

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ Ядерной физики и технологий

Одобрено на заседании
УМС ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол № 1-8/2022 от 30.08.2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ДИНАМИКА ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

название дисциплины

для студентов направления подготовки

14.04.01 ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОФИЗИКА

название специальности/направления подготовки

образовательная программа

Эксплуатация атомных электрических станций и установок

название специализации/профиля

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2022 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – дать студентам систематическое изложение основ динамики реакторов.

Задачи дисциплины – дать знания об аналитических и числовых решениях уравнений кинетики и динамики реакторов, анализ основных причин обратных связей в процессе работы реактора в стационарном и переходном режимах

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина реализуется в рамках обязательной части и относится к профессиональному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Ядерная физика, Ядерные энергетические реакторы, Физика ядерных реакторов, Кинетика ядерных реакторов.

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Производственная практика: преддипломная практика.

Дисциплина изучается на 1 курсе в семестре 1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ООП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-4	способен использовать в разработке технических проектов новые информационные технологии и алгоритмы	З-ПК-4 знать основы компьютерных и информационных технологий; У-ПК-4 уметь обобщать и анализировать информацию В-ПК-4 владеть информацией по перспективам развития атомной энергетики

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	Количество часов на вид работы:
Контактная работа обучающихся с преподавателем	
Аудиторные занятия (всего)	Из РУП
В том числе:	
<i>лекции</i>	Из РУП
<i>практические занятия</i> <i>(из них в форме практической подготовки) (при наличии, см. комментарий внизу)</i>	Из РУП (Из РУП)
<i>лабораторные занятия</i> <i>(из них в форме практической подготовки) (при наличии, см. комментарий внизу)</i>	Из РУП (Из РУП)
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
<i>зачет</i>	часы для з.ф.
<i>зачет с оценкой</i>	часы для з.ф.
<i>экзамен</i>	Из РУП
Самостоятельная работа обучающихся	
Самостоятельная работа обучающихся	Из РУП
Всего (часы):	
Всего (зачетные единицы):	

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

6.1 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебной работы				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1-8	1. Название раздела 1					
1.	Динамика ядерных реакторов					
1	Принципиальная схема 1000	1	-	0		6
1	Энергетические балансы в основном оборудовании ЯЭУ	1	-	1		6
3	Динамика изменения параметров рабочих сред и элементов оборудования при нарушении энергетических балансов	1	-	1		6
3-5	Системы обеспечения безопасности	2	-	2		6
5	Аппаратура контроля в различных диапазонах уровня мощности	1	-	1		7
7	Система управления реактора	1	-	1		7
7-9	Алгоритмы управления. защита	2	-	1		7
9-11	Защита по превышению и понижению давления	1	-	1		6
11	Защита по тепловым параметрам и отказам оборудования I контура	1	-	1		5
13	Защита по нейтронным параметрам	1	-	1		5
13	Температурные и эффекты реактивности в	2	-	2		6
15	Причины наиболее тяжелых аварий и роль системы управления	2	-	2		9
	Всего:	16	-	16		76

Прим.: Лек – лекции, Сем/Пр – семинары, практические занятия, Лаб – лабораторные занятия, СРО – самостоятельная работа обучающихся

6.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1.	Динамика ядерных реакторов	
1	Принципиальная схема АЭС ВВЭР-1000	Схема I контура, назначение, устройство, характеристики и принципы работы основного оборудования I контура. Схема II контура, назначение, устройство, характеристика и принципы работы основного оборудования II контура. Функциональные связи между оборудованием. Схема управляющих воздействий и роль обратных связей.
1	Энергетические балансы в основном оборудовании ЯЭУ	Уравнение баланса передачи тепла от топлива к теплоносителю I контура. Уравнение баланса передачи тепла теплоносителем от реактора к парогенератору. Уравнение баланса передатепла в ПГ от теплоносителя I контура к воде-пару II контура. Уравнение баланса энергии в турбине и конденсаторе. Уравнение баланса передачи энергии от турбины к генератору.
3	Динамика изменения параметров рабочих сред и элементов оборудования при нарушении энергетических балансов	Влияние обратных связей. Роль положительного парового эффекта реактивности в развитии аварии на реакторе РБМК ЧАЭС.
3-5	Системы обеспечения безопасности	Малая течь I контура. Большая течь I контура. Гидроаккумулирующие емкости. Спринклерная система. Обеспечение электроснабжения при обесточивании АЭС.
5	Аппаратура контроля различных диапазонов уровня мощности	Принципы формирования сигналов по уменьшению периода разгона реактора и превышению уровня мощности. Период и реактивность в надкритическом и подкритическом реакторах.
7	Система управления защиты реактора	Группирование рабочих органов СУЗ. Дифференциальная и интегральная характеристики рабочих органов СУЗ. Система борного регулирования.

7-9	Алгоритмы управления. Аварийная защита	Ускоренная разгрузка блока. Предупредительная защита I рода. Предупредительная защита II рода. Разгрузка ограничения мощности. Автоматическое регулирование мощности.
9-11	Защита по превышению и понижению давления	Повышение давления во II контуре, возможные причины. Срабатывание БРУ-К, БРУ-А, предохранительных клапанов. Влияние повышения давления во II контуре на работу реактора. Повышение давления в I контуре, возможные причины. Срабатывание устройств в компенсаторе давления, снижающих давление в I контуре. Понижение давления во II контуре, возможные причины. Влияние понижения давления во II контуре на работу реактора. Снижение давления в I контуре, возможные причины. Срабатывание устройств, повышающих давление в I контуре.
11	Защита по тепловым параметрам и отказам оборудования I контура	Отключение одного и двух ГЦН при различных уровнях мощности. Принцип упреждающей защиты. Формирование сигналов об отключении ГЦН. Инерционный «выбег» ГЦН.
13	Защита по нейтронным параметрам	Защита по периоду удвоения мощности. Увеличение эффективности защитного воздействия по мере ускорения разгона реактора. Защита по превышению уровня нейтронной мощности. Увеличение эффективности защитного воздействия по мере нарастания превышения мощности заданного уровня.
13	Температурные и мощностные эффекты реактивности в реакторах различных типов	Физические причины возникновения эффектов реактивности различного знака. Температурные и плотностные эффекты топлива, замедлителя и теплоносителя. Влияние жидкостного борного регулирования
15	Причины наиболее тяжелых аварий и роль системы управления	Реакторы нового поколения с внутренне-присущей безопасностью.

Лабораторные занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1. Динамика ядерных реакторов		
1-3	Аппаратура Контроля в различных диапазонах уровня мощности	Определение критического положения десятой группы поглощающих стержней методом экстраполяции кривой обратного умножения. Определение критической концентрации борного поглотителя методом экстраполяции кривой обратного умножения
5-7	Система Управления и защиты реактора	Измерение относительной характеристики 10-й группы регулирующих стержней в подкритическом состоянии реактора. Измерение относительной характеристики 10-й группы поглощающих стержней в критическом состоянии реактора методом перекомпенсации на борный поглотитель
9-11	Алгоритмы управления. Аварийная защита	Определение абсолютной эффективности 10-й группы поглощающих стержней. Измерение коэффициента реактивности борного поглотителя методом разгона реактора, определение эффективности 10-й группы поглощающих стержней, оценка температурного коэффициента реактивности теплоносителя
13-15	Температурные и мощностные эффекты реактивности в реакторах различных типов	Измерение мощностного коэффициента реактивности при разном числе работающих ГЦН. Определение температурных коэффициентов топлива и теплоносителя. Измерение скорости ввода реактора в йодную яму

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Статьи в периодических изданиях: «Атомная энергия», «Известия вузов.Ядерная энергетика».

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущий контроль			
1.	Принципиальная схема АЭС ВВЭР-1000	ПК-4	Коллоквиум
2.	Энергетические балансы в основном оборудовании ЯЭУ		
3.	Динамика изменения параметров рабочих сред и элементов оборудования при нарушении энергетических балансов		
4.	Системы обеспечения безопасности		
5.	Аппаратура контроля в различных диапазонах уровня мощности		Доклад
6.	Система управления и защиты реактора		
7.	Алгоритмы управления. Аварийная защита		
8.	Защита по превышению и понижению давления		
9.	Защита по тепловым параметрам и отказам оборудования I контура		
10.	Защита по нейтронным параметрам		
11.	Температурные и мощностные эффекты реактивности в реакторах различных типов		
12.	Причины наиболее тяжелых аварий и роль системы управления		
Промежуточный контроль			
	Зачет	ПК-8	Вопросы к зачету

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

8.2.1 Зачет

а) типовые вопросы к зачету:

1. Процессы, протекающие в ядерном реакторе в ходе эксплуатации. Выгорание топлива, накопление продуктов деления, отравление.
2. Обратные связи и безопасность реактора.
3. Типы возможных аварий на АЭС. Способы их предотвращения и снижения тяжести их последствий.
4. Принцип работы ядерного реактора. Цепная реакция деления.
5. Баланс нейтронов. Критическое, надкритическое и подкритическое состояния реактора. Эффективный коэффициент размножения нейтронов, зависимость его от радиуса.
6. Температурные и мощностные эффекты реактивности.
7. Роль запаздывающих нейтронов.
8. Отравление реактора ксеноном-135, йодная яма.
9. Измерение относительной характеристики стержней.
10. Метод экстраполяции кривой обратного умножения и его значение для безопасного пуска реактора.
11. Связь реактивности и периода разгона реактора. Формула обратных часов.
12. Формула четырех сомножителей.
13. Процессы, протекающие в реакторе во время его работы.
14. Факторы опасности ядерного реактора.
15. Теплоносители ядерных реакторов. особенности водяного, газового, жидкометаллического и жидкосолевого теплоносителей. Их достоинства и недостатки.
16. Реакторы на тепловых и быстрых нейтронах, их достоинства и недостатки.
17. Корпусные и канальные ядерные реакторы.
18. Классификация реакторов по назначению.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний на экзамене входят:

1. уровень освоения студентом материала, предусмотренного учебной программой;
2. полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного;
3. обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;
4. ответы на дополнительные вопросы.

в) описание шкалы оценивания:

В экзаменационный билет входит 2 вопроса. Максимальная сумма баллов за ответ на один вопрос билета - 20 баллов.

15-20 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который :

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретических вопросов билета.

8-14 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

1-7 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов
- ответил на один из двух вопросов билета.

0 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- имеет пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, не может дать четкого определения основных понятий;

- не может разобраться в конкретной ситуации;

- не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний.

8.2.2 Коллоквиум

а) типовые вопросы - образец:

19. Назначение, устройство, характеристики и принципы работы основного оборудования I контура.

20. Назначение, устройство, характеристики и принципы работы основного оборудования II контура.

21. Функциональные связи между оборудованием.

22. Схема управляющих воздействий и роль обратных связей

23. Уравнение баланса передачи тепла от топлива к теплоносителю I контура.

Уравнение баланса передачи тепла теплоносителем от реактора к парогенератору.

24. Уравнение баланса передачи тепла в ПГ от теплоносителя I контура к воде-пару II контура.

25. Уравнение баланса энергии в турбине и конденсаторе.

26. Уравнение баланса передачи энергии от турбины к генератору.

27. Влияние обратных связей.

28. Обеспечение электроснабжения при обесточивании АЭС.

29. Принципы формирования сигналов по уменьшению периода разгона реактора и превышению уровня мощности.

30. Период и реактивность в надкритическом и подкритическом реакторах.

31. Группирование рабочих органов СУЗ.

32. Дифференциальная и интегральная характеристики рабочих органов СУЗ.

33. Предупредительная защита I рода.
34. Предупредительная защита II рода.
35. Разгрузка ограничения мощности.
36. Автоматическое регулирование мощности.

б) критерии оценивания компетенций (результатов): В критерии оценки знаний по коллоквиуму входят:

1. уровень освоения студентом материала, предусмотренного учебной программой;
2. полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного;
3. обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;
4. ответы на дополнительные вопросы.

в) описание шкалы оценивания:

На коллоквиуме задается 2 вопроса, каждый из которых оценивается следующим образом:

14-15 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретических основ вопроса.

12-13 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

1-11 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических основ вопроса;

0 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- имеет пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине, не может дать четкого определения основных понятий;
- не обладает достаточным объемом знаний.

8.2.3 Доклад

а) типовые темы докладов - образец:

1. Принципы работы основного оборудования I контура.
2. Принципы работы основного оборудования II контура.
3. Схема управляющих воздействий и роль обратных связей.
4. Уравнение баланса передачи тепла от топлива к теплоносителю I контура. Уравнение баланса передачи тепла теплоносителем от реактора к парогенератору.
5. Уравнение баланса передачи тепла в ПГ от теплоносителя I контура к воде-пару II контура.
6. Уравнение баланса энергии в турбине и конденсаторе.
7. Уравнение баланса передачи энергии от турбины к генератору.

8. Роль положительного парового эффекта реактивности в развитии аварии на реакторе РБМК ЧАЭС.

9. Малая течь I контура. 10. Большая течь I контура. 11. Гидроаккумулирующие емкости. 12. Спринклерная система.

13. Обеспечение электроснабжения при обесточивании АЭС. б) критерии оценки:

Показатели оценки	Критерии оценки	Баллы (max)
1. Новизна информации	- актуальность проблемы и темы; - новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы; - наличие авторской позиции, самостоятельность суждений.	6
2. Степень раскрытия сущности проблемы	- полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы; - обоснованность способов и методов работы с материалом; - умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал; - умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы.	10
3. Обоснованность выбора источников	- круг, полнота использования литературных источников по проблеме; - привлечение новейших работ по проблеме (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.).	6
4. Соблюдение требований к оформлению	- грамотность и культура изложения; - владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы; - соблюдение требований к объему доклада.	6
5. Грамотность	- литературный стиль.	2

в) описание шкалы оценивания:

18-30 баллов контрольная точка считается выполненной. 0-17 баллов доклад отдается на доработку.

8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

- Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.
- Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.
- Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.
- Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:
 - контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
 - контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущая аттестация	-		
Коллоквиум	8	18	30
Текущая аттестация	-		
Доклад	16	18	30
Промежуточная аттестация	-		
Вопрос 1	-	12	20
Вопрос 2	-	12	20
ИТОГО по дисциплине	-	60	100

Процедура оценивания знаний, умений, владений по дисциплине включает учет успешности по всем видам заявленных оценочных средств.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде экзамена, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Экзамен предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний и умений приводить примеры практического использования знаний, приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления.

Оценка сформированности компетенций на экзамене для тех обучающихся, которые пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций во время изучения дисциплины, проводится после индивидуального собеседования с преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на экзамене.

8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных обучающимся при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

<i>Сумма баллов</i>	<i>Оценка по 4-х балльной шкале</i>	<i>Оценка ECTS</i>	<i>Требования к уровню освоения учебной дисциплины</i>
90-100	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, 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 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твёрдо 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 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	D	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, 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		E	
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

1. Выговский, С.Б. Безопасность и задачи инженерной поддержки эксплуатации ядерных энергетических установок с ВВЭР [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. Б. Выговский, Н. О. Рябов, Е. В. Чернов. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2013.
2. Наумов, В.И. Физические основы безопасности ядерных реакторов [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. И. Наумов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2013.
3. Казанский Ю. А. Кинетика ядерных реакторов. Коэффициенты реактивности. Введение в динамику: учеб. пособие для студ. вузов / Ю. А. Казанский, Я. В. Слекеничс. - М.: НИЯУ МИФИ, 2012. - 300 с.: ил.

б) дополнительная учебная литература:

1. Б.А. Дементьев, Кинетика и регулирование ядерных реакторов (учебное пособие) М, Энергоатомиздат, 1986.
2. Постников, В.В. Контроль распределения энерговыделения в активной зоне ядерного реактора [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. В. Постников, И. С. Якунин. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2012.
2. Емельянов И.Я, Селиверстов Б.Н, Гаврилов П.А. Управление и безопасность ядерных энергетических реакторов М, Атомиздат 1995.
3. Маргулова Т.Х. Атомные электрические станции. Учебник для вузов.М.: Атомная техника, 1984.
4. Дементьев Б.А. Ядерные энергетические реакторы: Учеб. для вузов. - 2-еизд., перераб. и доп. - М.: Энергоиздат, 1990. - 352 с., ил.

10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Нормативная база Атомэнергопроект : [Электронный ресурс] URL: <http://atomenergoprom.ru/invest/rules/>(Дата обращения: 10.05.2020).
2. Энциклопедия атома Росатом - корпорация знаний: [Электронный ресурс] URL: http://www.rosatom.ru/journalist/videogallery/enciklopediya_atoma/defDocument (Дата обращения: 10.05.2020).
3. Российское атомное сообщество: [Электронный ресурс] URL: <https://www.atomic-energy.ru>(Дата обращения: 10.05.2020).
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: [Электронный ресурс] URL: <http://elibrary.ru> (Дата обращения: 10.05.2020).
5. Электронно-библиотечная система издательство "Лань": [Электронный ресурс] URL: www.e.lanbook.com (Дата обращения: 10.05.2020).
6. Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ": [Электронный ресурс] URL: www.library.mephi.ru (Дата обращения: 10.05.2020).
7. E-learning for Nuclear Newcomers [Электронный ресурс] URL:<http://www.iaea.org/NuclearPower/Infrastructure/elearning> (Дата обращения: 10.05.2020).
8. Росатом [Электронный ресурс] URL:<http://www.rosatom.ru> (Дата обращения: 10.05.2020).

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации.</p>
Практические занятия	<p>При подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия и схемы по темам лекционных занятий. Предварительно понять, какой теоретический материал нужно изучить для практического занятия. Обратиться за дополнительной информацией в интернет источники.</p>
Доклад	<p>Работа по подготовке доклада включает не только знакомство с литературой по избранной тематике, но и самостоятельное изучение определенных вопросов. Она требует от студента умения провести анализ изучаемых государственно-правовых явлений, способности наглядно представить итоги проделанной работы, и что очень важно – заинтересовать аудиторию результатами своего исследования.</p> <p>Подготовка научного доклада включает несколько этапов работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выбор темы научного доклада; 2. Подбор материалов; 3. Составление плана доклада. Работа над текстом; 4. Оформление материалов выступления; 5. Подготовка к выступлению. <p>Структура и содержание доклада</p> <p>Введение - это вступительная часть научно-исследовательской работы. Автор должен приложить все усилия, чтобы в этом небольшом по объему разделе показать актуальность темы, раскрыть практическую значимость ее, определить цели и задачи эксперимента или его фрагмента.</p> <p>Основная часть. В ней раскрывается содержание доклада. Как правило, основная часть состоит из теоретического и практического разделов. В теоретическом разделе раскрываются история и теория исследуемой проблемы, дается критический анализ литературы и показывается позиция автора. В практическом разделе излагаются методы, ход, и результаты самостоятельно проведенного эксперимента или фрагмента. В основной части могут быть также представлены схемы, диаграммы, таблицы, рисунки и т.д.</p> <p>В заключении содержатся итоги работы, выводы, к которым пришел автор, и рекомендации. Заключение должно быть кратким, обязательным и соответствовать поставленным задачам.</p>

Коллоквиум	При подготовке к коллоквиуму необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, перечень ресурсов сети интернет.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, перечень ресурсов сети интернет. Дополнительно к изучению конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками по ядерным технологиям. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемых тем дисциплины. При подготовке к экзамену нужно освоить теорию: разобрать определения всех понятий, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы.

12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

12.1 Перечень информационных технологий

- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
- Интерактивное общение с помощью программы skype.
- Использование электронных презентаций при проведении практических занятий.

12.2 Перечень программного обеспечения

- Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «WindowsMediaPlayer»).
- Программы для демонстрации и создания презентаций («MicrosoftPowerPoint»).

13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.

Учебная аудитория на 30 мест с мультимедийным оборудованием, программное обеспечение для компьютерных презентаций. Доска.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Применяемые на лекционных занятиях

1. Технология концентрированного обучения (лекция-беседа, привлечение внимания студентов к наиболее важным вопросам темы, содержание и темп изложения учебного материала определяется с учетом особенностей студентов)
2. Технология активного обучения (визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций)

Применяемые на практических занятиях

3. Технология активного обучения (визуальный семинар с разбором конкретных задач).
4. Технология интерактивного обучения (мозговой штурм: группа получает задание, далее предполагается высказывать как можно большее количество вариантов решения, затем из общего числа высказанных идей отбираются наиболее удачные, которые могут быть использованы на практике).

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1.	Принципиальная схема АЭС ВВЭР-1000	Лекции	3	визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
2.	Энергетические балансы в основном оборудовании ЯЭУ	Лекции	2	лекция-беседа
3.	Динамика изменения параметров рабочих сред и элементов оборудования при нарушении энергетических балансов	Лекции	3	визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций

4.	Системы обеспечения безопасности	Лекции	3	визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
5.	Аппаратура контроля в различных диапазонах уровня мощности	Лекции, Практические занятия	10	лекция-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
6.	Система управления и защиты реактора	Лекции, Практические занятия	10	лекция-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
7.	Алгоритмы управления. Аварийная защита	Лекции, Практические занятия	11	лекция-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
8.	Защита по превышению и понижению давления	Лекции	2	визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
9.	Защита по тепловым параметрам и отказам оборудования I контура	Лекции	2	визуальная лекция с разбором конкретных ситуаций
10.	Защита по нейтронным параметрам	Лекции	2	лекция-беседа
11.	Температурные и мощностные эффекты реактивности в реакторах различных типов	Лекции, Практические занятия	12	лекция-беседа, визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
12.	Причины наиболее тяжелых аварий и роль системы управления	Лекции	4	лекция-беседа

15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных

психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополни-тельной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае обучающийся предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия обучающийся может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия обучающийся должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем обучающийся в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составил:

Г.И. Тошинский, д.т.н., профессор

Рецензент:

В.В. Коробейников, д.ф.-м.н., профессор