий | 32                 |

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                    |     |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----|
| 3     | <p>Результаты, получаемые с помощью каскада тепловых потоков. Обобщение алгоритма табличной задачи Линнхоффа. Деление системы потоков технологической системы на тепловой сток и тепловой источник и взаимодействие между ними. Представление сети теплообменных аппаратов. Проектирование технологической схемы системы теплообмена (сбор данных, точность данных, выбор потоков)</p> | Выполнение заданий | 32  |
| 4     | <p>Коэффициент использования резерва интенсивного энергосбережения. Интегральный коэффициент полезного использования первичной энергии (первичного топлива)</p>                                                                                                                                                                                                                        | Выполнение заданий | 32  |
| Всего |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                    | 128 |

#### 4. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий используются традиционные образовательные технологии (лекции в сочетании с практическими, лабораторными занятиями и самостоятельное изучение определённых разделов) и современные образовательные технологии, направленные на обеспечение развития у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств: интерактивные лекции, групповые дискуссии, проблемное обучение, анализ ситуаций и имитационных моделей, работа в команде, контекстное обучение, обучение на основе опыта.

В процессе обучения используются:

- 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 (владени        | При решении стандартных задач не                                                               | Имеется минимальный набор навыков для                                                                                        | Продемонстрированы базовые навыки при решении                                                                                                             | Продемонстрированы навыки при решении                                                                                                             |

|                                                                                 |                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| е опытом)                                                                       | продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки                                                                                | решения стандартных задач с некоторыми недочетами                                                                                                                                                                                                  | стандартных задач с некоторыми недочетами                                                                                                                                                      | 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                                                                    |                                                                           |                                                                                           |                                                                         |                                                                       |
|                 |                                       | Как нужно составлять техническое задание на разработку проектных решений | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок | Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок | Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки |
|                 |                                       | Уметь                                                                    |                                                                           |                                                                                           |                                                                         |                                                                       |

|        |                                                                                                                    |                                                                                                          |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                           |                                                                                                                              |                                                                                                |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                                                                                                                    | Составлять техническое задание на разработку проектных решений                                           | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания 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 основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки |
|        |                                                                                                                    | Владеть                                                                                                  |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                           |                                                                                                                              |                                                                                                |
|        |                                                                                                                    | Навыками составления технического задания на разработку проектных решений                                | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов                                                                  | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами                                                                   | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами                                      | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки  |
| ПК-2.2 |                                                                                                                    | Знать                                                                                                    |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                           |                                                                                                                              |                                                                                                |
|        | Как нужно проводить технические расчеты по проектам и технико-экономический анализ эффективности проектных решений | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок                                | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок                                                         | Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок                                                                                   | Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки                                                        |                                                                                                |
|        | Уметь                                                                                                              |                                                                                                          |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                           |                                                                                                                              |                                                                                                |
|        |                                                                                                                    | Проводить технические расчеты по проектам и технико-экономический анализ эффективности проектных решений | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания 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 основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки |
|        |                                                                                                                    | Владеть                                                                                                  |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                           |                                                                                                                              |                                                                                                |

|      |        |                                                                                                                       |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                     |                                                                                                |
|------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |        | Навыками проведения технических расчетов по проектам и технико-экономического анализа эффективности проектных решений | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов                                                                  | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами                                                                         | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами                                             | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки  |
| ПК-1 | ПК-1.1 | Знать                                                                                                                 |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                     |                                                                                                |
|      |        | Как нужно планировать и определять задачи исследования                                                                | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок                                                                         | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок                                                                       | Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок                                                             | Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки                          |
|      |        | Уметь                                                                                                                 |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                     |                                                                                                |
|      |        | Планировать и определять задачи исследования                                                                          | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с незначительными ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | Продемонстрированы основные умения, решены основные задачи с незначительными ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки |
|      |        | Владеть                                                                                                               |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                     |                                                                                                |
|      |        | Навыками планирования и определения задач исследования                                                                | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов                                                                  | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами                                                                         | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами                                             | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место 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     | Александров А. А. | Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок      | учебное пособие для вузов                   | М.: МЭИ                                        | 2004        |                                                                                   | 33                                   |
| 2     | Рыков А.С.        | Модели и методы системного анализа: принятие решений и оптимизация | учебное пособие для вузов                   | М.: МИСИС                                      | 2005        |                                                                                   | 30                                   |
| 3     | Казиев В. М.      | Введение в анализ, синтез и моделирование систем                   | учебное пособие                             | М.: Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ" | 2016        | <a href="https://e.lanbook.com/book/100674">https://e.lanbook.com/book/100674</a> | 1                                    |
| 4     | Антонов А. В.     | Системный анализ                                                   | учебник для вузов                           | М.: Высш. шк.                                  | 2006        |                                                                                   | 6                                    |

### 6.2. Информационное обеспечение

#### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

| № п/п | Наименование электронных и интернет-ресурсов | Ссылка                                                                                              |
|-------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Анализ и синтез систем теплоснабжения        | <a href="http://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=0000">http://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=0000</a> |

#### 6.2.2. Профессиональные базы данных

| № п/п | Наименование профессиональных баз данных  | Адрес                                                     | Режим доступа                                             |
|-------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1     | Техническая библиотека                    | <a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a> | <a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a> |
| 2     | Национальная электронная библиотека (НЭБ) | <a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>       | <a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>       |

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

| № п/п | Наименование информационно-справочных систем | Адрес                                                                         | Режим доступа                                                                 |
|-------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | ИСС «Кодекс» / «Техэксперт»                  | <a href="http://app.kgeu.local/Home/Apps">http://app.kgeu.local/Home/Apps</a> | <a href="http://app.kgeu.local/Home/Apps">http://app.kgeu.local/Home/Apps</a> |
| 2     | «Гарант»                                     | <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>                     | <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>                     |
| 3     | «Консультант плюс»                           | <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>             | <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>             |

### 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 (Starter)                       | Пользовательская операционная система                                                                    | ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно      |
| 2     | «ZuluXTools 7.0»                                           | Компоненты расчетов инженерных сетей эксплуатирующие системы газоснабжения                               | ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно                    |
| 3     | ГИС «ZuluServer 7.0» (3 рабочих места)                     | инструментальная геоинформационная система                                                               | ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно                    |
| 4     | Autodesk 3DSMax                                            | программное обеспечение для 3D-моделирования, анимации и визуализации при создании игр и проектировании. | Autodesk. Свободная лицензия Неискл. право Бессрочно                        |
| 5     | Компас-3D V18 Проектирование в строительстве и архитектуре | Программное обеспечение для трёхмерного моделирования                                                    | "ООО ""Аскон-кама консалтинг"" 231/20 от 3.08.2020 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     | Лекционные занятия   | Учебная аудитория                                      | доска аудиторная, подвесной экран, проектор                                                       |
| 2     | Практические занятия | Учебная аудитория                                      | доска аудиторная, подвесной экран, моноблок, проектор, компьютер в комплекте с монитором (14 шт.) |

|   |                        |             |                                                                         |
|---|------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 3 | Самостоятельная работа | Кабинет СРС | проектор, переносной экран, тонкие клиенты (13 шт.), компьютеры (5 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://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.

## 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 «14» октября 2020 г.,  
протокол № 3

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Ваньков Ю.В.

Программа одобрена методическим советом института Теплоэнергетики  
«27» октября 2020 г., протокол № 07/20

Зам. директора по УМР \_\_\_\_\_

Баталова А.А.

*Подпись, дата*

Согласовано:

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_

Ваньков Ю.В.

*Подпись, дата*