

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Димитровградский инженерно-технологический институт –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ДИТИ НИЯУ МИФИ)**

**УТВЕРЖДАЮ:**

Декан физико-технического факультета

(в состав, которого входит кафедра-составитель)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.ОД2.1.Современные проблемы ядерного топливного цикла ядерной энергетики

Направление подготовки \_\_\_\_\_ 03.04.02 Ядерные физика и технологии

Квалификация выпускника \_\_\_\_\_ Магистр

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная

Выпускающая кафедра \_\_\_\_\_ Кафедра ядерных реакторов и материалов

Кафедра-разработчик рабочей программы \_\_\_\_\_ Кафедра ядерных реакторов и материалов

Семестр	Трудоемкость час. (ЗЕТ)	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., час./зачет)
3	144 (4)	18	18	0	108	зачет
<b>Итого</b>	<b>144 (4)</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>108</b>	<b>зачет</b>

Димитровград  
2022 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО .....	3
3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....	3
4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	6
6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ) .....	6
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	8
9 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ ..	8

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** преподавания «Современные проблемы топливного цикла ядерной энергетики» – дать будущим магистрам ядерной физики общее представление об ядерной энергетике как отрасли народного хозяйства, о состоянии и развитии ядерной энергетике в мире и в России, о существующих технических решениях и характеристиках современных ядерно-энергетических установок, об основных предпосылках, предопределяющих развитие отрасли, и проблемах, требующих научного анализа, технических и технологических решений. Рассматриваются проблемы эффективного использования природных ресурсов ядерного топлива, проблемы топливных циклов и обращения с отходами, возможные стратегии развития ядерной энергетике, перспективные концепции ядерно-энергетических установок, экологические проблемы. Материалы дисциплины базируются на известных монографиях и научной периодике. В программе учтено, что вопросы, относящиеся к проблемам безопасности и экономики ядерной энергетике, подробно рассматриваются в других дисциплинах.

Материал «Современные проблемы топливного цикла ядерной энергетики» базируется на знаниях, полученных студентами при изучении учебных курсов «Физика», «Химия», «Физика атомного ядра».

### **Задачи дисциплины:**

Основные задачи курса – привить будущим специалистам интерес и привычку к просмотру и анализу материалов научной периодики. Для этой цели служит подготовка реферата.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Современные проблемы топливного цикла ядерной энергетики относится к вариативной части обязательных дисциплин блока 1 профессионального модуля учебного плана.

Знания, умения и навыки, полученные при освоении учебной дисциплины «Современные проблемы топливного цикла ядерной энергетики», применяются в изучении следующих дисциплин: Философские проблемы науки и техники, Современные проблемы топливного цикла ядерной энергетике, Современные проблемы топливного цикла ядерной энергетике, Теория переноса ионизирующих излучений, Технологическая практика, Государственная итоговая аттестация.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 3.1 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Код компетенции	Содержание компетенции
ПК-12	способностью объективно оценить предлагаемое решение или проект по отношению к современному мировому уровню, подготовить экспертное заключение
ПК-13	способностью понимать современные профессиональные проблемы, современные ядерные технологии, научно-техническую политику ядерной сферы деятельности

Студенты, завершившие изучение данной дисциплины, должны

Знать:

- Техничко-экономические предпосылки развития ядерной энергетике. Физические основы топливных циклов ядерной энергетике. Возможности обезвреживания РАО.

- Основные типы ядерно-энергетических установок. Особенности экономического развития отрасли на современном этапе.

Владеть:

- методами анализа альтернативных ядерно-энергетических систем;
- основными методами теоретического и экспериментального исследования, методами поиска и обработки информации, методами решения задач с привлечением полученных знаний.

В процессе освоения дисциплины у студентов приобретаются знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы:

Уметь:

- разрабатывать математическое обеспечение отдельных стадий технологических процессов ядерного топливного цикла как объектов управления;
- применять технические средства и информационные технологии при разработке, внедрении и эксплуатации аппаратов ядерного топливного цикла.

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетных единиц (ЗЕТ), 144 академических часов.

Таблица 4.1

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел
		Лекции	Практ. работы	Лаб. работы	В т.ч. в ИФ	Самостоятельная работа			
3 семестр									
1	Технико-экономические предпосылки развития ядерной энергетики.	3	3			18	Р	УО	16
2	Основные типы ядерно-энергетических установок.	3	3			18	Р	УО	16
3	Физические основы топливных циклов ядерной энергетики.	3	3			18	Р	УО	16
4	Альтернативные ядерно-энергетические системы.	3	3			18	Р	УО	16
5	Ядерная энергетика и экология.	3	3			18	Р	УО	18
6	Экономика и правовые основы ядерной отрасли.	3	3			18	Р	УО	18
	Зачет								
Итого за 3 семестр:		18	18	-		108			100

Р – реферат, УО – устный опрос.

### 4.2 Содержание дисциплины

4.2.1 Наименование тем, их содержание и объём в часах

#### 1 Технико-экономические предпосылки развития ядерной энергетики.

Научные открытия и предпосылки возникновения и развития ядерной энергетики. Становление ядерной энергетики как отрасли. Современное состояние ядерной энергетики в России и зарубежных странах. Невозобновляемые природные топливные ресурсы: размещение,

оценки запасов, масштабы расходования, обеспеченность на перспективу. Ограничения на использование природных ресурсов. Разведанные запасы урана, их размещение, особенности добычи.

Ядерное топливо. Особенности и показатели эффективности его использования в реакторах атомных электростанций. Понятие о топливном цикле и основных его звеньях.

Исторические, физические и технико-экономические предпосылки различных направлений в реакторостроении.

## **2 Основные типы ядерно-энергетических установок.**

Реакторы на природном уране. Магноксовые реакторы. Тяжеловодные реакторы. Сравнительные характеристики по эффективности использования урана.

Канальные уран-графитовые и тяжеловодные кипящие реакторы на слабо обогащённом уране. Основные характеристики. Эффективность использования топлива.

Корпусные легководные реакторы. Особенности конструкций и основные характеристики. Эффективность использования ядерного топлива в условиях открытого цикла.

Реакторы на быстрых нейтронах. Их потенциальная роль в ядерной энергетике. Основные концепции и их принципиальные особенности. Состояние разработок.

## **3 Физические основы топливных циклов ядерной энергетике.**

Высокотемпературные реакторы. Особенности. Существующие концепции и состояние разработок. Потенциальная роль в будущей ядерной энергетике.

Жидкосолевые реакторы: концепции, физико-технические особенности, потенциальная роль в комплексной ядерной энергетике.

## **4 Альтернативные ядерно-энергетические системы.**

Плутоний как ядерное топливо. Возможности и эффективность использования плутония в реакторах различных типов. Плутониевое топливо в аспектах ядерной и радиационной безопасности. Проблема нераспространения.

Уран-ториевый топливный цикл. Принципиальные возможности и перспективы внедрения в реакторах существующих и перспективных типов. Уран-ториевый цикл в аспектах ядерной и радиационной безопасности.

Альтернативные концепции ЯЭУ: физические принципы, состояние разработок.

## **5 Ядерная энергетика и экология.**

Международные программы и проекты перспективных ЯЭУ ("ИНПРО", "Поколение-IV").

## **6 Экономика и правовые основы ядерной отрасли.**

Ядерная энергетика и окружающая среда. Проблемы обращения с отходами.

### **4.2.2 Темы практических занятий, их содержание и объём в часах**

Реферат на актуальную тему по материалам периодических научных изданий.

### **4.3 Организация самостоятельной работы студентов**

Учебным планом дисциплины на самостоятельную работу студентов отводится 108 часов в 3 семестре.

В качестве самостоятельной работы студент выполняет задания, указанные в методических материалах.

Также предусмотрено время самостоятельной работы для подготовки к итоговым контрольным по разделам.

Вид самостоятельной работы	Самостоятельная работа студента (СРС)
<b>3 семестр</b>	
Изучение теоретического материала (задания лектора)	0
Подготовка к контрольным работам и тестам по материалам лекций	26
Подготовка отчетов о решаемых задачах и защита лабораторных работ	36
Зачет	46

Отчетность по самостоятельной работе – опрос студента на лекционных, зачете и решение контрольных заданий.

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся представлены в Приложении 2.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

При проведении лекционных занятий по дисциплине используются:

–мультимедийные презентации, отображаемые с помощью видеопроектора на специальном экране,

–проблемная лекция,

–лекция-дискуссия.

При проведении практических (семинарских) используются следующие методы:

–деловые игры,

–метод развивающейся кооперации (кейс – метод),

–ситуационные задачи.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)**

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний студентов ДИТИ НИЯУ МИФИ.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (-ями), ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

–тестирование;

–письменные домашние задания;

–выполнение докладов, эссе;

–защита рефератов;

–дискуссии;

Промежуточный контроль студентов производится в следующих формах:

–тестирование;

–коллоквиумы.

Итоговый контроль студентов производится лектором (преподавателем, ведущим занятия в группах) и является оценкой знаний обучающегося. Зачет проводится в устно-письменной форме по вопросам.

Фонд оценочных средств представлен в Приложении 3.

### **6.1.1 Модели контролируемых компетенций**

ПК-12 способностью объективно оценить предлагаемое решение или проект по отношению к современному мировому уровню, подготовить экспертное заключение

ПК-13 способностью понимать современные профессиональные проблемы, современные ядерные технологии, научно-техническую политику ядерной сферы деятельности

Студенты, завершившие изучение данной дисциплины, должны

Знать:

- Техничко-экономические предпосылки развития ядерной энергетики. Физические основы топливных циклов ядерной энергетики. Возможности обезвреживания РАО.

- Основные типы ядерно-энергетических установок. Особенности экономического развития отрасли на современном этапе.

Владеть:

- методами анализа альтернативных ядерно-энергетических систем;
- основными методами теоретического и экспериментального исследования, методами поиска и обработки информации, методами решения задач с привлечением полученных знаний.

В процессе освоения дисциплины у студентов приобретаются знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы:

Уметь:

- разрабатывать математическое обеспечение отдельных стадий технологических процессов ядерного топливного цикла как объектов управления;
- применять технические средства и информационные технологии при разработке, внедрении и эксплуатации аппаратов ядерного топливного цикла.

6.1.2. Программа оценивания контролируемой компетенции:

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			текущий	рубежный
1	Технико-экономические предпосылки развития ядерной энергетики.	ПК-12, ПК-13	Р	УО
2	Основные типы ядерно-энергетических установок.	ПК-12, ПК-13	Р	УО
3	Физические основы топливных циклов ядерной энергетики.	ПК-12, ПК-13	Р	УО
4	Альтернативные ядерно-энергетические системы.	ПК-12, ПК-13	Р	УО
5	Ядерная энергетика и экология.	ПК-12, ПК-13	Р	УО
6	Экономика и правовые основы ядерной отрасли.	ПК-12, ПК-13	Р	УО

Формами аттестации по дисциплине являются Р – реферат, УО – устный опрос и зачет в 3-м семестре.

**6.2. Оценочные средства для входной, текущей и промежуточной аттестации (аннотация).**

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Реферат	доклад на выбранную студентом тему, освещение содержания выбранной научной работы.	Темы реферативных работ
2	Устный опрос	Средство, позволяющее оценить теоретическую подготовленность и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.	Проблемные вопросы

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

### Основная литература:

1. Е.О. Адамов, Л.А. Большов, И.Х. Ганев и др. Белая книга ядерной энергетики. Москва, ГУП НИКИЭТ 2001.
2. Стратегия развития атомной энергетики России в первой половине XXI века. Москва, Минатом 2000.
3. Н.С. Бабаев, В.Ф. Дёмин, Л.А. Ильин и др. Ядерная энергетика, человек и окружающая среда. Москва, Энергоатомиздат 1984.
4. Г. Кесслер. Ядерная энергетика. Москва, Энергоатомиздат 1986.

### Дополнительная литература:

1. Синев Н.М. Экономика ядерной энергетики.: Учеб. пособие для вузов. - 3-е изд. - М.: Энергоатомиздат, 1987.
2. Бабаев Н.С. и др. Ядерная энергетика. Человек и окружающая среда. - М.: Энергоиздат, М.: 1984.

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Научная электронная библиотекаelibrary.ru
2. Фонд электронно-библиотечной системы образовательных и просветительских изданий IQlib, www. IQlib.ru.
3. Электронная библиотечная системаиздательства Лань, [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com).
4. Электронное периодическое издание «KnigaFund.Ru»,  
<http://www.knigafund.ru/books/149292/read>

Методические указания для студентов по освоению дисциплины представлены в Приложении 4.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия:

- комплект электронных презентаций/слайдов,
  - аудитории корп.3; оснащенные презентационной техникой (проектор, экран, компьютер),
  - рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- Практические занятия (семинарского типа):
- презентационная техника (проектор, экран, компьютер) – корп.3
  - пакеты ПО (общего назначения).

**Программное обеспечение** - MSOffice: PowerPoint.

## 9 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Конспектирование лекции. Взаимодействие с преподавателем по возникающим вопросам.
Реферат	доклад на выбранную студентом тему, освещение содержания выбранной научной работы.