



КГЭУ

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

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

2 18.03.2025

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Теплоэнергетики  
Чичирова Н.Д.

« 21 » июня 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Эксплуатация парогенераторов атомных электрических станций

|               |   |
|---------------|---|
| Специальность | 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг |
| Специализация | Проектирование и эксплуатация атомных станций                       |
| Квалификация  | Специалист  |

г. Казань, 2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО - специалитет по специальности 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 154)

Программу разработал(и):

ст.преп., \_\_\_\_\_ Бускин Руслан Владимирович

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Тепловые электрические станции, протокол №21-20/21 от 18.06.2021

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

Программа одобрена на заседании методического совета института Теплоэнергетики, протокол № 05/21 от 18.06.2021

Зам. директора института Теплоэнергетики \_\_\_\_\_ /Власов С.М./

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики протокол № 05/21 от 18.06.2021

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Изучение теоретического материала по обеспечению и ведению безопасного режима работы и эксплуатации парогенераторов АЭС, проведению расчётов характеристик парогенераторов АЭС.

Изучение конструктивного устройства парогенераторов АЭС, процессов, протекающих в них для обеспечения их энергетической эффективности и безопасной эксплуатации, правильности ведения персоналом технологического режима и оперативной документации в соответствии с регламентом, производственными инструкциями, графиками, современных информационных технологий и программных средства для осуществления взаимодействия с подразделениями АЭС, обеспечения и ведения безопасного режима работы и эксплуатации АЭС.

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)  |
|--|--|--|
| Профессиональные компетенции (ПК)  |  |  |
| ПК-2 Использует знания по теоретическим основам функционирования технологических схем, систем и оборудования АЭС, конструкциям и характеристикам оборудования АЭС, режимам работы, основным принципам эксплуатации и основам обеспечения безопасности АЭС, с соблюдением нормативных требований к эксплуатации АЭС | ПК-2.1 Способен вести и оценивать правильность ведения персоналом технологического режима и оперативной документации в соответствии с регламентом, производственными инструкциями, графиками, и принимать меры к устранению выявленных нарушений | <i>Знать:</i><br>Технологический режим и оперативную документацию в соответствии с регламентом, производственными инструкциями, графиками<br><i>Уметь:</i><br>Вести и оценивать правильность ведения персоналом технологического режима и оперативной документации<br><i>Владеть:</i><br>Способностью вести и оценивать правильность ведения персоналом технологического режима и оперативной документации в соответствии с регламентом, производственными инструкциями, графиками, и принимать меры к устранению выявленных нарушений |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>ПК-2 Использует знания по теоретическим основам функционирования технологических схем, систем и оборудования АЭС, конструкциям и характеристикам оборудования АЭС, режимам работы, основным принципам эксплуатации и основам обеспечения безопасности АЭС, с соблюдением нормативных требований к эксплуатации АЭС</p> | <p>ПК-2.2 Способен контролировать соблюдение персоналом порядка приема-сдачи смены при эксплуатации оборудования и трубопроводов, основных фондов реакторного отделения АЭС</p>  | <p><i>Знать:</i><br/>Порядок приема-сдачи смены при эксплуатации оборудования и трубопроводов, основных фондов реакторного отделения АЭС</p> <p><i>Уметь:</i><br/>Контролировать соблюдение персоналом порядка приема-сдачи смены при эксплуатации оборудования и трубопроводов, основных фондов реакторного отделения АЭС</p> <p><i>Владеть:</i><br/>Способностью контролировать соблюдение персоналом порядка приема-сдачи смены при эксплуатации оборудования и трубопроводов, основных фондов реакторного отделения АЭС</p>   |
|   | <p>ПК-2.3 Способен применять знания теоретических основ функционирования технологических схем, систем и оборудования АЭС, конструкций и характеристик оборудования АЭС для обеспечения их энергетической эффективности и безопасной эксплуатации</p> | <p><i>Знать:</i><br/>Теоретические основы функционирования технологических схем, систем и оборудования АЭС, конструкций и характеристик оборудования АЭС для обеспечения их энергетической эффективности и безопасной эксплуатации</p> <p><i>Уметь:</i><br/>Применять знания теоретических основ функционирования технологических схем, систем и оборудования АЭС, конструкций и характеристик оборудования АЭС для обеспечения их энергетической эффективности и безопасной эксплуатации</p> <p><i>Владеть:</i><br/>Способностью применять знания теоретических основ функционирования технологических схем, систем и оборудования АЭС, конструкций и характеристик оборудования АЭС для обеспечения их энергетической эффективности и безопасной эксплуатации</p> |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <p>ПК-2 Использует знания по теоретическим основам функционирования технологических схем, систем и оборудования АЭС, конструкциям и характеристикам оборудования АЭС, режимам работы, основным принципам эксплуатации и основам обеспечения безопасности АЭС, с соблюдением нормативных требований к эксплуатации АЭС</p> | <p>ПК-2.4 Способен использовать цифровые технологии, современные программно-технические комплексы и средства для обеспечения и ведения безопасного режима работы и эксплуатации АЭС</p> | <p><i>Знать:</i><br/>Современные информационные технологии и программные средства для обеспечения и ведения безопасного режима работы и эксплуатации АЭС</p> <p><i>Уметь:</i><br/>Использовать современные информационные технологии и программные средства для обеспечения и ведения безопасного режима работы и эксплуатации АЭС</p> <p><i>Владеть:</i><br/>Способностью использовать современные информационные технологии и программные средства для обеспечения и ведения безопасного режима работы и эксплуатации АЭС</p> |
|---|---|---|

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Эксплуатация парогенераторов атомных электрических станций относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

| Код компетенции | Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.  | Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.  |
|-----------------|---|--|
| УК-1            | Учебная практика (ознакомительная)  |  |
| УК-3            |   | Обеспечение надежности атомных электрических станций   |
| ОПК-1           | Механика жидкостей и газов<br>Материаловедение<br>Учебная практика (ознакомительная)              | Паровые турбины атомных электрических станций<br>Атомные электрические станции   |
| ОПК-3           | Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика<br>Учебная практика (ознакомительная) |  |
| ПК-2            |   | <p>Эксплуатация теплообменного оборудования атомных электрических станций</p> <p>Эксплуатация насосного оборудования атомных электрических станций</p> <p>Эксплуатация систем спецводоочистки и водный режим атомных электрических станций</p> <p>Регулирование паровых турбин атомных электрических станций</p> <p>Режимы работы и эксплуатация паротурбинных установок атомных электрических станций</p> |

|      |   |
|------|---|
| ПК-3 | Ремонт и техническое обслуживание оборудования атомных электрических станций                          |
| ПК-1 | Проектирование и эксплуатация систем и вспомогательного оборудования ядерных энергетических установок |

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать основные законы механики жидкостей и газов, структуру и состав различных конструкционных материалов, ЕСКД, правила начертания различных схем и узлов, владеть компьютерной техникой.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 180 часов, из которых 98 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем – занятия лекционного типа 34 час., занятия семинарского типа (практические занятия) 48 час., самостоятельная работа обучающегося 62 час, подготовка к промежуточной аттестации (экзамен) 36 час.

| Вид учебной работы  | Всего часов | Семестр |
|---|-------------|---------|
|   |             | 5       |
| <b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>                                    | 180         | 180     |
| <b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ,</b><br>в том числе: | 82          | 82      |
| Лекционные занятия (Лек)  | 34          | 34      |
| Практические занятия (Пр)   | 48          | 48      |
| <b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС), в том числе:</b>          | 62          | 62      |
| Курсовая работа   |             |         |
| Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)                | 36          | 36      |
| <b>ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b>                                   | КР, Эк      | КР, 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 | Сдача зачета / экзамена |  |   |  |                                |   | Итого |
| <b>Раздел 1. Введение</b>  |         |   |   |                     |                        |   |                                       |                                       |                         |  |   |  |                                |   |       |
| 1. Место парогенератора в тепловой схеме АЭС                             | 5       | 4   |   |                     |                        | 2                                       |                                       |                                       |                         | 6  | ПК-2.3<br>-31,<br>ПК-2.4<br>-31   | Л1.1,<br>Л1.2,<br>Л1.3,<br>Л1.4,<br>Л2.1 | ПВСРС                          |   | 2     |
| <b>Раздел 2. Теплоносители АЭС</b>                                       |         |   |   |                     |                        |   |                                       |                                       |                         |  |   |  |                                |   |       |
| 2. Рабочие тела ПГ атомных электростанций                                | 5       | 2   |   |                     |                        | 2                                       |                                       |                                       |                         | 4  | ПК-2.3<br>-31,<br>ПК-2.1<br>-31   | Л1.1,<br>Л1.2,<br>Л1.3,<br>Л1.4,<br>Л2.1 | ПВСРС                          |   | 2     |
| <b>Раздел 3. Конструктивные и теплотехнические схемы парогенераторов</b> |         |   |   |                     |                        |   |                                       |                                       |                         |  |   |  |                                |   |       |
| 3. Конструкции парогенераторов АЭС                                       | 5       | 4   | 48  |                     |                        | 2                                       |                                       |                                       |                         | 90   | ПК-2.3<br>-31,<br>ПК-2.1<br>-31,<br>ПК-2.1<br>-У1,<br>ПК-2.1<br>-В1,<br>ПК-2.3<br>-У1,<br>ПК-2.3<br>-В1,<br>ПК-2.4<br>-31,<br>ПК-2.4<br>-У1,<br>ПК-2.4<br>-В1 | Л1.1,<br>Л1.2,<br>Л1.3,<br>Л1.4,<br>Л2.1 | ПВСРС                          |   | 36    |

| Раздел 4. Процессы протекающие в парогенераторе АЭС                                   |   |    |    |  |  |    |  |  |  |  |     |  |                              |       |        |     |
|---|---|----|----|--|--|----|--|--|--|--|-----|--|------------------------------|-------|--------|-----|
| 4. Общая характеристика тепло-гидравлических процессов, протекающих в парогенераторах | 5 | 6  |    |  |  | 6  |  |  |  |  | 12  | ПК-2.1-31, ПК-2.3-31                       | Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л2.1 | ПВСРС | 6      |     |
| 5. Сепарация пара   | 5 | 2  |    |  |  | 4  |  |  |  |  | 6   | ПК-2.1-31, ПК-2.3-31                       |                              | ПВСРС | 4      |     |
| 6. Водный режим парогенераторов АЭС   | 5 | 2  |    |  |  | 2  |  |  |  |  | 4   | ПК-2.1-31, ПК-2.3-31                       |                              | ПВСРС | 2      |     |
| Раздел 5. Вопросы эксплуатации парогенераторов АЭС                                    |   |    |    |  |  |    |  |  |  |  |     |  |                              |       |        |     |
| 7. Эксплуатация ПГ АЭС  | 5 | 14 |    |  |  | 8  |  |  |  |  | 22  | ПК-2.1-31, ПК-2.2-31, ПК-2.4-31, ПК-2.3-31 | Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л1.4, Л2.1 | ПВСРС | 8      |     |
| Промежуточная аттестация (Экзамен)  |   |    |    |  |  |    |  |  |  |  |     |  |                              |       |        |     |
| Промежуточная аттестация  |   |    |    |  |  |    |  |  |  |  | 36  |  |                              |       | Эк     | 40  |
| Курсовая работа   |   |    |    |  |  | 36 |  |  |  |  |     |  |                              |       | КР     | 100 |
| <b>ИТОГО</b>  |   | 34 | 48 |  |  | 62 |  |  |  |  | 180 |  |                              |       | Эк, КР | 200 |

### 3.3. Тематический план лекционных занятий

| Номер раздела дисциплины | Темы лекционных занятий   | Трудоемкость, час. |
|--------------------------|---|--------------------|
| 1                        | Схемы производства пара на АЭС. Общие понятия о парогенераторной установке. Требования к парогенераторам АЭС.   | 4                  |
| 2                        | Сравнительные характеристики, достоинства и недостатки основных видов теплоносителей и рабочих тел (воды, жидких металлов, газов). Перспективные виды теплоносителей.   | 2                  |
| 3                        | Парогенераторы, обогреваемые водой под давлением: параметры ПГ, основные принципы выбора конструктивной схемы. Парогенераторы, обогреваемые жидкометаллическими теплоносителями (ЖМТ): параметры ПГ, особенности конструктивных схем. Парогенераторы, обогреваемые газовыми теплоносителями: параметры, конструктивные схемы. | 4                  |
| 4                        | Процессы теплообмена и гидродинамики, физико-химические процессы. Влияние этих процессов на надежность и экономичность работы основных агрегатов АЭС.   | 2                  |
| 5                        | Температурный режим теплопередающих поверхностей парогенераторов АЭС.   | 2                  |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 6     | Естественная циркуляция рабочего тела.   | 2  |
| 7     | Требования, предъявляемые к качеству пара в ядерных энергетических установках. Причины загрязнения пара: переход примесей из воды в пар, механический унос примесей и унос за счёт растворимости веществ в паре. Методы получения чистого пара.  | 2  |
| 8     | Коррозия и водный режим парогенераторов АЭС. Требования, предъявляемые к парогенераторной и питательной воде. Состав парогенераторной воды: отложения примесей воды, летучие и нелетучие соединения. Факторы влияющие на скорость коррозионных процессов: состояние поверхности, состав воды, температура и скорость движения среды.     | 2  |
| 9     | Особенности эксплуатации парогенераторов, обогреваемых водой под давлением. Пуск и останов парогенераторов. Работа парогенераторов при базовых и переменных нагрузках. Нарушения в работе ПГ АЭС. Основные мероприятия по устранению неисправностей парогенераторов: отмывка поверхностей нагрева от отложений, диагностика и ремонт ПГ. | 14 |
| Всего |  | 34 |

### 3.4. Тематический план практических занятий

| Номер раздела дисциплины | Темы практических занятий  | Трудоемкость, час. |
|--------------------------|--|--------------------|
| 3                        | Расчёт парогенераторов АЭС и технико-экономическое обоснование конструкции парогенераторов | 48                 |
| Всего                    |  | 48                 |

### 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                        | конспект        | Проблемы развития мировой атомной энергетики. Существующее состояние и перспективы развития атомных электростанций в России              | 2                  |
| 2                        | конспект        | Перспективные виды теплоносителей  | 2                  |
| 3                        | конспект        | Сравнительные достоинства и недостатки ПГ, обогреваемых различными теплоносителями   | 2                  |
| 3                        | Курсовая работа | Расчет парогенератора ядерной энергетической установки   | 36                 |
| 4                        | конспект        | Кризис теплообмена при кипении. Типы кризисов (1-го и 2-го рода) и методы оценки условий их возникновения                                | 2                  |
| 4                        | конспект        | Последовательность расчёта КЕЦ. Критерии надёжности естественной циркуляции. Основные нарушения в работе контура естественной циркуляции | 2                  |
| 4                        | конспект        | Условия и мероприятия, обеспечивающие устойчивую работу парогенерирующей трубы.  | 2                  |

|       |          |   |    |
|-------|----------|---|----|
| 5     | конспект | Факторы, влияющие на влажность пара. Особенности конструкции и расчёт жалюзийных и центробежных сепараторов                       | 4  |
| 6     | конспект | Водный режим парогенераторов.   | 2  |
| 7     | конспект | Эксплуатация парогенераторов, обогреваемых ЖМТ. Системы контроля, регулирования параметров и аварийной защиты парогенераторов ЖМТ | 4  |
| 7     | конспект | Режимы эксплуатации ПГ с натриевым теплоносителем   | 2  |
| 7     | конспект | Анализ надёжности парогенераторов АЭС   | 2  |
| Всего |          |   | 62 |

#### 4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Эксплуатация парогенераторов атомных электрических станций» по образовательным программам подготовки специалистов 14.05.02 «Проектирование и эксплуатация атомных станций» используются традиционные образовательные технологии (лекции-визуализация в сочетании с практическими занятиями, самостоятельное изучение определённых разделов) и современные образовательные технологии, направленные на обеспечение развития у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств: обучение на основе опыта, индивидуальное обучение, опережающая самостоятельная работа, преподавание дисциплины на основе результатов научных исследований с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей.

#### 5. Оценивание результатов обучения

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

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

| Планируемые результаты обучения | Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения           |   |   |   |
|---------------------------------|---|---|---|---|
|                                 | неудовлетворительно   | удовлетворительно   | хорошо  | отлично   |
|                                 | не зачтено  | зачтено   |   |   |
| Полнота знаний                  | Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки | Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок |

|   |   |  |  |  |
|---|---|--|--|--|
| Наличие умений  | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки  | Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме   | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами                                      | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме  |
| Наличие навыков (владение опытом)   | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки   | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами  | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами  | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов   |
| Характеристика сформированности компетенции (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          |

|       |  |   |   |   |   |
|-------|--|---|---|---|---|
| Знать |  |   |   |   |   |
|       | Технологический режим оперативную документацию соответствии регламентом, производственными инструкциями, графиками | и | Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач. | и | Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.   |
|       |  | и | Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач. | и | 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. |
|       |  |   |   |   | Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков в недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.  |

|         |  |   |   |   |   |
|---------|--|---|---|---|---|
| Уметь   |  |   |   |   |   |
|         | Вести и оценивать правильность ведения персоналом технологического режима оперативной документации | и | Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач. | и | Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.   |
|         |  | и | Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач. | и | 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. |
|         |  |   |   |   | Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков в недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.  |
| Владеть |  |   |   |   |   |

|  |     |   |   |   |   |  |
|--|-----|---|---|---|---|--|
|  |     | Способностью вести и оценивать правильность ведения персоналом технологического режима и оперативной документации соответствии регламентом, производственными инструкциями, графиками, принимать меры к устранению выявленных нарушений | Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач. | Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных 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. | Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков в недостаточной мере для решения практических (профессиональных) задач. |
|  | ПК- | Знать   |   |   |   |  |

|  |     |   |   |   |   |  |
|--|-----|---|---|---|---|--|
|  | 2.2 | Порядок приема-сдачи смены при эксплуатации оборудования и трубопроводов, основных фондов реакторного отделения АЭС | Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач. | Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных 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. | Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков в недостаточной мере для решения практических (профессиональных) задач. |
|  |     | Уметь   |   |   |   |  |

|  |  |  |   |   |   |  |
|--|--|--|---|---|---|--|
|  |  | Контролировать соблюдение персоналом порядка приема-сдачи смены при эксплуатации оборудования и трубопроводов, основных фондов реакторного отделения АЭС | Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач. | Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных 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. | Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков в недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. |
|  |  | Владеть  |   |   |   |  |

|  |        |   |   |   |   |  |
|--|--------|---|---|---|---|--|
|  |        | Способностью контролировать соблюдение персоналом порядка приема-сдачи смены при эксплуатации оборудования и трубопроводов, основных фондов реакторного отделения АЭС | Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач. | Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных 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. | Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков в недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. |
|  | ПК-2.3 | Знать   |   |   |   |  |

|       |  |   |   |   |   |  |
|-------|--|---|---|---|---|--|
|       |  | Теоретические основы функционирования технологических схем, систем и оборудования АЭС, конструкций и характеристик оборудования АЭС для обеспечения их энергетической эффективности и безопасной эксплуатации | Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач. | Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных 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. | Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков в недостаточной мере для решения практических (профессиональных) задач. |
| Уметь |  |   |   |   |   |  |

|         |  |   |   |   |   |   |
|---------|--|---|---|---|---|---|
|         |  | Применять знания теоретических основ функционирования технологических схем, систем и оборудования АЭС, конструкций и характеристик оборудования АЭС для обеспечения их энергетической эффективности и безопасной эксплуатации | Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач. | Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных 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 соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач. |
| Владеть |  |   |   |   |   |   |

|  |     |   |   |   |   |   |
|--|-----|---|---|---|---|---|
|  |     | Способность применять знания теоретических основ функционирования технологических схем, систем и оборудования АЭС, конструкций и характеристик оборудования АЭС для обеспечения их энергетической эффективности и безопасной эксплуатации | Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач. | Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных 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 соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач. |
|  | ПК- | Знать   |   |   |   |   |

|  |     |   |   |   |   |   |
|--|-----|---|---|---|---|---|
|  |     | Современные информационные технологии и программные средства для обеспечения безопасного режима работы и эксплуатации АЭС | 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 полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных 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 соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач. |
|  | 2.4 |   |   |   |   |   |
|  |     | Уметь   |   |   |   |   |

|  |  |  |   |   |   |   |
|--|--|--|---|---|---|---|
|  |  | Использовать современные информационные технологии и программные средства для обеспечения ведения безопасного режима работы и эксплуатации АЭС | 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 полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных 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 соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач. |
|  |  | Владеть  |   |   |   |   |

|  |  |   |   |   |   |   |
|--|--|---|---|---|---|---|
|  |  | Способностью использовать современные информационные технологии и программные средства для обеспечения ведения безопасного режима работы и эксплуатации АЭС | 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 полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных 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 соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач. |
|--|--|---|---|---|---|---|

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, | Место издания, издательство | Год издания | Адрес электронного ресурса  | Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ |
|-------|--|--|--|-----------------------------|-------------|---|--------------------------------------|
| 1     | Степанов В. Ф.                         | Парогенераторы АЭС. Часть 1                              | Учеб. пособие                          | ИГЭУ имени В.И. Ленина      | 2020        | <a href="https://reader.lanbook.com/book/296267#6">https://reader.lanbook.com/book/296267#6</a>                                   |                                      |
| 2     | Зорин В. М.                            | Атомные электростанции. Основной технологический процесс | учебное пособие для вузов              | М.: Издательский дом МЭИ    | 2008        |   | 25                                   |
| 3     | Стерман Л. С., Лавыгин В. М., Тишин С. | Тепловые и атомные электрические станции                 | учебник для вузов                      | М.: Издательский дом МЭИ    | 2020        | <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014196.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014196.html</a> |                                      |
| 4     | Зорин В. М.                            | Атомные электростанции. Вводный курс                     | учебное пособие                        | М.: Издательский дом МЭИ    | 2019        | <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013403.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013403.html</a>   | 1                                    |

### Дополнительная литература

| № п/п | Автор(ы)       | Наименование   | Вид издания (учебник, учебное пособие, | Место издания, издательство | Год издания | Адрес электронного ресурса  | Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ |
|-------|----------------|--|--|-----------------------------|-------------|---|--------------------------------------|
| 5     | Рассохин Н. Г. | Парогенераторные установки атомных электростанций    | учебник для вузов                      | М.: Энергоатомиздат         | 1987        |   | 5                                    |
| 6     | Тевлин С. А.   | Атомные электрические станции с реакторами ВВЭР-1000 | учебное пособие для вузов              | М.: Издательский дом МЭИ    | 2020        | <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014134.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014134.html</a> | 5                                    |

## 6.2. Информационное обеспечение

### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

| № п/п | Наименование электронных и интернет-ресурсов | Ссылка  |
|-------|--|---|
| 1     | Электронно-библиотечная система «Лань»       | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> |

|   |   |  |
|---|---|--|
| 2 | Электронно-библиотечная система «ibooks.ru» | <a href="https://ibooks.ru/">https:// ibooks.ru/</a> |
|---|---|--|

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

| № п/п | Наименование профессиональных баз данных  | Адрес   | Режим доступа  |
|-------|---|---|----------------|
| 1     | Российская национальная                   | <a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>               | По регистрации |
| 2     | Техническая библиотека                    | <a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a> | По регистрации |
| 3     | Национальная электронная библиотека (НЭБ) | <a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>       | По регистрации |

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

| № п/п | Наименование информационно-справочных систем | Адрес   | Режим доступа  |
|-------|--|---|----------------|
| 1     | «КонсультантПлюс»                            | <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>         | По регистрации |
| 2     | ЭБС «Консультант студента»                   | <a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a> | По регистрации |

### 6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

| № п/п | Наименование программного обеспечения                          | Способ распространения (лицензионное/свободно)                              | Реквизиты подтверждающих документов                                       |
|-------|--|---|---|
| 1     | Office Professional Plus 2007 Windows32 Russian DiskKit MVL CD | Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы | ЗАО "СофтЛайнТрейд" №225/10 от 28.01.2010<br>Неискл. право.<br>Бессрочно  |
| 2     | Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+           | Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы | ЗАО "СофтЛайнТрейд" №21/2010 от 04.05.2010<br>Неискл. право.<br>Бессрочно |
| 3     | Браузер Яндекс   | Система поиска информации в сети интернет                                   | Свободная лицензия<br>Неискл. право.<br>Бессрочно                         |
| 4     | LMS Moodle   | ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента          | Свободная лицензия<br>Неискл. право.<br>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     | Лк                 | Учебная аудитория для проведения лекционных, практических занятий, промежуточной аттестации | доска аудиторная, проектор, моноблок (13 шт.), камера IP, микрофон |

|  |     |   |  |
|--|-----|---|--|
|  | Пр  | Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, промежуточной аттестации | компьютер в комплекте монитором (12 шт.)   |
|  | СРС | Читальный зал   | Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС |

## **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 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.

## **9. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения

к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- формирование эстетической картины мира;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

*Физическое воспитание:*

- формирование ответственного отношения к своему здоровью, потребности в здоровом образе жизни;

- формирование культуры безопасности жизнедеятельности;

- формирование системы мотивации к активному и здоровому образу жизни, занятиям спортом, культуры здорового питания и трезвости.

*Профессионально-трудовое воспитание:*

- формирование добросовестного, ответственного и творческого отношения к разным видам трудовой деятельности;

- формирование навыков высокой работоспособности и самоорганизации, умение действовать самостоятельно, мобилизовать необходимые ресурсы, правильно оценивая смысл и последствия своих действий;

*Экологическое воспитание:*

- формирование экологической культуры, бережного отношения к родной земле, экологической картины мира, развитие стремления беречь и охранять природу.

## Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

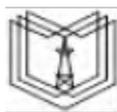
| № п/п | № раздела внесения изменений | Дата внесения изменений | Содержание изменений                                    | «Согласовано»<br>Зав. каф.<br>реализующей<br>дисциплину | «Согласовано»<br>председатель УМК<br>института<br>(факультета), в состав<br>которого входит<br>выпускающая |
|-------|------------------------------|-------------------------|---|---|--|
| 1     | 2                            | 3                       | 4   | 5   | 6  |
| 1     | 3.1                          | 16.04.2024              | Структуру дисциплины читать в новой редакции (см. ниже) | Н.Д.<br>Чичирова  | С.О. Гапоненко   |
| 2     |                              |                         |   |   |  |
| 3     |                              |                         |   |   |  |

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

| Вид учебной работы                    | Всего<br>ЗЕ | Всего<br>часов | Семестр(ы) |
|---------------------------------------|-------------|----------------|------------|
|                                       |             |                | 5          |
| ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ         | 5           | 180            | 180        |
| КОНТАКТНАЯ РАБОТА*                    |             | 112            | 112        |
| АУДИТОРНАЯ РАБОТА                     |             | 82             | 82         |
| Лекции                                |             | 34             | 34         |
| Практические (семинарские) занятия    |             | 48             | 48         |
| Лабораторные работы                   |             |                |            |
| САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ   |             | 62             | 62         |
| Проработка учебного материала         |             | 26             | 26         |
| Курсовой проект                       |             |                |            |
| Курсовая работа                       |             |                | 36         |
| Подготовка к промежуточной аттестации |             |                | 36         |
| Промежуточная аттестация:             |             |                | Э          |
|                                       |             |                | КР         |

*Приложение к рабочей программе  
дисциплины*



КГЭУ

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

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

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

Эксплуатация парогенераторов атомных электрических станций

|               |   |
|---------------|---|
| Специальность | 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг |
| Специализация | Проектирование и эксплуатация атомных станций                       |
| Квалификация  | Специалист  |

г. Казань, 2021

Оценочные материалы по дисциплине «Эксплуатация парогенераторов атомных электрических станций» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ПК-2 Использует знания по теоретическим основам функционирования технологических схем, систем и оборудования АЭС, конструкциям и характеристикам оборудования АЭС, режимам работы, основным принципам эксплуатации и основам обеспечения безопасности АЭС, с соблюдением нормативных требований к эксплуатации АЭС

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

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: проверка выполнения срс.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 5 семестр. Форма промежуточной аттестации экзамен.

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

## 1. Технологическая карта

### Семестр 5

| Номер раздела/<br>темы дис-<br>циплины | Вид СРС                   | Наимено-<br>вание оценочного<br>средства | Код<br>индикатора<br>достижения<br>компетенций          | Уровень освоения дисциплины, баллы |                  |         |         |
|--|---------------------------|--|---|------------------------------------|------------------|---------|---------|
|  |                           |  |   | неудов-но                          | удов-но          | хорошо  | отлично |
|  |                           |  |   | не зачтено                         | зачтено          |         |         |
|  |                           |  |   | низкий                             | ниже<br>среднего | средний | высокий |
| Текущий контроль успеваемости          |                           |  |   |                                    |                  |         |         |
| 1-7                                    | Теоретическое<br>изучение | Проверка<br>выполнения СРС               | ПК-2.1 -31,<br>ПК-2.2 -31,<br>ПК-2.4 -31,<br>ПК-2.3 -31 | менее 27                           | 27-34            | 35-42   | 42-50   |

|       |  |  |   |          |       |       |        |
|-------|--|--|---|----------|-------|-------|--------|
| 8     | Подготовка к экзамену теоретическому курсу | Экзамен  | ПК-2.1 -31,<br>ПК-2.2 -31,<br>ПК-2.3-31,<br>ПК-2.4 -31,<br>ПК-2.1 -У1,<br>ПК-2.2 -У1,<br>ПК-2.3 -У1,<br>ПК-2.4 -У1,<br>ПК-2.1 -В1,<br>ПК-2.2-В1,<br>ПК-2.3 -В1,<br>ПК-2.4 -В1 | менее 27 | 28-35 | 35-42 | 43-50  |
| Итого |  |  |   | 0 - 54   | 55-69 | 70-84 | 85-100 |
| КР    | Курсовая работа                            | Расчетно-пояснительная записка и один чертеж А3; защита КР | ПК-2.1 -31,<br>ПК-2.2 -31,<br>ПК-2.3-31,<br>ПК-2.4 -31,<br>ПК-2.1 -У1,<br>ПК-2.2 -У1,<br>ПК-2.3 -У1,<br>ПК-2.4 -У1  | 0 - 54   | 55-69 | 70-84 | 85-100 |
| Итого |  |  |   | 0 - 54   | 55-69 | 70-84 | 85-100 |

## 2. Перечень оценочных средств

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

| Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства  | Оценочные материалы                                     |
|----------------------------------|---|---|
| Проверка выполнения СРС (ПВСРС)  | Осуществляется проверка конспекта темы выданной на изучение в качестве СРС.   | конспекты   |
| Экзамен (Эк)                     | Экзамен проводится по теоретическому материалу пятого семестра.   | Экзаменационные билеты                                  |
| Курсовая работа                  | В пятом семестре студенты выполняют «Расчет парогенератора ядерной энергетической установки». Началом курсовой работы служат исходные данные, выданные в задании. В течение семестра проводится проверка этапов расчета. В конце семестра студенты защищают выполненную курсовую работу, отвечая на вопросы преподавателя по методике расчета и выполненным чертежам. | Расчетно-пояснительная записка и один чертеж; защита КР |

## 3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Наименование оценочного средства | Проверка выполнения СРС.<br>Расчетная записка и чертеж. |
|----------------------------------|---|

|   |   |
|---|---|
| Представление и содержание оценочных материалов | <p>Темы для самостоятельного теоретического изучения:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Проблемы развития мировой атомной энергетики.</li><li>2. Существующее состояние и перспективы развития атомных электростанций в России.</li><li>3. Перспективные виды теплоносителей.</li><li>4. Сравнительные достоинства и недостатки ПГ, обогреваемых различными теплоносителями.</li><li>5. Основные закономерности гидродинамики и методы расчёта гидравлического сопротивления при движении однофазного потока.</li><li>6. Особенности гидравлики потока жидкого металла.</li><li>7. Гидродинамика двухфазных потоков: режимы течения, расходные и истинные характеристики двухфазной среды.</li></ol> |
|---|---|

8. Методы расчёта гидравлического сопротивления при движении двухфазной среды.
9. Кризис теплообмена при кипении. Типы кризисов (1-го и 2-го рода) и методы оценки условий их возникновения.
10. Последовательность расчёта КЕЦ. Критерии надёжности естественной циркуляции. Основные нарушения в работе контура естественной циркуляции.
11. Гидравлическая и тепловая неравномерность параллельно включенных труб.
12. Понятие о тепловой разверке.
13. Гидродинамические характеристики (ГДХ) труб при принудительной циркуляции. Неоднозначность ГДХ.
14. Стабильность и нестабильность парогенерирующей трубы.
15. Факторы, влияющие на устойчивость гидродинамической характеристики.
16. Условия и мероприятия, обеспечивающие устойчивую работу парогенерирующей трубы.
17. Пульсационные режимы работы парогенерирующих труб.
18. Механизм пульсационных колебаний и факторы, влияющие на их интенсивность. Способы снижения пульсационной неустойчивости.
19. Факторы, влияющие на влажность пара.
20. Сепарация пара: в свободном объёме, во внутрибарабанных сепарационных устройствах.
21. Особенности конструкции и расчёт жалюзийных и центробежных сепараторов.
22. Водный режим парогенераторов с естественной и многократной принудительной циркуляцией.
23. Особенности водного режима прямоточных ПГ.
24. Эксплуатация парогенераторов, обогреваемых ЖМТ.
25. Общие сведения о взаимодействии натрия с водой (большие и малые течи).
26. Системы контроля, регулирования параметров и аварийной защиты парогенераторов ЖМТ.
27. Режимы эксплуатации РГ с натриевым теплоносителем.
28. Анализ надёжности парогенераторов АЭС.

#### ЗАДАНИЕ

для выполнения курсовой работы

по дисциплине «Эксплуатация парогенераторов атомных электрических станций»

1. Провести тепловой, конструктивный и гидродинамический расчёт парогенератора ядерной энергетической установки по исходным данным.
2. Оформить расчет в виде расчетно-пояснительной записки.
3. Выполнить чертеж парогенератора в двух проекциях (формат листа А3).

#### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА

| Параметр     | Значение |
|--------------|----------|
| $P_1$ , бар  | 160      |
| $t_1'$ , °С  | 322      |
| $t_1''$ , °С | 289      |
| $P_2$ , бар  | 63       |
| $t_2''$ , °С | 278,8    |
| $D$ , кг/с   | 420      |
| $t_2'$ , °С  | 228,5    |

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах

Тема в конспекте раскрыта в полном объёме, имеется графический материал – 2 балла.  
Тема в конспекте раскрыта в полном объёме, рисунков (графиков) и таблиц не имеется – 1,5 балла.  
Тема в конспекте не раскрыта в полном объёме – 1 балл.  
Конспект отсутствует, или не соответствует теме – менее 0,5 баллов.

Курсовая работа в 5-м семестре:  
 пояснительная записка и чертеж предоставлены – 45-60 баллов;  
 пояснительная записка предоставлена, чертеж отсутствует – 35-44 балла;  
 Расчет выполнен, но пояснительная записка не предоставлена, чертеж отсутствует –  
 менее 35 баллов.

#### 4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

| Наименование оценочного средства                | Экзамен   |
|---|---|
| Представление и содержание оценочных материалов | <p>КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>           Институт теплоэнергетики Кафедра АТЭС<br/>           Дисциплина «Эксплуатация парогенераторов атомных электрических станций»</p> <p>Билет № 1</p> <p>1. Дайте определение понятию атомная станция в соответствии с НП-001–2015.<br/>           2. Опишите, как организована циркуляция натрия в I контуре РУ БН-600.<br/>           3. Задача.</p> <p>Утверждаю:<br/>           Зав.кафедрой АТЭС Н.Д.Чичирова « ____ » _____ 202 г.</p> <p>КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>           Институт теплоэнергетики Кафедра АТЭС<br/>           Дисциплина «Эксплуатация парогенераторов атомных электрических станций»</p> <p>Билет № 2</p> <p>1. Опишите конструкцию парогенератора АЭС Феникс.<br/>           2. Назовите источники поступления примесей в питательную воду.<br/>           3. Задача.</p> <p>Утверждаю:<br/>           Зав.кафедрой АТЭС Н.Д.Чичирова « ____ » _____ 202 г.</p> <p>КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ<br/>           Институт теплоэнергетики Кафедра АТЭС<br/>           Дисциплина «Эксплуатация парогенераторов атомных электрических станций»</p> <p>Билет № 3</p> <p>1. Перечислите основные виды гидродинамической неустойчивости.<br/>           2. Какие дефекты характерны для арматуры обвязки ПГН-200М по III контуру?<br/>           3. Задача.</p> <p>Утверждаю:<br/>           Зав.кафедрой АТЭС Н.Д.Чичирова « ____ » _____ 202 г.</p> |
|   | <p>Примерный перечень вопросов</p> <p>1. Дайте определение понятию атомная станция в соответствии с НП-001–2015.<br/>           2. Какие типы атомных станций различают в зависимости от вида производимой энергии?<br/>           3. Какую схему АЭС называют одноконтурной?<br/>           4. Как осуществляется очистка натриевого теплоносителя II контура от примесей?<br/>           5. Опишите, как организована циркуляция натрия в I контуре РУ БН-600.<br/>           6. Какое оборудование входит в состав петли II контура АЭС с БН-800?<br/>           7. По какой схеме осуществляется циркуляция среды по стороне III контура АЭС с БН-600?<br/>           8. Что включает в себя система регенеративного подогрева питательной воды АЭС с БН-600?</p>   |

9. Какие недостатки имеет вода как теплоноситель?
10. Какие преимущества имеет натрий как теплоноситель?
11. Объясните, как определяется максимальное давление в I контуре реакторов с водой под давлением.
12. Нарисуйте  $t, Q$  диаграмму ПГ, обогреваемого натриевым теплоносителем и вырабатывающего перегретый пар и пар промежуточного перегрева.
13. Какими способами может быть осуществлен ввод поверхности теплопередачи в корпус ПГ?
14. Какую конструкцию ПГ называют интегральной?
15. В каком диапазоне лежит оптимум по давлению перегретого пара на АЭС с РБН?
16. Опишите конструкцию парогенератора АЭС Феникс.
17. Опишите первоначальную конструкцию секции испарителя ПГ БН-350.
18. Какие типы ПГ прошли испытания на БОР-60 за весь период его эксплуатации?
19. Каковы преимущества обратного натриевого ПГ?
20. Опишите включение ПГН-200М по III контуру.
21. Каково назначение бака буферного натриевого (ББН), входящего в состав ПГН-200М?
22. Опишите конструкцию модуля испарителя ПГН-200М.
23. Каково отличие модуля промпароперегревателя от модуля основного пароперегревателя ПГН-200М?
24. Каковы основные требования к конструкции ПГ РУ БН-1200?
25. С помощью каких систем осуществляется обнаружение течей на парогенераторах энергоблока БН-600?
26. Какие основные физико-химические процессы протекают в ПГ?
27. Назовите источники поступления примесей в питательную воду?
28. Каковы особенности механизма передачи тепла жидкими металлами и неметаллическими теплоносителями?
29. Для каких скоростей и паросодержания потока характерен дисперсный режим?
30. При каких паросодержаниях обычно происходит ухудшение теплоотдачи в условиях, характеризующихся для ПГ с жидкометаллическим обогревом?
31. Дайте определение гидравлического сопротивления и сопротивления ускорения потока.
32. По какой формуле рассчитывается эквивалентный гидравлический диаметр?
33. Что называют приведенными скоростями пара и воды при течении двухфазного потока?
34. Что такое скорость циркуляции?
35. Что называют истинным паросодержанием смеси  $j$ ?
36. Что называют объемным расходным паросодержанием смеси  $b$ ?
37. Какими расчетными закономерностями можно пользоваться при расчете теплоотдачи для тонкостенных трубок  $d$ ?
38. В каких пределах следует выбирать диаметры, если среда движется внутри трубок за счет напора, создаваемого насосом?
39. От чего зависит теплопроводность стенки  $\lambda_{ст}$ ?
40. Что называется тепловой разверкой?
41. Что называют тепловой гидравлической неравномерностью?
42. Назовите наиболее целесообразный способ предотвращения тепловой разверки.
43. Перечислите основные виды гидродинамической неустойчивости.
44. Какие методы существуют для борьбы с гидродинамической неустойчивостью?
45. Перечислите режимы пуска ПГ и энергоблока.
46. Чем обусловлена необходимость разогрева металлоконструкции ПГ с определенной скоростью перед заполнением?

|   |   |
|---|---|
|   | <p>47. Чем достигается доведение качества питательной воды до необходимого уровня при пуске?</p> <p>48. В чем заключается режим быстрого перевода испарителей ПГ в паровой режим?</p> <p>49. Поэтому не допускается подача пара в основные перегреватели с перегревом менее <math>t_s + 20</math> °С?</p> <p>50. Каковы задачи этапа подъема мощности реактора от 18 до 60 % <math>N_{ном}</math>?</p> <p>51. Какие общие требования должны соблюдаться в процессе планового останова энергоблока?</p> <p>52. Что необходимо для организации режима ЕЦ во II контуре в течение длительного времени?</p> <p>53. По каким причинам может происходить снижение надежности и экономичности оборудования пароводяного контура АЭС при неоптимальной организации водного режима ПГ?</p> <p>54. Перечислите основные физико-химические характеристики парогенераторной воды.</p> <p>55. Перечислите системы, которые обеспечивают поддержание ВХР на энергоблоке.</p> <p>56. Что понимается под малыми течами ПГ?</p> <p>57. На какие группы можно условно разделить все отказы парогенераторной установки ПГН-200М?</p> <p>58. Какие дефекты характерны для арматуры обвязки ПГН-200М по III контуру?</p> <p>59. Сколько случаев межконтурной течи было в модулях парогенераторов ПГН-200М за весь период эксплуатации?</p> <p>60. Какие технологические решения, направленные на повышение надежности ПГ, были приняты в 1989 г. на основании исследований модулей испарителей?</p> <p>61. В чем заключались основные работы по модернизации, проведенные на модулях ОП и ПП ПГН-200М в 1981–1982 гг.?</p> <p>62. Перечислите основные проведенные работы по модернизации клиньев задвижек <math>D_u = 300</math>.</p> |
| Критерии оценки и шкала оценивания в баллах | <p>По результатам ответов на промежуточной аттестации выставляется максимально 40 баллов: при полном ответе на вопрос базового уровня – 20 баллов, базового и продвинутого – 30 баллов; базового, продвинутого и высокого – 40 баллов.</p> <p>В случае спорной оценки задаются дополнительные вопросы из общего списка (вне зависимости от уровня освоения) по усмотрению преподавателя.</p>  |
| Наименование оценочного средства            | Курсовая работа   |
| Критерии оценки и шкала оценивания в баллах | <p>Защита производится перед специальной комиссией, утверждаемой заведующим кафедрой, состоящей обычно из 2 - 3 преподавателей кафедры, при непосредственном участии руководителя, в присутствии обучающихся.</p> <p>По результатам ответов на защите выставляется максимально 40 баллов: при полном ответе на вопрос по расчету и графической части – 40 баллов, при полном ответе на вопрос по расчету, но отсутствия ответов по графической части – 30 баллов; при полном ответе на вопрос по графической части, но отсутствия ответов по расчету – 20 баллов.</p>   |