

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ ЯДЕРНЫХ  
РЕАКТОРОВ

ОДОБРЕНО  
УМС ИЯФИТ Протокол №01/08/24-573.1 от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
ОСНОВЫ ЭКОНОМИКИ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 14.03.02 Ядерные физика и технологии

| Семестр | Трудоемкость,<br>кред. | Общий объем<br>курса, час. | Лекции, час. | Практич.<br>занятия, час. | Лаборат. работы,<br>час. | В форме<br>практической<br>подготовки/ В | СРС, час. | КСР, час. | Форма(ы)<br>контроля,<br>экз./зач./КР/КП |
|---------|------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|------------------------------------------|
| 8       | 2                      | 72                         | 24           | 12                        | 0                        |                                          | 36        | 0         | 3                                        |
| Итого   | 2                      | 72                         | 24           | 12                        | 0                        | 16                                       | 36        | 0         |                                          |

## АННОТАЦИЯ

Курс дает систематическое представление об ядерной энергетике как отрасли, о задачах научных исследований, связанных с внедрением и использованием ядерной энергии, с проблемами ядерной и радиационной безопасности, с современными технологиями ядерного топливного цикла, с существующими подходами к оценке экономических и сырьевых показателей на разных стадиях ядерного топливного цикла.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины состоит в том, чтобы дать систематическое представление об ядерной энергетике как об отрасли, о задачах научных исследований, связанных с внедрением и расширением сферы использования ядерной энергии, с проблемами ядерной и радиационной безопасности, с современными технологиями ядерного топливного цикла, с существующими подходами к оценке сырьевых и экономических показателей на разных стадиях топливного цикла.

Задачи изучения дисциплины - подготовить будущих специалистов к самостоятельному принятию решений при разработке ядерно-энергетических установок (ЯЭУ) различных типов и анализе новых реакторных концепций при проведении комплексных системных исследований с учетом обеспеченности топливом, безопасности, воздействия на окружающую среду и экономических показателей.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

В качестве предшествующих используются знания, полученные в рамках освоения дисциплины «Теория переноса нейтронов», «Материаловедение: материалы ядерных установок», «Инженерные расчеты и проектирование ЯУ», «Физическая теория реакторов», «Физическая теория реакторов: моделирование нестационарных процессов и теория возмущений». В свою очередь, успешное освоение данной дисциплины призвано дать основу для работы студентов в рамках дисциплины «Курсовой проект: проектирование и выбор оборудования ЯЭУ, безопасность и экономичность ЯЭУ» и успешного выполнения научно-исследовательской работы. Знание материала дисциплины необходимо при выполнении курсового и проектирования, научно-исследовательской работе и при дальнейшей практической работе на предприятиях атомной отрасли.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--------------------------------|------------------------------------------------------|
|--------------------------------|------------------------------------------------------|

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

| Задача | Объект или область | Код и наименование | Код и наименование |
|--------|--------------------|--------------------|--------------------|
|--------|--------------------|--------------------|--------------------|

| профессиональной деятельности (ЗПД)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | знания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | профессиональной компетенции;<br>Основание<br>(профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)                                                                                                                                                    | индикатора достижения профессиональной компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| научно-исследовательский                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Исследования перспективных типов ядерных энергетических установок, теплофизические исследования перспективных твэлов, топлива, конструкционных материалов и теплоносителей. Разработка моделей и программных комплексов для расчета теплогидравлических и нейтронно-физических процессов в активных зонах перспективных ядерных реакторов. Создание и применение установок и систем для проведения теплофизических, ядерно-физических исследований, неравновесных физических процессов | Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы для исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, ядерных реакторов | ПК-7.1 [1] - Способен к подготовке и анализу информационных исходных данных для проведения математического моделирования нейтронно-физических и теплофизических процессов в ЯЭУ<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 24.078 | З-ПК-7.1[1] - знать методы математического анализа для моделирования нейтронно-физических и теплофизических процессов в ЯЭУ;<br>У-ПК-7.1[1] - уметь проводить математическое моделирование нейтронно-физических и теплофизических процессов в ЯЭУ;<br>В-ПК-7.1[1] - владеть стандартными пакетами автоматизированного проектирования и исследований |
| проектный                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Проектирование перспективных типов ядерных энергетических установок, теплофизические исследования перспективных твэлов, топлива, конструкционных материалов и теплоносителей. Разработка моделей и                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, материалы ядерных реакторов, ядерный                                                                                                                                                                                                                             | ПК-5 [1] - Способен проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений при разработке установок и приборов<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 24.028,                                          | З-ПК-5[1] - знать методы анализа для технико-экономического обоснования проектных решений при разработке установок и приборов;<br>; У-ПК-5[1] - уметь проводить предварительные технико-                                                                                                                                                            |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| программных комплексов для расчета теплогидравлических и нейтронно-физических процессов в активных зонах перспективных ядерных реакторов. Создание и применение установок и систем для проведения теплофизических, ядерно-физических исследований, неравновесных физических процессов | топливный цикл, системы обеспечения безопасности, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы для исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, ядерных реакторов                                                                                                                                                                                                                        | 24.078                                                                                                                                                                 | экономическое обоснование проектных решений при разработке установок и приборов; В-ПК-5[1] - владеть методами проведения предварительного технико-экономического обоснования проектных решений при разработке установок и приборов                                                                                                                |
| <b>производственно-технологический</b>                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Разработка моделей и программных комплексов для расчета теплогидравлических и нейтронно-физических процессов в активных зонах перспективных ядерных реакторов.                                                                                                                        | Ядерные реакторы, энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы для исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, ядерных реакторов | ПК-6 [1] - Способен к контролю соблюдения технологической дисциплины и обслуживания оборудования<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 24.028, 24.032 | З-ПК-6[1] - знать технические характеристики и принципы безопасного обслуживания технологического оборудования ; У-ПК-6[1] - уметь контролировать соблюдение технологической дисциплины и обслуживание оборудования; В-ПК-6[1] - владеть методами контроля, проверок и испытаний систем и навыками выявления неисправностей в работе оборудования |

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

|                             |                         |                                    |
|-----------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Направления/цели воспитания | Задачи воспитания (код) | Воспитательный потенциал дисциплин |
|-----------------------------|-------------------------|------------------------------------|

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

| № п.п | Наименование раздела учебной дисциплины     | Недели | Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час. | Обязат. текущий контроль (форма*, неделя) | Максимальный балл за раздел** | Аттестация раздела (форма*, неделя) | Индикаторы освоения компетенции                                              |
|-------|---------------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
|       | <i>8 Семестр</i>                            |        |                                                         |                                           |                               |                                     |                                                                              |
| 1     | Часть 1                                     | 1-8    | 12/6/0                                                  |                                           | 25                            | КИ-8                                | 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-7.1, У-ПК-7.1, В-ПК-7.1 |
| 2     | Часть 2                                     | 9-15   | 12/6/0                                                  |                                           | 25                            | КИ-15                               | 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-7.1, У-ПК-7.1, В-ПК-7.1 |
|       | <i>Итого за 8 Семестр</i>                   |        | 24/12/0                                                 |                                           | 50                            |                                     |                                                                              |
|       | <b>Контрольные мероприятия за 8 Семестр</b> |        |                                                         |                                           | 50                            | 3                                   | У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-7.1, У-ПК-7.1, В-ПК-7.1, 3-ПК-5 |

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

| Обозначение | Полное наименование |
|-------------|---------------------|
| КИ          | Контроль по итогам  |
| З           | Зачет               |

# КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Недели     | Темы занятий / Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Лек.,<br>час.          | Пр./сем.,<br>час. | Лаб.,<br>час. |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------|---------------|
|            | <i>8 Семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 24                     | 12                | 0             |
| <b>1-8</b> | <b>Часть 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 12                     | 6                 | 0             |
| 1          | <b>Технико-экономические предпосылки развития ядерной энергетики. Природные энергоресурсы, их запасы и размещение. Ограниченность запасов органического топлива. Проблемы экологии.</b><br>Технико-экономические предпосылки развития ядерной энергетики. Природные энергоресурсы, их запасы и размещение. Ограниченность запасов органического топлива. Проблемы экологии.                                                                                                                                          | Всего аудиторных часов |                   |               |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2                      | 3                 | 0             |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Онлайн                 |                   |               |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0                      | 0                 | 0             |
| 2          | <b>Место ядерной энергетики. Состояние ядерной энергетики в стране и за рубежом. Роль ядерной энергетики и особенности использования ядерного способа производства энергии. Ядерное топливо – ресурсы и ос</b><br>Место ядерной энергетики. Состояние ядерной энергетики в стране и за рубежом. Роль ядерной энергетики и особенности использования ядерного способа производства энергии. Ядерное топливо – ресурсы и особенности свойства. Ресурсы урана в России. Современное состояние рынка ядерных материалов. | Всего аудиторных часов |                   |               |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2                      | 3                 | 0             |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Онлайн                 |                   |               |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0                      | 0                 | 0             |
| 3          | <b>Ядерный топливный цикл (ЯТЦ)- предприятия и технологии топливного цикла. Открытая часть ЯТЦ. Замыкание ЯТЦ. Особенности производства энергии и особенности ядерных технологий.</b><br>Ядерный топливный цикл (ЯТЦ)- предприятия и технологии топливного цикла. Открытая часть ЯТЦ. Замыкание ЯТЦ. Особенности производства энергии и особенности ядерных технологий.                                                                                                                                              | Всего аудиторных часов |                   |               |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2                      | 0                 | 0             |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Онлайн                 |                   |               |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0                      | 0                 | 0             |
| 4          | <b>Свойства и характеристики эффективности использования ядерного топлива. Выгорание и энергонапряженность. Сырьевые и временные показатели предприятий топливного цикла.</b><br>Свойства и характеристики эффективности использования ядерного топлива. Выгорание и энергонапряженность. Сырьевые и временные показатели предприятий топливного цикла.                                                                                                                                                              | Всего аудиторных часов |                   |               |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2                      | 0                 | 0             |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Онлайн                 |                   |               |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0                      | 0                 | 0             |
| 5          | <b>Добыча урана и технологии начальных стадий ЯТЦ. Методы изотопного разделения. Работа разделения. Обогащение рециклированного урана. Коэффициент возврата в цикл.</b><br>Добыча урана и технологии начальных стадий ЯТЦ. Методы изотопного разделения. Работа разделения. Обогащение рециклированного урана. Коэффициент возврата в цикл.                                                                                                                                                                          | Всего аудиторных часов |                   |               |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2                      | 0                 | 0             |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Онлайн                 |                   |               |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0                      | 0                 | 0             |
| 6          | <b>Технологии конечных стадий ЯТЦ, проблемы</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Всего аудиторных часов |                   |               |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                        |   |   |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---|---|
|      | <b>захоронения РАО и снятия с эксплуатации АЭС. Методы химической переработки облученного топлива и оценка затрат на переработку.</b><br>Технологии конечных стадий ЯТЦ, проблемы захоронения РАО и снятия с эксплуатации АЭС. Методы химической переработки облученного топлива и оценка затрат на переработку.                                                                                                                                                                                                                                                 | 2                      | 0 | 0 |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Онлайн                 |   |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0                      | 0 | 0 |
| 7    | <b>Оценка затрат на изотопное разделение и химическую переработку облученного топлива. Стоимость обогащенного урана. Стоимость плутония.</b><br>Оценка затрат на изотопное разделение и химическую переработку облученного топлива. Стоимость обогащенного урана. Стоимость плутония.                                                                                                                                                                                                                                                                            | Всего аудиторных часов |   |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0                      | 0 | 0 |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Онлайн                 |   |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0                      | 0 | 0 |
| 8    | <b>Технико-экономические предпосылки формирования различных направлений в реакторостроении. Основные типы ядерно-энергетических установок: реакторы на природном уране, легководные реакторы, канальные, ре</b><br>Технико-экономические предпосылки формирования различных направлений в реакторостроении. Основные типы ядерно-энергетических установок: реакторы на природном уране, легководные реакторы, канальные, реакторы с газовым теплоносителем, быстрые реакторы. Концепции перспективных ядерно-энергетических установок. Полусеместровый контроль. | Всего аудиторных часов |   |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0                      | 0 | 0 |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Онлайн                 |   |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0                      | 0 | 0 |
| 9-15 | <b>Часть 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 12                     | 6 | 0 |
| 9    | <b>Методы оценки технико-экономических показателей. Условия сопоставимости энергетических объектов. Структура затрат на сооружение и эксплуатацию. Капитальные и текущие затраты. Долгосрочные оборотны</b><br>Методы оценки технико-экономических показателей. Условия сопоставимости энергетических объектов. Структура затрат на сооружение и эксплуатацию. Капитальные и текущие затраты. Долгосрочные оборотные средства.                                                                                                                                   | Всего аудиторных часов |   |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2                      | 3 | 0 |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Онлайн                 |   |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0                      | 0 | 0 |
| 10   | <b>Расчетные затраты. Учет дисконтирования. Метод приведенных затрат. Себестоимость производства энергии и ее составляющие. Топливная составляющая себестоимости.</b><br>Расчетные затраты. Учет дисконтирования. Метод приведенных затрат. Себестоимость производства энергии и ее составляющие. Топливная составляющая себестоимости.                                                                                                                                                                                                                          | Всего аудиторных часов |   |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2                      | 3 | 0 |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Онлайн                 |   |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0                      | 0 | 0 |
| 11   | <b>Затраты в топливном цикле. Структура топливного баланса - понятие о замыкающем топливе. Сравнение сырьевых характеристик АЭС и ТЭС.</b><br>Затраты в топливном цикле. Структура топливного баланса - понятие о замыкающем топливе. Сравнение сырьевых характеристик АЭС и ТЭС.                                                                                                                                                                                                                                                                                | Всего аудиторных часов |   |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2                      | 0 | 0 |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Онлайн                 |   |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0                      | 0 | 0 |
| 12   | <b>Сравнение ядерного и органического топлива. Выгорание и энерго- напряженность.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Всего аудиторных часов |   |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2                      | 0 | 0 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                        |   |   |   |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---|---|---|
|    | Сравнение ядерного и органического топлива. Выгорание и энерго- напряженность.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Онлайн                 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | Сравнение экономических характеристик АЭС и ТЭС<br>Сравнение экономических характеристик АЭС и ТЭС                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Всего аудиторных часов | 2 | 0 | 0 |
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Онлайн                 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | Метод приведенных затрат и оценка конкурентоспособности АЭС и ТЭС.<br>Метод приведенных затрат и оценка конкурентоспособности АЭС и ТЭС.                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Всего аудиторных часов | 2 | 0 | 0 |
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Онлайн                 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | Оценка конкурентоспособности АЭС с быстрыми реакторами и тепловыми реакторами. Особенности экономического развития отрасли на современном этапе.<br>Оценка конкурентоспособности АЭС с быстрыми реакторами и тепловыми реакторами. Особенности экономического развития отрасли на современном этапе.                                                                                                                       | Всего аудиторных часов | 0 | 0 | 0 |
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Онлайн                 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | Управление ядерно-технологическим комплексом. Законодательство в области использования атомной энергии. Проблемы нераспространения ядерных материалов и технологий Ядерная энергетика и общественное мнение<br>Управление ядерно-технологическим комплексом. Законодательство в области использования атомной энергии. Проблемы нераспространения ядерных материалов и технологий Ядерная энергетика и общественное мнение | Всего аудиторных часов | 0 | 0 | 0 |
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Онлайн                 | 0 | 0 | 0 |

Сокращенные наименования онлайн опций:

| Обозначение | Полное наименование              |
|-------------|----------------------------------|
| ЭК          | Электронный курс                 |
| ПМ          | Полнотекстовый материал          |
| ПЛ          | Полнотекстовые лекции            |
| ВМ          | Видео-материалы                  |
| АМ          | Аудио-материалы                  |
| Прз         | Презентации                      |
| Т           | Тесты                            |
| ЭСМ         | Электронные справочные материалы |
| ИС          | Интерактивный сайт               |

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Проводятся занятия в активной и интерактивной форме: лекции, презентации, разбор конкретных ситуаций, тестирование, выполнение и защита домашнего задания.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

| Компетенция | Индикаторы освоения | Аттестационное мероприятие (КП 1) |
|-------------|---------------------|-----------------------------------|
| ПК-5        | З-ПК-5              | З, КИ-8, КИ-15                    |
|             | У-ПК-5              | З, КИ-8, КИ-15                    |
|             | В-ПК-5              | З, КИ-8, КИ-15                    |
| ПК-6        | З-ПК-6              | З, КИ-8, КИ-15                    |
|             | У-ПК-6              | З, КИ-8, КИ-15                    |
|             | В-ПК-6              | З, КИ-8, КИ-15                    |
| ПК-7.1      | З-ПК-7.1            | З, КИ-8, КИ-15                    |
|             | У-ПК-7.1            | З, КИ-8, КИ-15                    |
|             | В-ПК-7.1            | З, КИ-8, КИ-15                    |

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

| Сумма баллов | Оценка по 4-ех балльной шкале    | Оценка ECTS | Требования к уровню освоению учебной дисциплины                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------|----------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90-100       | 5 – <i>«отлично»</i>             | A           | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы. |
| 85-89        | 4 – <i>«хорошо»</i>              | B           | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.                                                                                                     |
| 75-84        |                                  | C           |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 70-74        |                                  | D           |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 65-69        | 3 – <i>«удовлетворительно»</i>   | E           | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.    |
| 60-64        |                                  |             |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Ниже 60      | 2 – <i>«неудовлетворительно»</i> | F           | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного                                                                                                                                                                    |

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                        |
|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |
|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ А10 A New Chapter in US-Cuba Relations : Social, Political, and Economic Implications, , Cham: Springer International Publishing, 2016
2. ЭИ Р 28 Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения : , Рашка С. , Москва: ДМК Пресс, 2017
3. 621.039 Г37 Критерии безопасности, оценка эффективности и риска в задачах защиты ядерных объектов и материалов : учебное пособие для вузов, Гераскин Н.И., Москва: МИФИ, 2008
4. ЭИ Х20 Энергетика. Техничко-экономические основы : учебное пособие для вузов, Харитонов В.В., Москва: МИФИ, 2007

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.039 У63 Реакторы-размножители на быстрых нейтронах : , Уолтер А., Рейнольдс А., Москва: Энергоатомиздат, 1986
2. 621.039 С74 Справочник по ядерной энерготехнологии : , , Москва: Энергоатомиздат, 1989
3. 621.3 Э40 Экономика ядерной энергетики : (конспект лекций): учеб. пособие для вузов, , Москва: МИФИ, 2004
4. 620 Х20 Энергетика. Техничко-экономические основы : учебное пособие для вузов, Харитонов В.В., Москва: МИФИ, 2007
5. 621.039 Я34 Ядерная энергетика, человек и окружающая среда : , Бабаев Н.С., Александров А.П., М.: Энергоатомиздат, 1984
6. 621.039 Я34 Ядерная энергетика. Проблемы. Решения Ч.1 , , Москва: ЦСПиМ, 2011
7. 621.039 Я34 Ядерная энергетика. Проблемы. Решения Ч.2 , , Москва: ЦСПиМ, 2011
8. 623 Я34 Ядерное нераспространение : учеб. пособие для вузов, Пшакин Г.М. [и др.], М.: МИФИ, 2004

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

## LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

При изучении курса необходимо твердо усвоить технико-экономические предпосылки ядерной энергетики, роль ядерной энергетики и особенности использования ядерного способа производства энергии, технологии топливного цикла и оценки сырьевых показателей, основные типы ЯЭУ для АЭС, технико-экономические предпосылки формирования различных направлений в реакторостроении, методы оценки технико-экономических показателей и методы оценки конкурентоспособности, особенности экономического развития отрасли.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

В помощь лектору, а также преподавателям, ведущим практические и лабораторные занятия по курсу «Основы экономики ядерного топливного цикла» рекомендуется использовать следующие учебные пособия, методические и справочные материалы.

1. Бабаев Н.С. и др. Ядерная энергетика. Человек и окружающая среда. - М.: Энергоиздат, М.: 1981. УДК 621.039.
2. Синев Н.М. Экономика ядерной энергетики.: Учеб.пособие для вузов. - 3-е изд. - М.: Энергоатомиздат, 1987. УДК 621.039.54.003
3. А.Уолтерс, А. Рейнольдс. Реакторы размножители на быстрых нейтронах. М.Энергоатомиздат.1986.
4. Харитонов В.В. Энергетика. Техничко-экономические основы. – М.: МИФИ, 2007, УДК 620.9(075).

В случае необходимости дополнительную информацию по вопросам, затрагиваемым в курсе «Основы экономики ядерного топливного цикла», можно получить, используя следующие печатные материалы:

1. Справочник по ядерной технологии.(пер.с англ.под ред.В.А. Легасова). М. Энергоатомиздат, 1989.
2. Г.Кесселер. Ядерная энергетика. М. Энергоатомиздат, 1986.
3. У.Я.Маргулис. Атомная энергия и радиационная безопасность. М. Энергоатомиздат, 1988.

4. Ядерное нераспространение. Под ред. В.А.Орлова. М. Центр ПИР,2000.
5. Г.М. Пшанкин, Н.И. Гераскин, В.М. Мерогов и др. Ядерное нераспространение. М.: МИФИ, 2006, УДК 621.039.5(075).
6. Синев Н.М., Батуров Б.Б.. Экономика атомной энергетики. М. Энергоатомиздат, 1984.

Необходимо дать студентам систематическое представление об ядерной энергетике как об отрасли, о задачах научных исследований, связанных с внедрением и расширением сферы использования ядерной энергии, с проблемами ядерной и радиационной безопасности, с современными технологиями ядерного топливного цикла, с существующими подходами к оценке сырьевых и экономических показателей на разных стадиях топливного цикла.

Надо подготовить будущих специалистов к самостоятельному принятию решений при разработке ядерно-энергетических установок (ЯЭУ) различных типов и анализе новых реакторных концепций, при проведении комплексных системных исследований с учетом обеспеченности топливом, безопасности, воздействия на окружающую среду и экономических показателей.

Автор(ы):

Гераскин Николай Иванович, к.т.н., доцент