

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Теплофизика и молекулярная физика

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ПЕРСПЕКТИВЫ И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АТОМНОЙ**  
**ЭНЕРГЕТИКИ**

|  |  |
|--|--|
| <b>Блок:</b>   | Блок 1 «Дисциплины (модули)»                             |
| <b>Часть образовательной программы:</b>                          | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| <b>№ дисциплины по учебному плану:</b>                           | Б1.Ч.09.03.01  |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>                         | 2 семестр - 3;   |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>                          | 108 часов  |
| <b>Лекции</b>  | 2 семестр - 16 часов;                                    |
| <b>Практические занятия</b>                                      | 2 семестр - 16 часов;                                    |
| <b>Лабораторные работы</b>                                       | не предусмотрено учебным планом                          |
| <b>Консультации</b>  | проводится в рамках часов аудиторных занятий             |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                    | 2 семестр - 75,7 часа;                                   |
| <b>в том числе на КП/КР</b>                                      | не предусмотрено учебным планом                          |
| <b>Иная контактная работа</b>                                    | проводится в рамках часов аудиторных занятий             |
| <b>включая:</b><br>Тестирование<br>Контрольная работа<br>Реферат |  |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>                                 |  |
| <b>Зачет с оценкой</b>   | 2 семестр - 0,3 часа;                                    |

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

|  |  |                               |
|--|--|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|  | Владелец   | Габараев Б.А.                 |
|  | Идентификатор                                      | R0c464bc6-GabarayevBA-64d0563 |

(подпись)

Б.А. Габараев

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

|  |  |                             |
|--|--|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|  | Владелец   | Яньков Г.Г.                 |
|  | Идентификатор                                      | Rbb1f0c84-YankovGG-11a2e4dc |

(подпись)

Г.Г. Яньков

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

|  |  |                               |
|--|--|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|  | Владелец   | Герасимов Д.Н.                |
|  | Идентификатор                                      | Ra5495398-GerasimovDN-6b58615 |

(подпись)

Д.Н. Герасимов

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение физических основ функционирования и конструктивных особенностей ядерных энергетических установок (ЯЭУ), а также теплофизических проблем и перспектив современной атомной энергетики.

### Задачи дисциплины

- изучение основных физических процессов, происходящих в ЯЭУ;
- изучение существующих и перспективных конструкций, материалов и теплоносителей ЯЭУ;
- изучение основных технологических процессов обращения с отработанным ядерным топливом и радиоактивными отходами.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                 | Запланированные результаты обучения  |
|---|--|--|
| ПК-3 Способен самостоятельно определять направление и характер проводимых исследований, учитывать современные тенденции развития атомной энергетики | ИД-1 <sub>ПК-3</sub> Ознакомлен с теплофизическими проблемами современной энергетики | знать:<br>- физические основы функционирования оборудования (ЯЭУ) и принципы его изготовления;<br>- основные процессы переработки отработанного ядерного топлива (ОЯТ), утилизации и захоронения радиоактивных отходов (РАО) в соответствии с требованиями технологических регламентов и нормами радиационной безопасности;<br>- современные достижения науки и технологии в области проектирования основного оборудования ЯЭУ, традиционные и оригинальные методы исследования оборудования ЯЭУ различного типа; факторы, влияющие на безопасность и надежность технологий и объектов ядерной энергетики;<br><br>уметь:<br>- анализировать влияние различных физических процессов и технологических факторов на характеристики ЯЭУ и эффективность работы АЭС;<br>- использовать методы расчета оборудования, выбора и оптимизации параметров технологических процессов, показателей качества и режимов работы объектов ядерной энергетики. |

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Теплофизика и молекулярная физика (далее – ОПОП), направления подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать структуру мирового энергопотребления
- знать структуру и тенденции изменения энергетического баланса в мире и России
- знать основные технологии производства энергии
- знать источники научно-технической информации по различным вопросам энергетики
- знать терминологию в области энергетики
- уметь рассчитывать процессы передачи энергии
- уметь рассчитывать КПД циклов тепловых машин

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации               | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   | Содержание самостоятельной работы/ методические указания  |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|---|
|       |  |                       |         | Контактная работа  |     |    |              |   |     |    | СР |                   |                                   |   |
|       |  |                       |         | Лек  | Лаб | Пр | Консультация |   | ИКР |    | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль |   |
| КПР   | ГК   | ИККП                  | ТК      |  |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   |   |
| 1     | 2  | 3                     | 4       | 5  | 6   | 7  | 8            | 9 | 10  | 11 | 12 | 13                | 14                                | 15  |
| 1     | Атомная энергетика и ЯЭУ   | 34                    | 2       | 6  | -   | 6  | -            | - | -   | -  | -  | 22                | -                                 | <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br/>Повторение материала по разделу "Атомная энергетика и ЯЭУ"</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b><br/>Проработка лекции.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br/>Изучение материалов по разделу Атомная энергетика и ЯЭУ и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br/>Изучение материала по разделу "Атомная энергетика и ЯЭУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Атомная энергетика и ЯЭУ"</p> <p><b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: 1. Исследования в области ядерной энергетики,</p> |
| 1.1   | Основные этапы развития атомной энергетики                           | 3                     |         | 1  | -   | -  | -            | - | -   | -  | -  | 2                 | -                                 |   |
| 1.2   | Основы физики ядерных реакторов                                      | 12                    |         | 2  | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 8                 | -                                 |   |
| 1.3   | Материалы и конструкции элементов ядерных энергетических установок   | 14                    |         | 2  | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | 8                 | -                                 |   |
| 1.4   | Эволюционные и инновационные проекты в российской атомной энергетике | 5                     |         | 1  | -   | -  | -            | - | -   | -  | -  | 4                 | -                                 |   |

|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |  |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--|--|
|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | проводимые в СССР, строительство атомной электростанции. 2. Принцип действия атомного реактора. 3. Типы ядерных реакторов и их устройство. 4. Перспективы развития атомной энергии в РФ. 5. Особенности ядерного реактора как источника теплоты, физическое обоснование происходящих при этом процессов. 6. Принцип действия и основные элементы реакторов построенных на быстрых нейтронах. 7. Металлоконструкции реактора. 8. Технология производства реакторов с шаровой засыпкой.<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], стр. 91-98, 13-90, 177-222<br>[2], стр. 128-136,98-112, 161-175, 223-234 |  |
| 2   | Энергетические ресурсы и ядерный топливный цикл       | 26 | 4 | - | 4 | - | - | - | - | - | - | 18 | -  | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Энергетические ресурсы и ядерный топливный цикл"   |
| 2.1 | Энергетические ресурсы и ядерный топливный цикл (ЯТЦ) | 16 | 2 | - | 4 | - | - | - | - | - | - | 10 | -  | <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b><br>Проработка лекции   |
| 2.2 | Обращение с отработанным ядерным топливом (ОЯТ)       | 5  | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | 4  | -  | <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br>Изучение материалов по разделу Энергетические ресурсы и ядерный топливный цикл и подготовка к контрольной работе   |
| 2.3 | Обращение с радиоактивными отходами (РАО)             | 5  | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | 4  | -  | <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Энергетические ресурсы и ядерный топливный цикл" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Энергетические ресурсы и ядерный топливный цикл"<br><b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках |

|     |  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |
|-----|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|
|     |  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   | реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: 1. Особенности самообеспечения ядерной энергетики топливом. 2. Первые ядерные реакторы, их принцип работы как устройств, в которых осуществляется управляемая реакция деления ядер. 3. Использование в ядерных реакторах, работающих на естественном уране, замедлителей нейтронов для повышения коэффициентов их деления. 4. Искусство управлять ядерной энергией. 5. Как не сделать атомную бомбу из реактора. 6. Саморегулирование и самоограничение ядерной реакции. 7. Термоядерные реакции в природных условиях. 8. Цепные ядерные реакции, схема их развития. 9. Общее понятие о критической массе. 10. Первая цепная ядерная реакция деления урана в США и России.<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], стр. 137-159<br>[2], стр. 137-159 |
| 3   | Экономика, безопасность и перспективы атомной энергетики | 30 | 6 | - | 6 | - | - | - | - | - | 18 | - | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Экономика, безопасность и перспективы атомной энергетики"   |
| 3.1 | Экономика атомной энергетики                             | 16 | 2 | - | 4 | - | - | - | - | - | 10 | - | <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br>Изучение материалов по разделу Экономика, безопасность и перспективы атомной энергетики и подготовка к контрольной работе   |
| 3.2 | Безопасность АЭС и тяжелые аварии на АЭС                 | 8  | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 4  | - |   |
| 3.3 | Международные  | 3  | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 2  | - | <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b>   |

|     |   |              |           |          |           |          |          |          |            |            |             |             |  |   |
|-----|---|--------------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|------------|------------|-------------|-------------|--|---|
|     | аспекты развития атомной энергетики                 |              |           |          |           |          |          |          |            |            |             |             |  | Изучение материала по разделу "Экономика, безопасность и перспективы атомной энергетики" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Экономика, безопасность и перспективы атомной энергетики"<br><b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: 1. Как не сделать атомную бомбу из реактора. 2. Главные особенности использования замедлителей нейтронов в ядерных реакторах. 3. Проект первой в мире плавучей атомной электростанции. 4. Перспективы использования ядерной энергии в космосе. 5. Перспективы развития атомной энергии в РФ.<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], стр. 128-136, 98-112, 161-175, 223-234<br>[2], стр. 13-90, 91-98, 177-222 |
| 3.4 | Перспективы использования атомной энергии в космосе | 3            | 1         | -        | -         | -        | -        | -        | -          | -          | 2           | -           |  |   |
|     | Зачет с оценкой                                     | 18.0         | -         | -        | -         | -        | -        | -        | -          | 0.3        | -           | 17.7        |  |   |
|     | <b>Всего за семестр</b>                             | <b>108.0</b> | <b>16</b> | <b>-</b> | <b>16</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b>   | <b>0.3</b> | <b>58</b>   | <b>17.7</b> |  |   |
|     | <b>Итого за семестр</b>                             | <b>108.0</b> | <b>16</b> | <b>-</b> | <b>16</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>0.3</b> | <b>58</b>  | <b>75.7</b> |             |  |   |

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация



## 3.2 Краткое содержание разделов

### 1. Атомная энергетика и ЯЭУ

#### 1.1. Основные этапы развития атомной энергетики

Этапы развития атомной энергетики.. График изменения количества АЭС в мире.. Распределение АЭС по странам.. Региональное распределение АЭС.. Стратегии развития атомной энергетики России и ведущих стран..

#### 1.2. Основы физики ядерных реакторов

Фундаментальные физические открытия, приведшие к атомной энергетике. Строение ядра, свойства ядер. Деление ядер. Реакция и энергия деления, спектры нейтронов. Рассеяние и замедление нейтронов. Коэффициент размножения. Запаздывающие нейтроны и их роль. Энерговыделение в реакторе. Выгорание топлива, воспроизводство топлива в реакторе.

#### 1.3. Материалы и конструкции элементов ядерных энергетических установок

Делящиеся элементы и материалы. Типы и свойства ядерного топлива. Конструкционные материалы ядерных реакторов. Теплоносители ядерных установок. Типовые конструкционные элементы реактора. Общая схема и основные элементы ядерного реактора. Конструкции твэлов и ТВС. Типы и классификации реакторов. Типовые схемы АЭС с реакторами типа PWR, BWR, FR, CANDU, БН, VHTR. Основные технические характеристики АЭС. Конструкции и параметры отечественных реакторов.

#### 1.4. Эволюционные и инновационные проекты в российской атомной энергетике

Канальные реакторы МКЭР, КР-СКД и ВГЭРС. Корпусной реактор ВВЭР-ТОИ. Реактор на быстрых нейтронах БН-800. Высокотемпературный газоохлаждаемый реактор ГТ-МГР. Проект «Прорыв» и реактор БРЕСТ с пристанционным топливным циклом. Реакторы средней и малой мощности для многоцелевого использования (АТЭЦ, плавучий энергоблок, атомные станции малой мощности)..

### 2. Энергетические ресурсы и ядерный топливный цикл

#### 2.1. Энергетические ресурсы и ядерный топливный цикл (ЯТЦ)

Мировые ресурсы органического топлива (нефть, газ, уголь).. Энергетика на возобновляемых ресурсах.. Мировые запасы ядерного топлива. Типы ЯТЦ. Схемы открытого и замкнутого ЯТЦ. Ресурсная база ядерной энергетики. Роль быстрых нейтронов в расширении ресурсной базы.

#### 2.2. Обращение с отработанным ядерным топливом (ОЯТ)

Накопление и обращение ОЯТ. Элементный состав ОЯТ. Накопление ОЯТ в различных реакторах. Хранение ОЯТ. Методы переработки ОЯТ. Перспективные виды ядерного топлива.

#### 2.3. Обращение с радиоактивными отходами (РАО)

Источники РАО, классификация РАО. Способы концентрации РАО. Хранение и захоронение РАО. Обращение с РАО в РФ. Базовые принципы обращения с РАО. Природный реактор в Окло.

### 3. Экономика, безопасность и перспективы атомной энергетики

#### 3.1. Экономика атомной энергетики

Основные экономические показатели атомной энергетики. Показатели экономичности АЭС. Структура себестоимости производства электроэнергии на АЭС. Пути повышения экономичности АЭС. Сравнение стоимости производства электроэнергии различными способами. Базовые экономические принципы развития атомной энергетики.

### 3.2. Безопасность АЭС и тяжелые аварии на АЭС

Международная шкала ядерных событий INES. Авария на АЭС «Уиндскейл» - сценарий, причины и последствия. Авария на АЭС «Три-майл-Айленд» - сценарий, причины и последствия. Авария на Чернобыльской АЭС - сценарий, причины и последствия. Авария на АЭС «Фукусима-1» - сценарий, причины и последствия. Концепция глубокоэшелонированной защиты. Общие принципы обеспечения безопасности АЭС. Проектные и запроектные аварии. Вероятностный анализ безопасности. Программные комплексы для моделирования тяжёлых аварий и их последствий.

### 3.3. Международные аспекты развития атомной энергетики

Главные проблемы атомной энергетики. Основные современные требования к ядерным энергетическим технологиям. Международный проект ИНПРО. Основные положения Методологии ИНПРО по оценке ядерных энерготехнологий. Основные цели и участники международного проекта ПОКОЛЕНИЕ IV. Инновационные реакторные концепции, рекомендованные к разработке. Краткая характеристика реакторных концепций Gen IV на быстрых нейтронах.

### 3.4. Перспективы использования атомной энергии в космосе

Преимущества применения ядерной энергии в космосе. Типы использования ядерной энергии в космосе. Результаты работ по созданию космических ядерных энергоустановок. Перспективы дальнейшего использования ядерной энергии в космосе.

## 3.3. Темы практических занятий

1. 3. Конструкции и основные типы ядерных реакторов.;
2. 4. Типовые схемы АЭС с реакторами типа PWR, BWR, БН. Основные технические характеристики АЭС.;
3. 5. Деление урана и замедление нейтронов.;
4. 6. Энерговыделение в реакторе и управление цепной реакцией.;
5. 7. Реакторы ВВЭР-1000 и ВВЭР-ТОИ. Реактор БРЕСТ с пристанционным топливным циклом.;
6. 8. Ядерный топливный цикл (типы, схемы, перспективы, ЯТЦ России).;
7. 9. Обращение с ОЯТ и РАО.;
8. 11. Экономика атомной энергетики.;
9. 12. Безопасность атомной энергетики (теория, практика, нормативы).;
10. 13. Использование ядерной энергии в космосе.;
11. 14. Контрольная работа-2 «Выбор параметров теплоносителей в контурах АЭС»;
12. 15. Выступление с докладами по материалам подготовленных рефератов.;
13. 16. Зачетное занятие.;
14. 2. Контур теплоносителя, рабочего тела. Реакторные установки.;
15. 10. Контрольная работа-1 «Ядерно-физические и тепловые процессы в ЯЭУ»;
16. 1. Преобразование энергии. Оборудование и системы..

## 3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

### 3.5 Консультации

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по темам раздела "Атомная энергетика и ЯЭУ"
2. Обсуждение материалов по темам раздела "Энергетические ресурсы и ядерный топливный цикл"
3. Обсуждение материалов по темам раздела "Экономика, безопасность и перспективы атомной энергетики"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Атомная энергетика и ЯЭУ"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Энергетические ресурсы и ядерный топливный цикл"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Экономика, безопасность и перспективы атомной энергетики"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине<br>(в соответствии с разделом 1)  | Коды индикаторов     | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) |   |   | Оценочное средство (тип и наименование)  |
|---|----------------------|---|---|---|--|
|   |                      | 1   | 2 | 3 |  |
| <b>Знать:</b>   |                      |   |   |   |  |
| современные достижения науки и технологии в области проектирования основного оборудования ЯЭУ, традиционные и оригинальные методы исследования оборудования ЯЭУ различного типа; факторы, влияющие на безопасность и надежность технологий и объектов ядерной энергетики; | ИД-1 <sub>ПК-3</sub> | +   | + | + | Реферат/КМ-5 Творческое задание  |
| основные процессы переработки отработанного ядерного топлива (ОЯТ), утилизации и захоронения радиоактивных отходов (РАО) в соответствии с требованиями технологических регламентов и нормами радиационной безопасности  | ИД-1 <sub>ПК-3</sub> |   | + | + | Тестирование/КМ-2 «Ядерный топливный цикл, технологии переработки, утилизации и захоронения ОЯТ» |
| физические основы функционирования оборудования (ЯЭУ) и принципы его изготовления   | ИД-1 <sub>ПК-3</sub> | +   |   |   | Тестирование/КМ-1 «Конструктивные особенности типовых ЯЭУ»                                       |
| <b>Уметь:</b>   |                      |   |   |   |  |
| использовать методы расчета оборудования, выбора и оптимизации параметров технологических процессов, показателей качества и режимов работы объектов ядерной энергетики  | ИД-1 <sub>ПК-3</sub> | +   |   | + | Контрольная работа/КМ-4 «Выбор параметров теплоносителей в контурах АЭС»                         |
| анализировать влияние различных физических процессов и технологических факторов на характеристики ЯЭУ и эффективность работы АЭС  | ИД-1 <sub>ПК-3</sub> |   | + |   | Контрольная работа/КМ-3 «Ядерно-физические и тепловые процессы в ЯЭУ»                            |

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**2 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. КМ-1 «Конструктивные особенности типовых ЯЭУ» (Тестирование)
2. КМ-2 «Ядерный топливный цикл, технологии переработки, утилизации и захоронения ОЯТ» (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-3 «Ядерно-физические и тепловые процессы в ЯЭУ» (Контрольная работа)
2. КМ-4 «Выбор параметров теплоносителей в контурах АЭС» (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. КМ-5 Творческое задание (Реферат)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №2)*

Итоговая оценка по курсу выставляется по результатам средневзвешенной оценки текущей и промежуточной аттестации.

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Атомная энергетика XXI века : учебное пособие для вузов по направлению "Ядерная энергетика и теплофизика" / Б. А. Габараев, В. Г. Свиридов, Ю. Б. Смирнов, Ю. С. Черепнин . – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательский дом МЭИ, 2020 . – 399 с. - ISBN 978-5-383-01409-7 .;
2. Смирнов Ю.Б. , Габараев Б.А. , Черепнин Ю.С. - "Атомная энергетика XXI века", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2013 - (250 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72197](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72197).

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. RastrWin.

### **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
2. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>

3. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
6. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
7. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
8. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
11. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
12. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения   | Номер аудитории, наименование                     | Оснащение   |
|---|---|---|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ж-120, Машинный зал ИВЦ                           | сервер, кондиционер   |
|   | Т-209, Учебная аудитория                          | стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, экран интерактивный, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП          | Т-209, Учебная аудитория                          | стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, экран интерактивный, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации               | Т-209, Учебная аудитория                          | стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, экран интерактивный, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный |
| Помещения для самостоятельной работы                                    | Т-412, Учебная лаборатория вычислительной техники | стол преподавателя, стол учебный, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный   |
| Помещения для консультирования  | Т-205, Учебная аудитория                          | стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф, доска маркерная   |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря                | Т-213, Подсобное помещение                        |   |

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Перспективы и теплофизические проблемы атомной энергетики

(название дисциплины)

#### 2 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 КМ-1 «Конструктивные особенности типовых ЯЭУ» (Тестирование)  
 КМ-2 КМ-2 «Ядерный топливный цикл, технологии переработки, утилизации и захоронения ОЯТ» (Тестирование)  
 КМ-3 КМ-3 «Ядерно-физические и тепловые процессы в ЯЭУ» (Контрольная работа)  
 КМ-4 КМ-4 «Выбор параметров теплоносителей в контурах АЭС» (Контрольная работа)  
 КМ-5 КМ-5 Творческое задание (Реферат)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

| Номер раздела | Раздел дисциплины  | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|------|
|               |  | Неделя КМ: | 4    | 8    | 10   | 14   | 15   |
| 1             | Атомная энергетика и ЯЭУ   |            |      |      |      |      |      |
| 1.1           | Основные этапы развития атомной энергетики                           |            | +    |      |      |      | +    |
| 1.2           | Основы физики ядерных реакторов                                      |            | +    |      |      | +    | +    |
| 1.3           | Материалы и конструкции элементов ядерных энергетических установок   |            | +    |      |      | +    | +    |
| 1.4           | Эволюционные и инновационные проекты в российской атомной энергетике |            | +    |      |      |      | +    |
| 2             | Энергетические ресурсы и ядерный топливный цикл                      |            |      |      |      |      |      |
| 2.1           | Энергетические ресурсы и ядерный топливный цикл (ЯТЦ)                |            |      | +    | +    |      | +    |
| 2.2           | Обращение с отработанным ядерным топливом (ОЯТ)                      |            |      | +    | +    |      | +    |
| 2.3           | Обращение с радиоактивными отходами (РАО)                            |            |      | +    | +    |      | +    |
| 3             | Экономика, безопасность и перспективы атомной энергетики             |            |      |      |      |      |      |
| 3.1           | Экономика атомной энергетики   |            |      |      |      | +    | +    |
| 3.2           | Безопасность АЭС и тяжелые аварии на АЭС                             |            |      | +    |      | +    | +    |
| 3.3           | Международные аспекты развития атомной энергетики                    |            |      | +    |      |      | +    |
| 3.4           | Перспективы использования атомной энергии в космосе                  |            |      |      |      |      | +    |

|            |    |    |    |    |    |
|------------|----|----|----|----|----|
| Bec KM, %: | 15 | 15 | 20 | 20 | 30 |
|------------|----|----|----|----|----|