



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»

И.о. директора института Теплоэнергетики  
\_\_\_\_\_ Гапоненко С.О.

«11» октября 2022 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Аддитивные технологии на АЭС

Направление: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Профиль: Цифровой инжиниринг в атомной энергетике

Квалификация: Магистр

г. Казань, 2022

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика (приказ Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 214)

Программу разработал(и):

доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_ Власова А.Ю.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Тепловые электрические станции, протокол №\_3-22/23\_ от \_28.09.2022 г.

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

Программа одобрена на заседании методического совета института Теплоэнергетики, протокол №\_2\_ от \_11.10.2022 г.

Председатель МС \_\_\_\_\_ /Гапоненко С.О./

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики, протокол №\_2\_ от \_11.10.2022 г.

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

Целью освоения дисциплины Б1.В.09 «Аддитивные технологии на АЭС» является формирование компетенций в области разработки, проектировании и изготовления изделий с применением аддитивных технологий на предприятиях атомной энергетике..

Задачами дисциплины являются:

- сформировать представление об аддитивных технологиях, применяемых в процессе производства тепловой и электрической энергии с использованием ядерного топлива;
- сформировать информационное представление о ядерной энергетике и оборудовании для выращивания изделий из различных расходных материалов;
- усвоить алгоритм изготовления изделий с применением 3D принтера для атомной энергетике ;
- сформировать навыки и умения в представлении результатов проводимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также навыка проведения контроля качества готового изделия.

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) |  |   |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>ПК-1 Владеет методами моделирования процессов и элементов в технических системах АЭС</p>   | <p>ПК-1.1 Владеет современными информационными цифровыми технологиями, применяемыми в процессе производства тепловой и электрической энергии с использованием ядерного топлива</p>                                       | <p><i>Знать:</i><br/>Основную аппаратную базу аддитивных технологий, инструкции, принцип действия и особенности эксплуатации</p> <p><i>Уметь:</i><br/>Разрабатывать цифровую модель для печати на 3D принтере на основе анализа научно-технической информации.</p> <p><i>Владеть:</i><br/>навыками разработки плана процесса изготовления изделия методами аддитивной технологии</p>  |
| <p>ПК-3 Вырабатывает направления прикладных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по совершенствованию ядерно-энергетических технологий и руководит деятельностью подчиненного персонала по их выполнению</p> | <p>ПК-3.1 Выполняет руководство и управление деятельностью персонала и обеспечивает безопасное проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p>  | <p><i>Знать</i><br/>Основные методы, средства, порядок оформления отчетной документации по прецизионным измерениям сложных деталей для осуществления опытно-конструкторских работ</p> <p><i>Уметь</i><br/>Проводить сравнительный анализ свойств и характеристик материалов для обеспечения безопасного проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p> <p><i>Владеть</i><br/>Навыками надзора и проведения безопасного процесса изготовления и сдачи детали в эксплуатацию</p>  |
|   | <p>ПК-3.2 Обобщает результаты проводимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью выработки предложений по разработке новых и усовершенствованию действующих ядерно-энергетических технологий</p> | <p><i>Знать</i><br/>Организацию производства, а также физические и химические процессы, протекающие при изготовлении изделий и проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.</p> <p><i>Уметь</i><br/>Проводить подбор конструкционных материалов для изготовления деталей с новыми либо улучшенными свойствами на основе патентных исследований.</p> <p><i>Владеть</i><br/>Навыками внедрения результатов научно-технических исследований изготовления изделий с применением аддитивных технологий с учетом экономической и ресурсоэффективной составляющей</p> |

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Аддитивные технологии на АЭС относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика., изучается на 1 курсе во 2-ом семестре.

| Код компетенции | Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.      | Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.        |
|-----------------|---|--|
| УК-1            | Состояние и перспективы развития атомной энергетики         | Производственная практика: научно-исследовательская работа |
| УК-2            |   | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной           |
| УК-3            |   | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной           |
| УК-4            |   | Производственная практика: научно-исследовательская работа |
| УК-5            |   | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной           |
| УК-6            |   | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной           |
| ПК-1            | Состояние и перспективы развития атомной энергетики         | Цифровой дизайн и комплексные информационные модели АЭС    |
| ПК-2            |   | Производственная практика: научно-исследовательская работа |
| ПК-3            |   | Производственная практика: научно-исследовательская работа |
| ОПК-1           | Теория и практика научных исследований в ядерной энергетике | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной           |
| ОПК-2           | Теория и практика научных исследований в ядерной энергетике | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной           |
| ОПК-3           | Теория и практика научных исследований в ядерной энергетике | Цифровой дизайн и комплексные информационные модели АЭС    |

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: основное оборудование применяемое в атомной энергетике, его характеристики и предъявляемые требования.

Уметь: оценивать перспективные направления для развития атомной отрасли.

Владеть: навыками проведения научных исследований в ядерной энергетике.

Для освоения данной дисциплины требуются, приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин, базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и основные законы, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 72 часа, из которых 18 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 8 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 10 час., самостоятельная работа обучающегося - 54 час.

| Вид учебной работы   | Всего часов | Семестр |
|--|-------------|---------|
|  |             | 2       |
| <b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>                             | 72          | 72      |
| КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ,<br>в том числе: | 18          | 18      |
| Лекционные занятия (Лек)   | 8           | 8       |
| Практические занятия (Пр)  | 10          | 10      |
| САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):                       | 54          | 54      |
| ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ                                   | Зачет       | Зачет   |

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

| Разделы дисциплины   | Семестр | Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС |   |                     |                        |   |                                       |                                       | Итого | 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 |       |  |            |                                      |                                |   |
| 1. Введение. Основные термины и определения. Цель и задачи дисциплины, ее связь с другими дисциплинами. Понятие аддитивные технологии.   | 2       | 2   | 2   |                     |                        | 6                                       |                                       |                                       | 10    | ПК-1.1   |            | презентация                          |                                | 20  |
| 2. Аппаратурная база аддитивных технологий<br>Классификация оборудования и расходного материала.<br>Принцип действия и особенности эксплуатации оборудования для изготовления изделий. | 2       | 2   | 2   |                     |                        | 12                                      |                                       |                                       | 16    | ПК-1.1.<br>ПК-3.1  |            | презентация                          |                                | 20  |

|  |   |   |   |  |  |    |  |  |  |    |                  |             |    |
|--|---|---|---|--|--|----|--|--|--|----|------------------|-------------|----|
| 3. Методы и средства прецизионных измерений сложных деталей. Классификация систем бесконтактной оцифровки и их применения. Правила бесконтактной оцифровки | 2 | 2 | 2 |  |  | 12 |  |  |  | 16 | ПК-3.1<br>ПК-3.2 | презентация | 20 |
|--|---|---|---|--|--|----|--|--|--|----|------------------|-------------|----|

|   |   |   |   |  |  |    |  |  |  |    |                  |             |    |
|---|---|---|---|--|--|----|--|--|--|----|------------------|-------------|----|
| 4. Методы создания и корректировки компьютерных моделей. Моделирование и доработка изделий в компьютерных программах для 3D печати. Реинжиниринг и контроль точности оцифрованных моделей | 2 | 2 | 2 |  |  | 12 |  |  |  | 16 | ПК-3.1<br>ПК-3.2 | презентация | 20 |
|---|---|---|---|--|--|----|--|--|--|----|------------------|-------------|----|

|  |   |  |   |  |  |    |  |  |  |    |                  |             |    |
|--|---|--|---|--|--|----|--|--|--|----|------------------|-------------|----|
| 5. Теоретические основы производства изделий методом послойного синтеза. Технологический процесс и слайдинг для изготовления изделий. Контроль качества готового изделия. Финишная доработка изделий, полученных методом послойного синтеза. Эксплуатация аддитивных установок | 2 |  | 2 |  |  | 12 |  |  |  | 14 | ПК-3.1<br>ПК-3.2 | презентация | 20 |
|--|---|--|---|--|--|----|--|--|--|----|------------------|-------------|----|

|              |  |   |    |  |  |    |  |  |  |    |  |  |     |
|--------------|--|---|----|--|--|----|--|--|--|----|--|--|-----|
| <b>ИТОГО</b> |  | 8 | 10 |  |  | 54 |  |  |  | 72 |  |  | 100 |
|--------------|--|---|----|--|--|----|--|--|--|----|--|--|-----|



### 3.3. Тематический план лекционных занятий

| Номер раздела дисциплины | Темы лекционных занятий                                  | Трудоемкость, час. |
|--------------------------|--|--------------------|
| 1                        | Введение. Основные термины и определения                 | 2                  |
| 2                        | Аппаратурная база аддитивных технологий                  | 2                  |
| 3                        | Методы и средства прецизионных измерений сложных деталей | 2                  |
| 4                        | Методы создания и корректировки компьютерных моделей     | 2                  |
| Всего                    |  | 8                  |

### 3.4. Тематический план практических занятий

| Номер раздела дисциплины | Темы практических занятий  | Трудоемкость, час. |
|--------------------------|--|--------------------|
| 1                        | Цель и задачи дисциплины, ее связь с другими дисциплинами. Понятие аддитивные технологии. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий. Характеристика рынка   | 2                  |
| 2                        | Классификация оборудования и расходного материала. Принцип действия и особенности эксплуатации оборудования для изготовления изделий методом послойного синтеза  | 2                  |
| 3                        | Классификация систем бесконтактной оцифровки и области их применения. Правила бесконтактной оцифровки.   | 2                  |
| 4                        | Моделирование и доработка изделий в компьютерных программах для 3D печати. Реинжиниринг и контроль точности оцифрованных моделей.  | 2                  |
| 5                        | Теоретические основы производства изделий методом послойного синтеза. Технологический процесс и слайсинг для изготовления изделий Контроль качества готового изделия. Финишная доработка изделий, полученных методом послойного синтеза. Эксплуатация аддитивных установок | 2                  |
| Всего                    |  | 10                 |

### 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                        | Использование аддитивных технологий в других экономически значимых отраслях | Выполнение задания в презентационном виде | 6                  |

|   |   |   |    |
|---|---|---|----|
| 2 | Разновидности конструкционных материалов для изготовления деталей | Выполнение задания в презентационном виде | 12 |
| 3 | Оцифровка как шаг в будущее, применение в современном мире        | Выполнение задания в презентационном виде | 12 |
| 4 | Программы, применяемые для доработки изделий                      | Выполнение задания в презентационном виде | 12 |
| 5 | Слайсинг.   | Выполнение задания в презентационном виде | 12 |

|       |  |  |    |
|-------|--|--|----|
| Всего |  |  | 54 |
|-------|--|--|----|

#### 4. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий используются традиционные образовательные технологии: лекции в сочетании с практическими работами, самостоятельное изучение определённых разделов и современные образовательные технологии, направленные на обеспечение развития у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств: (групповые дискуссии, анализ ситуаций и имитационных моделей, работа в команде, case-study, 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).

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, включает: защиты презентаций

По окончании изучения дисциплины ставится зачет, учитывая результаты текущего контроля.

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 | Продemonстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме | Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | Продemonстрированы 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                                      | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами   | Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов  |

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

### Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

| Код компетенции | Код индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения по дисциплине | Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) |         |                   |                     |
|-----------------|---------------------------------------|---|--|---------|-------------------|---------------------|
|                 |                                       |   | Высокий  | Средний | Ниже среднего     | Низкий              |
|                 |                                       |   | Шкала оценивания   |         |                   |                     |
|                 |                                       |   | отлично  | хорошо  | удовлетворительно | неудовлетворительно |
|                 |                                       |   | зачтено  |         |                   | не зачтено          |
| ПК-1            | ПК-1.1                                | Знать   |  |         |                   |                     |

|       |  |   |   |   |   |   |
|-------|--|---|---|---|---|---|
|       |  | Основную аппаратурную базу аддитивных технологий, инструкции, принцип действия и особенности эксплуатации | 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 |
| Уметь |  |   |   |   |   |   |

|         |  |  |  |  |   |   |
|---------|--|--|--|--|---|---|
|         |  | Разрабатывать цифровую модель для печати на 3D принтере на основе анализа научно-технической информации. | 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 основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | Продемонстрированы все основные умения, решены основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме |
| Владеть |  |  |  |  |   |   |
|         |  | навыками разработки плана процесса изготовления изделия методами аддитивной технологии                   | 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  |

|       |        |  |   |   |   |   |
|-------|--------|--|---|---|---|---|
| ПК-3  | ПК-3.1 | Знать  |   |   |   |   |
|       |        | Основные методы, средства, оформления документации по прецизионным измерениям сложных деталей для осуществления опытно-конструкторских работ | 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 |
| Уметь |        |  |   |   |   |   |

|  |  |  |  |   |   |
|--|--|--|--|---|---|
|  | Проводить сравнительный анализ свойств и характеристик материалов для обеспечения безопасного проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ | 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 основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но с недочетами | Продемонстрированы все основные умения, решены основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме |
|  | Владеть  |  |  |   |   |

|        |  |  |  |   |   |
|--------|--|--|--|---|---|
|        | Навыками надзора и проведения безопасного процесса изготовления и сдачи детали в эксплуатацию  | 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  |
| ПК-3.2 | Знать  |  |  |   |   |
|        | Организацию производства, а также физические и химические процессы, протекающие при изготовлении изделий и проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. | 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   |
|        | Уметь  |  |  |   |   |
|        | Проводить подбор конструкционных материалов для изготовления деталей с новыми либо улучшенными свойствами на основе патентных исследований.                                    | 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 основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но с недочетами | Продемонстрированы все основные умения, решены основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме |
|        | Владеть  |  |  |   |   |

|  |   |   |   |   |  |
|--|---|---|---|---|--|
|  | Навыками внедрения результатов научно-технических исследований изготовления изделий с применением аддитивных технологий с учетом экономической и ресурсоэффективной составляющей. | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач некоторыми недочетами | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач некоторыми недочетами | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов |
|--|---|---|---|---|--|

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Комплект 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

| Автор(ы)  | Наименование                                      | Вид издания (учебник, учебное пособие, др.) | Место издания, издательство | Год издания | Адрес электронного ресурса | Кол-во экземпляров в библиотеке |
|---|---|---|-----------------------------|-------------|----------------------------|---------------------------------|
| Хейфец А. Л.,<br>Логиновский А. Н.,<br>Буторина И.В.,<br>Васильева В. Н | Инженерная 3D-компьютерная графика                | Учебное пособие                             | Издательский дом Юрайт      | 2012        |                            |                                 |
| Шишковский И.В.   | Основы аддитивных технологий высокого разрешения. | Учебное пособие                             | Питер                       | 2016        |                            |                                 |

|                        |  |  |      |      |  |  |
|------------------------|--|--|------|------|--|--|
| Ляпков А.,<br>Троян А. | Полимерные<br>аддитивные<br>технологии |  | Лань | 2022 |  |  |
|------------------------|--|--|------|------|--|--|

### Дополнительная литература

| Автор(ы)                       | Наименование   | Вид издания<br>(учебник,<br>учебное<br>пособие, др.) | Место<br>издания,<br>издательство         | Год<br>издания | Адрес электронного ресурса | Кол-во<br>экземп<br>ляров в<br>библиот<br>еке |
|--------------------------------|--|--|---|----------------|----------------------------|---|
| Большаков<br>В.П               | 3D-моделир<br>ование в<br>AutoCAD,<br>КОМПАС-3<br>D,<br>SolidWorks,<br>Inventor,<br>T-Flex | Учебный<br>курс                                      | Питер                                     |                |                            |   |
| Учаев П.Н<br>Емельянов<br>К.П. | Компьютерн<br>ые<br>технологии<br>и графика:<br>Атлас                                      | Учебник для<br>вузов                                 | Издательств<br>о ТНТ                      | 2015           |                            |   |
| Белова И.В.                    | Материалове<br>дение   | Учебное<br>пособие для<br>ВУЗов                      | Изд-во<br>Комсомольс<br>кого-на-Аму<br>ре |                |                            |   |

### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

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

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

| №<br>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 | Web of Science                             | <a href="https://webofknowledge.com/">https://webofknowledge.com/</a> | <a href="https://webofknowledge.com/">https://webofknowledge.com/</a> |
| 3 | Scopus                                     | <a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>           | <a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</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 | Электронная библиотека диссертаций (РГБ)   | <a href="http://diss.rsl.ru">diss.rsl.ru</a>                          | <a href="http://diss.rsl.ru">diss.rsl.ru</a>                          |

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

| № п/п | Наименование информационно-справочных систем | Адрес   | Режим доступа                                       |
|-------|--|---|---|
| 1     | Научная электронная библиотека               | <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a> | <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a> |

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

| № п/п | Наименование программного обеспечения                               | Описание  | Реквизиты подтверждающих документов   |
|-------|---|---|---|
| 1     | Windows 7 Профессиональная (Starter)                                | Пользовательская операционная система                                       | №2011.25486 от 28.11.2011   |
|       | Exchange Standard CAL 2013 Russian OLP NL AcademicEditionDevice CAL | Требуются для каждого пользователя или устройства                           | ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2014.0310 от 05.11.2014  |
|       | 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>             |
|       | 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 проведения занятий лекционного типа А-413 | доска аудиторная, моноблок, телевизор, учебный макет Нижнекамской ТЭЦ, компьютер в комплекте с монитором, фотоколориметр КФК-3-01, установка для исследования надежности работы конструктивных материалов |
| 2     | Практические работы | Лаборатория «Физико-химическая» А-413                           | доска аудиторная, моноблок, телевизор, учебный макет Нижнекамской ТЭЦ, компьютер в комплекте с монитором, фотоколориметр КФК-3-01, установка для исследования надежности работы конструктивных материалов |

## 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

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.

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.

## **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;

## Объем программы для заочной формы обучения

| Вид учебной работы   | Всего часов | Курс |
|--|-------------|------|
|  |             | 2    |
| <b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>                                 | 72          | 72   |
| <b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:</b> | 18          | 18   |
| Лекционные занятия (Лек)   | 4           | 4    |
| Практические занятия (Пр)  | 4           | 4    |
| Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*      |             |      |
|  |             |      |
| <b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):</b>                    | 60          | 60   |
| Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (зачет)               | 4           | 4    |

## Лист регистрации изменений

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

В программу вносятся следующие изменения:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_



*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**

*Аддитивные технологии на АЭС*

|              |   |
|--------------|---|
| Направление  | 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика |
| Профиль      | Цифровой инжиниринг в атомной энергетике  |
| Квалификация | магистр                                   |

г. Казань, 2022

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

ПК-1 Владеет методами моделирования процессов и элементов в технических системах АЭС

ПК-3 Вырабатывает направления прикладных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по совершенствованию ядерно-энергетических технологий и руководит деятельностью подчиненного персонала по их выполнению

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

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

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

## 1. Технологическая карта

Семестр 10

| Номер раздела/<br>темы дисциплины | Вид СРС   | Наименование оценочного средства | Код индикатора достижения компетенций | Уровень освоения дисциплины, баллы |               |         |         |  |
|-----------------------------------|---|----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---------------|---------|---------|--|
|                                   |   |                                  |                                       | неудов-но                          | удов-но       | хорошо  | отлично |  |
|                                   |   |                                  |                                       | не зачтено                         | зачтено       |         |         |  |
|                                   |   |                                  |                                       | низкий                             | ниже среднего | средний | высокий |  |
| Текущий контроль успеваемости     |   |                                  |                                       |                                    |               |         |         |  |
| 1                                 | Использование аддитивных технологий других экономически значимых отраслях | Презентация                      | ПК-1.1                                | 0-6                                | 6-12          | 12-15   | 15-20   |  |
| 2                                 | Разновидности конструкционных материалов для изготовления деталей         | Презентация                      | ПК-1.1<br>ПК-3.1                      | 0-6                                | 6-12          | 12-15   | 15-20   |  |

|              |  |             |                  |        |       |       |        |
|--------------|--|-------------|------------------|--------|-------|-------|--------|
| 3            | Оцифровка как шаг в будущее, применение в современном мире | Презентация | ПК-3.1<br>ПК-3.2 | 0-6    | 6-12  | 12-15 | 15-20  |
| 4            | Программы, применяемые для доработки изделий               | Презентация | ПК-3.1<br>ПК-3.2 | 0-6    | 6-12  | 12-15 | 15-20  |
| 5            | Слайсинг   | Презентация | ПК-3.1<br>ПК-3.2 | 0-6    | 6-12  | 12-15 | 15-20  |
| Всего баллов |  |             |                  | 0 - 30 | 30-60 | 60-75 | 75-100 |

## 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 |
|----------------------------------|--|---------------------|
| Защита презентации.              | Комплекс вопросов, предназначенный для опроса обучающихся по теме презентации, с целью выявления освоенности материала | презентация         |

## 3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

|   |  |
|---|--|
| Наименование оценочного средства                | Презентации  |
| Представление и содержание оценочных материалов | В течение семестра дается 5 заданий для самостоятельного выполнения Типовые вопросы по защите презентации приведены ниже:<br>1. Достоинства и недостатки аддитивных технологий.<br>2. Экономические и экологические аспекты использования аддитивных технологий.<br>3. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий. |

При оценке выполненного задания учитываются следующие критерии:

Пример:

1. Знание материала

- содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 6 балла;

- содержание материала раскрыто неполно, показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала – 4 балл;

- не раскрыто основное содержание учебного материала – 0 баллов;

2. Последовательность изложения

- содержание материала раскрыто последовательно, достаточно хорошо продумано – 7 балла ;

- путаница в изложении материала – 0 баллов;

3. Уровень теоретического анализа

- показано умение делать обобщение, выводы, сравнение – 7 балла;

- обобщение, выводы, сравнение делаются с помощью преподавателя – 4 балл;

- полное неумение делать обобщение, выводы, сравнения – 0 баллов;

Количество баллов: максимум – 20 баллов

