



КГЭУ

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

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

8 16.04.2024

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института  
Теплоэнергетики

\_\_\_\_\_ Н.Д. Чичирова

«\_28\_»\_10\_\_\_\_\_2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Турбины ТЭС

Направление 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
подготовки

Направленность(и) (профиль(и)) 13.03.01 Тепловые электрические станции

Квалификация бакалавр

Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

Программу разработал(и):

доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_ И.В. Евгеньев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика Тепловые электрические станции, протокол №2-2020/21 от 17.09.2020 г

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.Д. Чичирова

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 «Турбины ТЭС» является изучение принципа действия паровых и газовых турбин, классификации турбин по ГОСТ, принципиальных тепловых схем турбоустановок, вопросов повышения экономичности тепловых циклов, преобразования энергии в турбине, конструкций, как турбинной ступени, так и турбины в целом, геометрических, аэродинамических, технико-экономических характеристик турбинных ступеней, работы многоступенчатых турбин как при номинальном, так и при переменном режиме, систем парораспределения, регулирования, защиты и маслоснабжения турбин, а также теплового процесса и конструкции конденсатора турбин.

Получение знаний, формирование умений и навыков, позволяющие успешно пройти итоговую государственную аттестацию.

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)   |
|---|--|---|
| <b>Профессиональные компетенции (ПК)</b>  |  |   |
| ПК-1 Способен проводить расчеты по типовым методикам, участвовать в проектировании технологического оборудования котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием | ПК-1.4 Выбирает оборудование, трубопроводы и арматуру котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций | <i>Знать:</i><br>Номенклатуру и технические характеристики современных паровых и газовых турбин, арматуры и материалов<br><i>Уметь:</i><br>Выполнять расчеты паровых турбин без использования персонального компьютера<br><i>Владеть:</i><br>Навыками выбора паровых турбин и арматуры. |
|   | ПК-1.5 Выполняет гидравлические расчеты тепловых схем котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций | <i>Знать:</i><br>Методику расчёта проточной части паровых турбин<br><i>Уметь:</i><br>Проводить расчёт проточной части паровой турбины.<br><i>Владеть:</i><br>Навыками проведения расчёта проточной части паровой турбины.   |

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Турбины ТЭС относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

| Код компетенции | Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.  | Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.  |
|-----------------|---|--|
| ОПК-2           | Тепловая и ядерная энергетика<br>Современные способы производства электроэнергии<br>Теоретические основы теплотехники           |  |
| ОПК-4           | Тепловая и ядерная энергетика   |  |
| ОПК-3           | Турбомашин<br>Тепловая и ядерная энергетика<br>Энергетические машины, аппараты и установки<br>Теоретические основы теплотехники |  |
| ПК-1.4          |   |  |
| ПК-1.5          |   |  |
| ПК-1            |   | Тепловые и атомные электрические станции<br>Режимы работы ТЭС<br>Перспективные энергоустановки тепловых электростанций |

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- 1) Основы термодинамики, основные законы термодинамики;
- 2) Основные законы механики жидкости и газа;
- 3) технологии производства электрической и тепловой энергии;
- 4) назначение, принцип действия и принципиальные тепловые схемы паротурбинных установок, газотурбинных и парогазовых установок;
- 5) методики расчёта элементов теплотехнических установок и систем;
- 6) методику расчёта термодинамических процессов, циклов и их показателей.

Уметь:

- 1) планировать и ставить задачи исследования;
- 2) проводить расчёт элементов теплотехнических установок и систем;
- 3) проводить расчёт термодинамических процессов, циклов и их показателей.

Владеть:

- 1) навыками расчёта элементов теплотехнических установок и систем;
- 2) навыками расчёта термодинамических процессов, циклов и их показателей.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 216 часов, из которых 87 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 32 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 48 час., групповые и индивидуальные консультации 2 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 94 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 4 час. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 8 ч.

| Вид учебной работы  | Всего часов | Семестр |     |
|---|-------------|---------|-----|
|   |             | 7       | 8   |
| <b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>                                    | 216         | 108     | 108 |
| <b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ,</b><br>в том числе: | 87          | 42      | 45  |
| Лекционные занятия (Лек)  | 32          | 16      | 16  |
| Лабораторные занятия (Лаб)  | 24          | 24      |     |
| Практические занятия (Пр)   | 24          |         | 24  |
| Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*         | 4           | 2       | 2   |
| Консультации (Конс)   | 2           |         | 2   |
| Контактные часы во время аттестации (КПА)                               | 1           |         | 1   |
| <b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):</b>                       | 94          | 66      | 28  |
| Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (зачет, экзамен)         | 35          |         | 35  |
| <b>ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b>                                   | За, Эк      | За      | 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. Турбины и турбинные установки |         |   |   |                     |                        |   |                                       |                                       |  |            |                                      |                                |   |

|  |   |   |  |   |  |    |   |  |  |    |   |  |              |  |    |
|--|---|---|--|---|--|----|---|--|--|----|---|--|--------------|--|----|
| 1. Турбины и турбинные установки                                       | 7 | 4 |  | 4 |  | 10 |   |  |  | 18 | ПК-1.4-31,<br>ПК-1.5-31,<br>ПК-1.4-У1,<br>ПК-1.4-В1,<br>ПК-1.5-У1,<br>ПК-1.5-В1 | Л1.3,<br>Л2.5,<br>Л2.6                   | Тест,<br>лаб |  | 12 |
| Раздел 2. 2. Ступень турбины. Преобразование энергии в ступени         |   |   |  |   |  |    |   |  |  |    |   |  |              |  |    |
| 2. Ступень турбины. Преобразование энергии в ступени                   | 7 | 4 |  | 4 |  | 26 | 2 |  |  | 36 | ПК-1.4-31,<br>ПК-1.5-31,<br>ПК-1.4-У1,<br>ПК-1.4-В1,<br>ПК-1.5-У1,<br>ПК-1.5-В1 | Л1.3,<br>Л2.5,<br>Л2.6,<br>Л1.1,<br>Л2.2 | РГР,<br>лаб  |  | 12 |
| Раздел 3. 3. Турбинные решётки. Определение размеров решёток в ступени |   |   |  |   |  |    |   |  |  |    |   |  |              |  |    |
| 3. Турбинные решётки. Определение размеров решёток в ступени           | 7 | 4 |  | 4 |  | 10 |   |  |  | 18 | ПК-1.4-31,<br>ПК-1.5-31,<br>ПК-1.4-У1,<br>ПК-1.4-В1,<br>ПК-1.5-У1,<br>ПК-1.5-В1 | Л1.3,<br>Л2.5,<br>Л2.6                   | Тест,<br>лаб |  | 12 |
| Раздел 4. 4. Относительный внутренний КПД ступени                      |   |   |  |   |  |    |   |  |  |    |   |  |              |  |    |

|   |   |   |   |   |  |    |   |  |  |    |   |  |              |       |    |
|---|---|---|---|---|--|----|---|--|--|----|---|--|--------------|-------|----|
| 4. Относительный внутренний КПД ступени                     | 7 | 2 |   | 4 |  | 10 |   |  |  | 16 | ПК-1.4-31,<br>ПК-1.5-31,<br>ПК-1.4-У1,<br>ПК-1.4-В1,<br>ПК-1.5-У1,<br>ПК-1.5-В1 | Л1.3,<br>Л2.5,<br>Л2.6                   | Тест,<br>лаб |       | 12 |
| Раздел 5. 5. Многоступенчатые турбины                       |   |   |   |   |  |    |   |  |  |    |   |  |              |       |    |
| 5. Многоступенчатые турбины                                 | 7 | 2 |   | 8 |  | 10 |   |  |  | 20 | ПК-1.4-31,<br>ПК-1.5-31,<br>ПК-1.4-У1,<br>ПК-1.4-В1,<br>ПК-1.5-У1,<br>ПК-1.5-В1 | Л1.3,<br>Л2.5,<br>Л2.6                   | Тест,<br>лаб |       | 12 |
| Зачёт   |   |   |   |   |  |    |   |  |  |    |   |  |              | Зачёт | 40 |
| Раздел 6. 6. Работа ступени и турбины при переменном режиме |   |   |   |   |  |    |   |  |  |    |   |  |              |       |    |
| 6. Работа ступени и турбины при переменном режиме           | 8 | 6 | 6 |   |  | 6  | 2 |  |  | 20 | ПК-1.4-31,<br>ПК-1.5-31,<br>ПК-1.4-У1,<br>ПК-1.4-В1,<br>ПК-1.5-У1,<br>ПК-1.5-В1 | Л1.3,<br>Л2.5,<br>Л2.6,<br>Л1.4,<br>Л2.2 | Тест         |       | 12 |
| Раздел 7. 7. Теплофикационные турбины                       |   |   |   |   |  |    |   |  |  |    |   |  |              |       |    |

|  |   |   |   |  |  |   |  |  |  |    |  |                              |      |  |    |
|--|---|---|---|--|--|---|--|--|--|----|--|------------------------------|------|--|----|
| 7. Теплофикационные турбины                                | 8 | 2 | 8 |  |  | 5 |  |  |  | 17 | ПК-1.4-31, ПК-1.5-31, ПК-1.4-У1, ПК-1.4-В1, ПК-1.5-У1, ПК-1.5-В1 | Л1.3, Л2.5, Л2.6, Л1.4, Л2.2 | Тест |  | 12 |
| Раздел 8. 8. Расчёт на прочность основных элементов турбин |   |   |   |  |  |   |  |  |  |    |  |                              |      |  |    |
| 8. Расчёт на прочность основных элементов турбин           | 8 | 2 | 6 |  |  | 5 |  |  |  | 13 | ПК-1.4-31, ПК-1.5-31, ПК-1.4-У1, ПК-1.4-В1, ПК-1.5-У1, ПК-1.5-В1 | Л1.2, Л2.4, Л2.1             | Тест |  | 12 |
| Раздел 9. 9. Регулирование, маслоснабжение и защита турбин |   |   |   |  |  |   |  |  |  |    |  |                              |      |  |    |
| 9. Регулирование, маслоснабжение и защита турбин           | 8 | 4 | 2 |  |  | 7 |  |  |  | 13 | ПК-1.4-31, ПК-1.5-31, ПК-1.4-У1, ПК-1.4-В1, ПК-1.5-У1, ПК-1.5-В1 | Л1.3, Л2.3, Л2.5, Л2.6       | Тест |  | 12 |
| Раздел 10. 10. Конденсационное устройство паровой турбины  |   |   |   |  |  |   |  |  |  |    |  |                              |      |  |    |

|   |   |    |    |    |  |    |   |    |   |     |   |                                 |      |         |    |
|---|---|----|----|----|--|----|---|----|---|-----|---|---------------------------------|------|---------|----|
| 10.<br>Конденсационное<br>устройство<br>паровой турбины | 8 | 2  | 2  |    |  | 5  |   |    | 1 | 10  | ПК-1.4<br>-31,<br>ПК-1.5<br>-31,<br>ПК-1.4<br>-У1,<br>ПК-1.4<br>-В1,<br>ПК-1.5<br>-У1,<br>ПК-1.5<br>-В1 | Л1.3,<br>Л2.3,<br>Л2.5,<br>Л2.6 | Тест |         | 12 |
| Экзамен   |   |    |    |    |  |    |   |    |   |     |   |                                 |      | Экзамен | 40 |
| <b>ИТОГО</b>  |   | 32 | 24 | 24 |  | 94 | 4 | 35 | 1 | 216 |   |                                 |      |         |    |

### 3.3. Тематический план лекционных занятий

| Номер раздела дисциплины | Темы лекционных занятий  | Трудоемкость, час. |
|--------------------------|--|--------------------|
| 1                        | Турбина - основной двигатель современной тепловой и атомной электростанции. Принцип действия турбины. Конструкции паровой и газовой турбин, компрессора. Показатели экономичности турбоустановок. Пути повышения КПД. Газотурбинная установка и ее экономичность. Маневренность ГТУ. Пути повышения КПД. Парогазовые установки. Классификация турбин. ГОСТ на турбины. <u>Технико-экономические характеристики мощных турбин.</u>  | 4                  |
| 2                        | Степень турбины. Преобразование энергии в турбинной ступени. Основные уравнения рабочего процесса турбинной ступени. Треугольник скорости. Силы, действующие на рабочие лопатки. Степень реактивности.<br>Мощность, работа, относительный лопаточный КПД ступени. Зависимость лопаточного КПД активной и реактивной ступени от отношения скоростей. Баланс потерь одновенечной ступени турбины. Использование энергии выходной скорости. <u>Ступени скорости.</u>  | 4                  |
| 3                        | Турбинные решетки. Характеристики турбинных решеток. Потери энергии в решетках. Коэффициенты расхода. Углы выхода потока из решеток. Потери профильные и концевые. Влияние режимных параметров на характеристики решеток. Определение размеров решеток в ступени. Расширение потока в косом срезе решеток; предельное давление за косым срезом решетки. Выбор профилей лопаток, угла установки, шага и других геометрических и конструктивных параметров. Нормаль на профили решёток. Изменение параметров рабочего тела в зазоре между сопловой и рабочей решетками. Необходимость изменения профилей лопаток по высоте при небольших отношениях диаметра ступени к высоте лопатки. | 4                  |

|   |  |   |
|---|--|---|
| 4 | <p>Относительный внутренний КПД ступени. Дополнительные потери в ступени. Потери дискового трения. Потери парциального подвода. Потери от утечек в ступени. Потери, связанные с влажностью пара.</p> <p>Особенности ступеней влажного пара турбин атомных электрических станций. Внутриканальная и периферийная сепарация пара в ступени. Эрозия рабочих лопаток и других элементов проточной части. Особенности проточной части влажнопаровых турбин. Меры борьбы с эрозионным износом. Способы уменьшения дополнительных потерь в ступени. Влияние дополнительных потерь на значение оптимального отношения скоростей. Выбор оптимального отношения скоростей для ступеней различного типа.</p>  | 2 |
| 5 | <p>Многоступенчатые турбины. Рабочий процесс в многоступенчатой турбине. Концевые уплотнения. Потери энергии в стопорном и регулирующем клапанах, во входном и выходных патрубках, в перепускных устройствах. Механические потери турбины. Преимущества и недостатки многоступенчатой турбины. Влияние числа ступеней на эффективность проточной части турбины. Возврат теплоты.</p> <p>Тепловой расчет паровой турбины. Особенности расчета газовых турбин. Выбор расчетного расхода пара через ступени турбины. Теплоперепад регулирующей ступени и ее расчет. Оценка размеров первой нерегулируемой и последней ступеней турбины. Распределение тепловых перепадов по ступеням. Особенности детального расчета ступеней турбины. Предельная мощность однопоточной турбины. Осевые усилия в многоступенчатой турбине. Способы уравнивания осевых усилий.</p> | 2 |
| 6 | <p>Работа ступени и турбины при переменном режиме. Требования высокой надежности и высокой маневренности, предъявляемые к современной турбине. Зависимость между расходом пара и параметрами пара перед и за решеткой. Степень реактивности и КПД при изменении отношения скоростей ступени. Условия работы последней ступени конденсационной турбины при переменном давлении за ступенью.</p> <p>Работа многоступенчатой турбины при переменном режиме. Распределение давлений и теплоперепадов в ступенях турбины при изменении расхода рабочего тела, а также его параметров.</p> <p>Дроссельное парораспределение. Потери дросселирования в конденсационной и противодавленной турбинах. Сопловое парораспределение. Обводные клапаны в системах парораспределения. Изменение расхода пара через турбину методом скользящего давления.</p>                 | 6 |
| 7 | <p>Турбины для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии. Экономическая эффективность при использовании турбин для комбинированной выработки теплоты и электрической энергии. Турбины с противодавлением. Турбины с промежуточным отбором пара. Турбины с двумя регулирующими отборами пара. Турбины с отопительными отборами пара при ступенчатом подогреве сетевой воды. ПГУ и ГТУ; особенности расчета.</p>  | 2 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 8     | Расчет на прочность элементов конструкции турбин. Расчет рабочих лопаток на растяжение и изгиб. Колебания лопаток; методы отстройки от резонанса. Вибрационная надежность работы турбины. Критические частоты ротора. Корпус турбины. Термические напряжения в корпусах, изменение зазоров при тепловых расширениях. Расчет на прочность диафрагм.  | 2  |
| 9     | Регулирование турбин. Задачи регулирования. Принципиальная схема и статическая характеристика регулирования. Синхронизатор. Система защиты турбоагрегата. Схема масляного хозяйства турбины.  | 4  |
| 10    | Схема конденсационной установки и ее элементы. Конструкции конденсаторов паровых турбин. Тепловой процесс в конденсаторе. Паровое сопротивление конденсатора, температура конденсата и его переохлаждение. Водяная и воздушная плотность конденсатора. Деаэрация в конденсаторах. Конденсационные устройства паровых турбин и условия их эксплуатации в переменных режимах. Воздухоотсасывающие устройства. Водоструйные и пароструйные эжекторы. Характеристики эжекторов. | 2  |
| Всего |   | 32 |

### 3.4. Тематический план практических занятий

| Номер раздела дисциплины | Темы практических занятий                      | Трудоемкость, час. |
|--------------------------|--|--------------------|
| 1                        | Работа ступени и турбины при переменном режиме | 6                  |
| 2                        | Теплофикационные турбины                       | 8                  |
| 3                        | Расчёт на прочность основных элементов турбин  | 6                  |
| 4                        | Регулирование, маслоснабжение и защита турбин  | 2                  |
| 5                        | Конденсационное устройство паровой турбины     | 2                  |
| Всего                    |  | 24                 |

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

| Номер раздела дисциплины | Темы лабораторных работ  | Трудоемкость, час. |
|--------------------------|--|--------------------|
| 1                        | Изучение состава и принципа работы компьютерного тренажёра паровой турбины К-300-240                 | 4                  |
| 2                        | Определение степени заноса солями проточной части энергетической турбины                             | 4                  |
| 3                        | Изучение и составление технической характеристики приводной турбины питательного насоса ОВПТ-500А    | 4                  |
| 4                        | Расчёт термического и относительного внутреннего КПД паровой турбины К-300-240 на номинальном режиме | 4                  |
| 5                        | Изучение тепловой схемы турбоустановки ПТ-60-130/13  | 4                  |
| 6                        | Изучение конструкции турбины ПТ-60-130/13  | 4                  |
| Всего                    |  | 24                 |

### 3.6. Самостоятельная работа студента

| Номер раздела дисциплины | Вид СРС   | Содержание СРС   | Трудоемкость, час. |
|--------------------------|---|------------------|--------------------|
| 1                        | Турбины и турбинные установки                             | Выполнение теста | 10                 |
| 2                        | Расчёт двухвенечной регулирующей ступени                  | Защита РГР       | 26                 |
| 3                        | Турбинные решётки. Определение размеров решёток в ступени | Выполнение теста | 10                 |
| 4                        | Относительный внутренний КПД ступени                      | Выполнение теста | 10                 |
| 5                        | Многоступенчатые турбины                                  | Выполнение теста | 10                 |
| 6                        | Работа ступени и турбины при переменном режиме            | Выполнение теста | 6                  |
| 7                        | Теплофикационные турбины                                  | Выполнение теста | 5                  |
| 8                        | Расчёт на прочность основных элементов турбин             | Выполнение теста | 5                  |
| 9                        | Регулирование, маслоснабжение и защита турбин             | Выполнение теста | 7                  |
| 10                       | Конденсационное устройство паровой турбины                | Выполнение теста | 5                  |
| Всего                    |   |                  | 94                 |

#### 4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины "Турбины ТЭС" по образовательным программам направления подготовки бакалавров 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" применяются электронные образовательные технологии.

В процессе обучения используются:

1) дистанционные курсы (ДК), размещённые на площадке LMS Moodle, URL: <http://lms.kgeu.ru>; Ссылка на курс: <https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=725>

2) электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещённые 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  | Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок  | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок   | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок   |
| Наличие умений                    | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки | Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме |
| Наличие навыков (владение опытом) | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки  | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами                                      | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами   | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов  |
| Характер                          | Компетенция в  | Сформированность   | Сформированность  | Сформированность  |

|  |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
| истика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)  | полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач | компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач | компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач | 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-1            | ПК-1.4                                | Знать   |  |   |  |  |
|                 |                                       | Номенклатуру и технические характеристики современных паровых и газовых турбин, арматуры и материалов | Знает номенклатуру и технические характеристики и современных паровых и газовых турбин, арматуры и материалов. Не допускает ошибок | Знает номенклатуру и технические характеристики и современных паровых и газовых турбин, арматуры и материалов. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок | Плохо знает номенклатуру и технические характеристики и современных паровых и газовых турбин, арматуры и материалов. Допускает множество мелких ошибок | Уровень знаний ниже минимальных требований, допускает грубые ошибки. |
|                 |                                       | Уметь   |  |   |  |  |

|  |         |   |  |   |   |  |
|--|---------|---|--|---|---|--|
|  |         | Выполнять расчёты паровых турбин без использования персонального компьютера | Демонстрирует умение выполнять расчёты паровых турбин без использования персонального компьютера. Не допускает ошибок. | Демонстрирует умение выполнять расчёты паровых турбин без использования персонального компьютера. Допускает ряд небольших ошибок. | В целом демонстрирует умение выполнять расчёты паровых турбин без использования персонального компьютера, допускает ошибки. Задание выполняет не в полном объеме. | При решении типовых задач не демонстрирует сформированное умение выполнять расчёты паровых турбин без использования персонального компьютера, допускает грубые ошибки. |
|  | Владеть |   |  |   |   |  |
|  |         | Навыками выбора паровых турбин и арматуры.                                  | Продемонстрированы навыки выбора паровых турбин и арматуры, без ошибок и недочётов.                                    | Продемонстрированы базовые навыки выбора паровых турбин и арматуры, и допущен ряд мелких ошибок.                                  | Имеется минимальный набор навыков выбора паровых турбин и арматуры, много ошибок.   | Не продемонстрированы базовые навыки выбора паровых турбин и арматуры, допущены грубые ошибки.   |
|  | Знать   |   |  |   |   |  |
|  | ПК-1.5  | Методику расчёта проточной части паровых турбин                             | Знает методику расчёта проточной части паровых турбин. Не допускает ошибок.  | Знает методику расчёта проточной части паровых турбин. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.                      | Плохо знает методику расчёта проточной части паровых турбин. Допускает множество мелких ошибок.   | Уровень знаний ниже минимальных требований, допускает грубые ошибки.   |
|  | Уметь   |   |  |   |   |  |

|         |  |  |   |  |  |   |
|---------|--|--|---|--|--|---|
|         |  | Проводить расчёт проточной части паровой турбины.            | Демонстрирует умение проводить расчёт проточной части паровой турбины. Не допускает ошибок.           | Демонстрирует умение проводить расчёт проточной части паровой турбины. Допускает ряд небольших ошибок.           | В целом демонстрирует умение проводить расчёт проточной части паровой турбины, допускает ошибки. Задание выполняет не в полном объеме. | При решении типовых задач не демонстрирует сформированное умение проводить расчёт проточной части паровой турбины, допускает грубые ошибки. |
| Владеть |  |  |   |  |  |   |
|         |  | Навыками проведения расчёта проточной части паровой турбины. | Продемонстрированы навыки проведения расчёта проточной части паровой турбины, без ошибок и недочётов. | Продемонстрированы базовые навыки проведения расчёта проточной части паровой турбины, допущен ряд мелких ошибок. | Имеется минимальный набор навыков проведения расчёта проточной части паровой турбины, много ошибок.                                    | Не продемонстрированы базовые навыки проведения расчёта проточной части паровой турбины, допущены 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     | Евгеньев И.В. | Расчет многоступенчатой паровой турбины | метод. указания к выполнению курсового проекта | Казань: КГЭУ                | 2003        |                            | 139                                  |
| 2     | Костюк А. Г.  | Динамика и прочность турбомашин         | учебник для вузов                              | М.: Издательский дом МЭИ    | 2007        |                            | 50                                   |

|   |   |  |               |                          |      |   |   |
|---|---|--|---------------|--------------------------|------|---|---|
| 3 | Костюк А. Г., Фролов В. В., Булкин А. Е., Трухний А. Д., Костюк А. Г. | Паровые и газовые турбины для электростанций | учебник       | М.: Издательский дом МЭИ | 2017 | <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011577.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011577.html</a> | 1 |
| 4 | Трояновский Б. М., Самойлович Г. С.                                   | Паровые и газовые турбины. Сборник задач     | сборник задач | М.: Энергоатомиздат      | 1987 |   | 4 |

### 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     | Евгеньев И. В.                  | Паровые и газовые турбины тепловых электрических станций | учебное пособие                             | Казань: КГЭУ                | 2011        |                            | 4                                    |
| 2     | Костюк А. Г.                    | Динамика и прочность турбомашин                          | учебник для вузов                           | М.: МЭИ                     | 2000        |                            | 14                                   |
| 3     | Трухний А. Д., Ломакин Б. В.    | Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки        | учебное пособие для вузов                   | М.: Издательский дом МЭИ    | 2006        |                            | 82                                   |
| 4     | Трухний А. Д.                   | Стационарные паровые турбины                             | производственное издание                    | М.: Энергоатомиздат         | 1990        |                            | 30                                   |
| 5     | Ривкин С. Л., Александров А. А. | Термодинамические свойства воды и водяного пара          | справочник                                  | М.: Энергоатомиздат         | 1984        |                            | 18                                   |

## **6.2. Информационное обеспечение**

### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

| № п/п | Наименование электронных и интернет-ресурсов | Ссылка  |
|-------|--|---|
| 1     | Электронная библиотека "НЭЛБУК"              | <a href="http://www.nelbook.ru/">http://www.nelbook.ru/</a> |
| 2     | Электронно-библиотечная система "Лань"       | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> |

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

| № п/п | Наименование профессиональных баз данных                  | Адрес   | Режим доступа   |
|-------|---|---|---|
| 1     | Российская национальная библиотека                        | <a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>                       | <a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>                       |
| 2     | КиберЛенинка  | <a href="https://cyberleninka.ru/">В https://cyberleninka.ru/</a> | <a href="https://cyberleninka.ru/">В https://cyberleninka.ru/</a> |
| 3     | Президентская библиотека имени Бориса Николаевича Ельцина | <a href="http://prlib.ru">В http://prlib.ru</a>                   | <a href="http://prlib.ru">В http://prlib.ru</a>                   |
| 4     | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU                | <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>               | <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>               |
| 5     | Национальная электронная библиотека (НЭБ)                 | <a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>               | <a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>               |
| 6     | Техническая библиотека                                    | <a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>         | <a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>         |
| 7     | eLIBRARY.RU   | <a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>              | <a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>              |
| 8     | Университетская информационная система Россия             | <a href="http://uisrussia.msu.ru">uisrussia.msu.ru</a>            | <a href="http://uisrussia.msu.ru">uisrussia.msu.ru</a>            |

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

| № п/п |  | Адрес | Режим доступа |
|-------|--|-------|---------------|
| 1     |  |       |               |

### 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   | №2011.25486 от 28.11.2011   |
| 2     | Браузер Chrome                        | Система поиска информации в сети интернет (включая русскоязычный интернет).   | <a href="https://www.google.com/intl/ru/chrome/">https://www.google.com/intl/ru/chrome/</a>                       |
| 3     | OpenOffice                            | Пакет офисных приложений. Одним из первых стал поддерживать новый открытый формат OpenDocument. Официально поддерживается на платформах Linux | <a href="https://www.openoffice.org/ru/download/index.html">https://www.openoffice.org/ru/download/index.html</a> |
| 4     | Adobe Acrobat                         | Пакет программ  | <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/">https://get.adobe.com/ru/reader/</a>                                   |
| 5     | Adobe Flash Player                    | Это облегченный подключаемый модуль для браузера и среды выполнения расширенных веб-приложений (RIA)  | <a href="https://get.adobe.com/ru/flashplayer/">https://get.adobe.com/ru/flashplayer/</a>                         |
| 6     | LMS Moodle                            | Это современное программное обеспечение   | <a href="https://download.moodle.org/releases/latest/">https://download.moodle.org/releases/latest/</a>           |

## 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 для лекционных занятий               | доска аудиторная, проектор, моноблок  |
| 2     | Практические занятия   | Учебная аудитория для практических занятий             | компьютеры, подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду   |
| 3     | Лабораторные занятия   | Учебная аудитория для лабораторных занятий             | телевизор (4 шт.), компьютер в комплекте с монитором (10 шт.). компьютерный тренажерно-аналитический комплекс энергоблока ПГУ-410МВт (5 шт.)  |
| 4     | Самостоятельная работа | Компьютерный класс с выходом в Интернет                | Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение          |
|       |                        | Читальный зал библиотеки                               | Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, мультимедийный проектор, экран, программное обеспечение                                     |
| 5     | Консультации           | Учебная аудитория                                      | 24 посадочных места (из них 13 - за раб. столами с компьютерной техникой). компьютер в комплекте монитором (12 шт), подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду |

## 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.

## 10. Объем практики по заочной форме обучения.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 216 часов, из которых 29 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 8 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 16 час., групповые и индивидуальные консультации 0 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 179 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 4 час.

| Вид учебной работы  | Всего часов | Курс |
|---|-------------|------|
|   |             | 5    |
| <b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>                                    | 216         | 216  |
| <b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ,</b><br>в том числе: | 29          | 29   |
| Лекционные занятия (Лек)  | 8           | 8    |
| Лабораторные занятия (Лаб)  | 8           | 8    |
| Практические занятия (Пр)   | 8           | 8    |
| Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*         | 4           | 4    |
| Контактные часы во время аттестации (КПА)                               | 1           | 1    |
| <b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):</b>                       | 179         | 179  |

## Лист регистрации изменений

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

В программу вносятся следующие изменения:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

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

Программа одобрена на заседании кафедры –разработчика «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Чичирова Н.Д.

Программа одобрена методическим советом института \_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Зам. директора по УМР \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

*Подпись, дата*

Согласовано:

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

*Подпись, дата*