

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

План одобрен
Ученым советом ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол № 25.8 от 25.08.2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Ввод, вывод и эксплуатация АЭС

название дисциплины

для студентов специальности

14.05.01 Ядерные реакторы и материалы

Код и название специальности

Образовательная программа

Ядерные реакторы

Шифр, название специализации

Форма обучения: очная

г. Обнинск

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины:

- передача студентам фундаментальных основных знаний об основных этапах проектирования АЭС, поэтапных работ по вводу АЭС в эксплуатацию, начального периода эксплуатации и выводу из эксплуатации.
-

Задачи изучения дисциплины:

Дать будущему специалисту знания

- о протекании аварийных и переходных процессов в ЯЭУ при нарушениях нормальной эксплуатации и авариях;
- о нормативном регулировании эксплуатации АЭС;
- о методах обеспечения безопасности АЭС;
- о методах количественной оценки безопасности АЭС.

Дать будущему специалисту навыки

- расчета надежности систем оборудования АЭС;
- оценки достаточности мер по обеспечению безопасности АЭС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП)

Дисциплина реализуется в рамках профессионального модуля.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Теория вероятностей и математическая статистика, Конструкции ядерных реакторов, Инженерные расчеты и проектирование ядерных установок, Физика ядерных реакторов.

Дисциплина изучается на 5 курсе в 10 семестре.

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

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

Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-5.1	Способен управлять содержанием проекта (программы) в области атомной энергетики	З-ПК-5.1 Знать основные этапы ввод, вывод и эксплуатация атомных электрических станций с реакторными установками различных проектов. У-ПК-5.1 Уметь проводить оценку безопасности АЭС на этапе ввода, вывода и эксплуатации. В-ПК-5.1 Владеть основными подходами и методами анализа безопасности АЭС с реакторными установками различных проектов, владеть навыками использования передовых программных комплексов в области реакторостроения.

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

Интеллектуальное воспитание	- формирование культуры умственного труда (B11)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
Профессиональное воспитание	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за научно-технические достижения России, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности за результаты исследований и их последствия, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечение в реальные научно-исследовательские проекты.
	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин, профессионального модуля для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские курсовые проекты. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.

	- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20); - формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21); - формирование творческого инженерного мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепления рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
	- формирование культуры информационной безопасности (B23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.
	- формирование культуры ядерной и радиационной безопасности (B24); - формирование профессиональной ответственности в области разработки, а также применения современных методов, приборов и систем для достижения устойчивого развития мирных ядерных технологий, направленных на улучшение труда и жизни человека (B25); - формирование ответственной позиции по применению ядерных технологий в свете	1. Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2. Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Экология», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Ядерные технологии», «Радиационная гигиена», «Атомное право», «Радиационная и экологическая безопасность объектов ЯТЦ» для формирования личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре

	сохранения окружающей среды для будущих поколений (B26)	ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами. 3. Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Информатика», «Принципы обеспечения безопасности АЭС», «Принципы обеспечения безопасности эксплуатации АЭС», «Критерии безопасности и оценки риска», «Ядерные технологии и экология топливного цикла», «Информационные и компьютерные технологии», «Физические основы получения информации», «Информационная безопасность», «Автоматизированная система управления технологическим процессом АЭС», «Системы управления и защиты ядерных энергетических установок» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов. 4. Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Ядерные технологии», «Радиационная и экологическая безопасность объектов ЯТЦ», «Техногенные системы и экологический риск», «Безопасное обращение с РАО и ОЯТ», «Радиационная экология» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработке ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла
--	---	--

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	Форма обучения (вносятся данные по реализуемым формам)
------------	--

	Очная			Заочная		
	Семестр			Курс		
	№10	№	Всего	№	№	Всего
	Количество часов на вид работы:					
Контактная работа обучающихся с преподавателем						
Аудиторные занятия (всего)	112					
В том числе:						
<i>лекции</i>	32					
<i>практические занятия</i>	32					
<i>лабораторные занятия</i>	-					
Промежуточная аттестация						
В том числе:						
<i>Зачет с оценкой</i>	+					
<i>экзамен</i>	-					
Самостоятельная работа обучающихся	44					
Всего (часы):	180					
Всего (зачетные единицы):	3					

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)

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебной работы в часах (вносятся данные по реализуемым формам)									
		Очная форма обучения					Заочная форма обучения				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО	Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1.	Общие вопросы безопасности АЭС										
1.1.	Введение. Развитие методологии анализа и обоснования безопасности атомных станций с ядерными энергетическими реакторами.	4	4			5					
1.2.	Переходные и аварийные процессы в ядерных энергетических установках (ЯЭУ).	4	4			5					
1.3.	Математические модели и вычислительные программы для анализа безопасности ЯЭУ.	4	4			5					
1.4.	Подходы к проведению и представлению результатов анализа и обоснования безопасности АС.	5	5			5					
2.	Общие вопросы безопасности эксплуатации реакторов на быстрых нейтронах										
2.1.	Специфические свойства натрия как теплоносителя в быстрых реакторах и обеспечение безопасности при обращении с ним.	4	4			7					
2.2.	Безопасность парогенераторов натрий-вода	4	4			5					
2.3.	Обеспечение безопасности при течах теплоносителя в натриевых контурах	4	4			7					
2.4.	Опыт эксплуатации натриевых систем быстрых реакторов	4	4			5					
	Итого за 10 семестр:	32	32			44					
	Всего:	32	32			44					

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

8.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Общие вопросы безопасности АЭС	
1.1.	Введение. Развитие методологии анализа и обоснования безопасности атомных станций с ядерными энергетическими реакторами.	Соотношение практического инженерного анализа и предельных консервативных оценок безопасности на различных этапах проектирования ЯЭУ. Возникновение и развитие отечественных нормативных документов по безопасности АЭС.
1.2.	Переходные и аварийные процессы в ядерных энергетических установках (ЯЭУ).	Конструкционные особенности и тепловые схемы реакторов. Кинетика ядерного реактора. Остаточное энерговыделение. Изменение реактивности в переходных режимах работы реактора. Работа систем контроля. Аварийной сигнализации и аварийной защиты в переходных режимах. Устойчивость реактора и его систем. Резервы самозащищенности реактора при запроектных авариях, обусловленных множественными отказами систем, важных для безопасности
1.3.	Математические модели и вычислительные программы для анализа безопасности ЯЭУ.	Вычислительные программы для анализа переходных процессов в многопетлевых, двухконтурных и трехконтурных РУ. Вычислительные программы для анализа запроектных аварий.
1.4.	Подходы к проведению и представлению результатов анализа и обоснования безопасности АС.	Анализ нарушений нормальной эксплуатации. Анализ проектной аварии, обусловленной блокировкой проходного сечения ТВС с последующим её плавлением. Анализ запроектных аварий.
2.	Общие вопросы безопасности эксплуатации реакторов на быстрых нейтронах	
2.1.	Специфические свойства натрия как теплоносителя в быстрых реакторах и обеспечение безопасности при обращении с ним.	Натрий – теплоноситель быстрого реактора. Натрий в условиях эксплуатации быстрого реактора.
2.2.	Безопасность парогенераторов натрий-вода	Особенности конструкций парогенераторов натрий-вода. Общие сведения о взаимодействии натрия с водой. Истечение малых количеств воды в натрий (малые течи). Процессы в парогенераторах при больших течах. Система аварийной защиты парогенераторов натрий – вода. Аварийные процессы при контакте натрия и воды в боксе парогенератора.
2.3.	Обеспечение безопасности при течах теплоносителя в натриевых контурах	Пожароопасность натрия. Особенности процессов его горения. Процессы взаимодействия горящего натрия с бетоном. Расчетные методы оценки параметров процесса горения натрия. Способы и системы пожаротушения натрия.
2.4.	Опыт эксплуатации натриевых систем быстрых реакторов	Течи воды в натрий в парогенераторах. Течи в тариевых контурах. Учетэксплуатации натриевых систем при формировании проектных требований по обеспечению безопасности АЭС.

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Общие вопросы безопасности АЭС	
1.3.	Математические модели и вычислительные программы для анализа безопасности ЯЭУ.	Углубленный разбор особенностей проектирования систем, влияющих на безопасность; систем безопасности; обеспечивающих систем безопасности и др. Отличие данных систем реализованных в проектах реакторов типа ВВЭР, РБМК, БН.
1.4.	Подходы к проведению и представлению результатов анализа и обоснования безопасности АС.	Разбор задач на оценку надежности параллельного и последовательного соединения элементов, а также задачи оценки надежности систем с комбинированным резервированием, включая: элементное, функциональное, методом голосования, переключением на запасной элемент и др. Разбор примеров оценки надежности изделий, отказы которых редки или не наблюдались вообще.
2.	Общие вопросы безопасности эксплуатации реакторов на быстрых нейтронах	
2.2.	Безопасность парогенераторов натрий-вода	Разбор задач на усвоение понятия «Риск». Рассмотрение задач, решаемых на каждом из трех уровней ВАБ. Разбор задач на построение деревьев отказов и деревьев событий для конкретных систем АЭС. Разбор задач по учету человеческого фактора и отказов по общей причине.
2.3.	Обеспечение безопасности при течах теплоносителя в натриевых контурах	Разбор задач на основные правила Булевой алгебры. Доказательство формулы полной вероятности. Решение задач с использованием формул умножения и сложения вероятностей, последнее рассматривается для случая совместных и несовместных событий.
2.4.	Опыт эксплуатации натриевых систем быстрых реакторов	Выполнение сравнительного анализа проектных решений с действующими реакторами различных типов. Подробное рассмотрение саморегулирования как принципа обеспечения безопасности.

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

1. Раздаточный материал справочных таблиц;
2. Электронный учебно-методический комплекс дисциплины «Критерии безопасности и оценка риска» www.samokhin.ucoz.ru
3. Волков Ю.В. Надежность и безопасность ЯЭУ: учеб. пособие по курсу «Надежность и безопасность ЯЭУ» / Ю.В. Волков – Обнинск : ИАТЭ, 1997. – 102 с. 14 экземпляров.
4. Статьи в периодических изданиях: «Атомная энергия», «Известия вузов. Ядерная энергетика».

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

8.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
Текущий контроль, 10 семестр			
1.1.	Введение. Развитие методологии анализа и обоснования безопас-	З-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	Коллоквиум

	ности атомных станций с ядерными энергетическими реакторами.		
1.2.	Переходные и аварийные процессы в ядерных энергетических установках (ЯЭУ).	3-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	Коллоквиум
1.3.	Математические модели и вычислительные программы для анализа безопасности ЯЭУ.	3-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	Контрольная работа, коллоквиум
1.4.	Подходы к проведению и представлению результатов анализа и обоснования безопасности АС.	3-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	Контрольная работа
2.1.	Специфические свойства натрия как теплоносителя в быстрых реакторах и обеспечение безопасности при обращении с ним.	3-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	Коллоквиум
2.2.	Безопасность парогенераторов натрий-вода	3-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	Контрольная работа, коллоквиум
2.3.	Обеспечение безопасности при течах теплоносителя в натриевых контурах	3-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	Контрольная работа, коллоквиум
2.4.	Опыт эксплуатации натриевых систем быстрых реакторов	3-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	Контрольная работа
Промежуточный контроль, 10 семестр			
	Зачет с оценкой	3-ПК-5.1; У-ПК-5.1; В-ПК-5.1	Вопросы на зачет
Всего:			

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

8.2.1. Зачет с оценкой

а) типовые задания (вопросы) - образец:

1. Основные материалы органов регулирования реакторов.
2. Основные подходы к проектированию ядерных реакторов с натриевым теплоносителем.
3. Нейтронно-физические особенности реакторов на быстрых нейтронах, определяющие их конструкцию.
4. Изменение нуклидного состава топлива в процессе работы различных типов реакторов.
5. Особенности теплогидравлических контуров установок с реакторами на быстрых нейтронах. Трехконтурная схема.
6. Основные компоновки реакторных установок с быстрыми реакторами.
7. Подходы к выбору теплоносителя первого контура для установок с реактором типа БН.
8. Топливообеспечение реакторов на быстрых нейтронах и необходимые исследования для обоснования проектов.
9. Конструкция ТВЭЛов реакторов БН-600 и БН-800. ТВЭЛы с таблеточным МОКС-топливом.
10. Основные характеристики радиационностойких конструкционных материалов.
11. Перспективы повышения выгорания топлива в реакторе БН-600.
12. Основные характеристики работы ТВЭЛов в реакторе БН-800.
13. Основные характеристики работы ТВЭЛов в реакторе БН-1200.
14. Методология обоснования работоспособности ТВЭЛов реакторов БН.

15. Состояние дел по направлению «таблеточное МОКС-топливо – водно-экстракционная переработка».
16. Концептуальные подходы к технологиям изготовления смешанного нитридного топлива для различных ЗТЦ.
17. Сравнение характеристик МОХ и плотного топлива для реакторов на быстрых нейтронах.
18. История развития испытаний и исследований нитридного уранового топлива.
19. Особенности конструкции реакторной установки БОР-60.
20. Особенности конструкции исследовательского реактора МБИР.
21. Особенности конструкции реакторной установки БН-350.
22. Параметры реактора БН-350 при работе на разных уровнях мощности и при различном числе работающих парогенераторов (петель).
23. Основные технические решения проекта БН-600.
24. Особенности конструкции реакторной установки БН-800.
25. Основные эксплуатационные характеристики активной зоны БН-1200.
26. Снижение удельных показателей металлоёмкости БН.
27. Сравнение технико-экономических показателей реакторных установок БН-600, БН-800 и БН-1200.
28. Свойства и технические решения по обеспечению безопасности БН.
29. Факторы потенциальной опасности в ядерной энергетике.
30. Сколько нейтронов в ядерном реакторе и почему?
31. Откуда берутся запаздывающие нейтроны? Их роль в динамике ядерных реакторов.
32. Что такое коэффициент размножения нейтронов.
33. Структура нормативно-технической документации по безопасности в ядерных технологиях.
34. Общие требования на средства воздействия на реактивность во всех ПБЯ.
35. Специфические требования в ПБЯ для энергетических реакторов.
36. Специфические требования в ПБЯ для критических сборок.
37. Метод обратного умножения. Что это и зачем?
38. Метод асимптотического периода. Что это и зачем?
39. Метод сброса стержня. Что это и зачем?
40. Дайте все физические интерпретации экспоненциального распределения, которые Вы знаете.
41. Дайте физическую интерпретацию распределения Вейбулла.
42. Дайте определения независимости и несовместности событий. В чем между ними разница?
43. Какими свойствами обладает простейший нестационарный поток?
44. Запишите формулу для средней наработки на отказ и объясните ее смысл.
45. Дайте качественное определение надежности.
46. Дайте определение надежности в узком смысле.
47. Какими свойствами обладает простейший поток отказов? Объясните их смысл.
48. Дайте определение работоспособности и отказа.
49. Как учитывается надежность переключателя при резервировании переключением на запасной элемент?
50. Назовите основные этапы расчета надежности систем.
51. Запишите формулу для вероятности несрабатывания на одно требование. Объясните ее смысл.
52. Как отличаются опасность отказа и параметр потока отказов? Запишите формулы для них и объясните их смысл.
53. Как связаны распределения числа восстановлений и длительности до r -го восстановления?
54. Какая разница между последовательным и параллельным соединениями элементов?
55. Какой вид имеет зависимость функции восстановления от времени в асимптотике при $t \rightarrow \infty$ для простого и стационарного процессов восстановления?
56. Как оценивается надежность системы при резервировании голосованием?
57. Дайте физическую интерпретацию простого, стационарного и общего процессов восстановления.
58. Как оценить показатели надежности элементов и систем, отказов которых не наблюдалось?

59. Как проводится расчет норм надежности?
60. Какая разница между вероятностью работоспособного состояния и надежностью в узком смысле?
61. Получите формулу для среднего и дисперсии числа ТВС, находящихся в неблагоприятном режиме.
62. Запишите и объясните общую модель "параметр-граница работоспособности".
63. Как учитываются погрешности непрерывного и периодического контроля при оценке вероятностных характеристик определяющего параметра?
64. Какой закон распределения могут иметь определяющие параметры в случаях саморегулирования, регулирования внешним регулятором, при отсутствии регулирования?
65. Как учитывается фактор целенаправленного воздействия на параметр при оценке закона распределения определяющего параметра?
66. Перечислите специфические требования на АЗ для исследовательских реакторов и РУ АС.
67. Какие способы оценки показателей надежности для элементов расчета надежности Вы знаете?
68. Дайте определение риска. Объясните его смысл.
69. Какая разница между деревом отказов и деревом событий? Приведите примеры.
70. Основные уроки по аварии на IV блоке ЧАЭС.
71. Назовите основные типы аварий, опасные для активной зоны реактора.
72. Объясните смысл фундаментальных принципов управления при обеспечении безопасности РУ.
73. Какого типа авария реализовалась на ТМ1? Основные этапы ее протекания.
74. Назовите и объясните смысл общих требований на АЗ для любых РУ.
75. Перечислите требования к средствам воздействия на реактивность для любых РУ.
76. Объясните смысл фундаментальных принципов глубокоэшелонированной защиты при обеспечении безопасности РУ.
77. Объясните смысл фундаментальных технических принципов при обеспечении безопасности РУ.
78. Перечислите специфические требования на АЗ для крит. стендов.
79. Для чего необходимо строить деревья отказов и как это делается?
80. Для чего необходимо строить деревья событий и как это делается?
81. Что такое ВАБ? Его уровни.
82. Какова взаимосвязь между деревьями отказов и деревьями событий?
83. По какому типовому сценарию развиваются катастрофы?
84. Как оценить надежность объекта, зная, что выбросы параметров за предельный уровень - редкие события, при экспоненциальном распределении скачка дефекта при выбросе?
85. Что такое системы, важные для безопасности?
86. Перечислите системы безопасности, которые Вы знаете?
87. Какая разница между проектной и запроектной авариями?
88. Как связаны нарушения нормальной эксплуатации с нарушением пределов для параметров?
89. Перечислите технические принципы построения систем безопасности и объясните их смысл.
90. Дайте физическую интерпретацию распределения Пуассона.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

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:

Ответ на каждый вопрос оценивается в 20 баллов

17-20 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретического вопроса;
- умеет увязать теорию и практику при решении задач.

13-16 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- Сделал все, что требуется для получения высшего балла, однако при этом допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

10-12 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов
- не всегда умеет увязать теорию и практику при решении задач.

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 умеет решать задачи и не может разобраться в конкретной ситуации;
- не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний.

8.2.2. Зачет с оценкой (продолжение)

а) типовые задания (вопросы) - образец:

1. Свойства и технические решения по обеспечению безопасности БН.
2. Факторы потенциальной опасности в ядерной энергетике
3. Сколько нейтронов в ядерном реакторе и почему?
4. Откуда берутся запаздывающие нейтроны? Их роль в динамике ядерных реакторов.
5. Что такое коэффициент размножения нейтронов.
6. Структура нормативно-технической документации по безопасности в ядерных технологиях
7. Общие требования на средства воздействия на реактивность во всех ПБЯ.
8. Специфические требования в ПБЯ для энергетических реакторов.
9. Специфические требования в ПБЯ для критических сборок.
10. Метод обратного умножения. Что это и зачем?
11. Метод асимптотического периода. Что это и зачем?
12. Дайте все физические интерпретации экспоненциального распределения, которые Вы знаете.
13. Дайте определения независимости и несовместности событий. В чем между ними разница?
14. Какими свойствами обладает простейший нестационарный поток?
15. Запишите формулу для средней наработки на отказ и объясните ее смысл.
16. Дайте качественное определение надежности.
17. Дайте определение надежности в узком смысле.
18. Какими свойствами обладает простейший поток отказов? Объясните их смысл.
19. Дайте определение работоспособности и отказа.
20. Как учитывается надежность переключателя при резервировании переключением на запасной элемент?
21. Назовите основные этапы расчета надежности систем.
22. Запишите формулу для вероятности несрабатывания на одно требование. Объясните ее смысл.
23. Как отличаются опасность отказа и параметр потока отказов? Запишите формулы для них и объясните их смысл.
24. Какая разница между последовательным и параллельным соединениями элементов?
25. Как оценивается надежность системы при резервировании голосованием?
26. Как оценить показатели надежности элементов и систем, отказов которых не наблюдалось?
27. Как проводится расчет норм надежности?
28. Какая разница между вероятностью работоспособного состояния и надежностью в узком смысле?

29. Получите формулу для среднего и дисперсии числа ТВС, находящихся в неблагоприятном режиме.
30. Запишите и объясните общую модель "параметр-граница работоспособности".
31. Как учитываются погрешности непрерывного и периодического контроля при оценке вероятностных характеристик определяющего параметра?
32. Перечислите специфические требования на АЗ для исследовательских реакторов и РУ АС.
33. Какие способы оценки показателей надежности для элементов расчета надежности Вы знаете?
34. Дайте определение риска. Объясните его смысл.
35. Какая разница между деревом отказов и деревом событий? Приведите примеры.
36. Назовите основные типы аварий, опасные для активной зоны реактора.
37. Объясните смысл фундаментальных принципов управления при обеспечении безопасности РУ.
38. Назовите и объясните смысл общих требований на АЗ для любых РУ.
39. Перечислите требования к средствам воздействия на реактивность для любых РУ.
40. Объясните смысл фундаментальных принципов глубокоэшелонированной защиты при обеспечении безопасности РУ.
41. Объясните смысл фундаментальных технических принципов при обеспечении безопасности РУ.
42. Перечислите специфические требования на АЗ для критических стенов.
43. Для чего необходимо строить деревья отказов и как это делается?
44. Для чего необходимо строить деревья событий и как это делается?
45. Что такое ВАБ? Его уровни.
46. Какова взаимосвязь между деревьями отказов и деревьями событий?
47. По какому типовому сценарию развиваются катастрофы?

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

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:

Ответ на каждый вопрос оценивается в 20 баллов

17-20 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретического вопроса;
- умеет увязать теорию и практику при решении задач.

13-16 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- Сделал все, что требуется для получения высшего балла, однако при этом допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

10-12 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов
- не всегда умеет увязать теорию и практику при решении задач.

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 умеет решать задачи и не может разобраться в конкретной ситуации;
- не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний.

8.2.3. Коллоквиум

а) типовые задания (вопросы) - образец:

1. Основные материалы органов регулирования реакторов.
2. Основные подходы к проектированию ядерных реакторов с натриевым теплоносителем.
3. Нейтронно-физические особенности реакторов на быстрых нейтронах, определяющие их конструкцию.
4. Изменение нуклидного состава топлива в процессе работы различных типов реакторов.
5. Особенности теплогидравлических контуров установок с реакторами на быстрых нейтронах. Трехконтурная схема.
6. Основные компоновки реакторных установок с быстрыми реакторами.
7. Подходы к выбору теплоносителя первого контура для установок с реактором типа БН.
8. Топливообеспечение реакторов на быстрых нейтронах и необходимые исследования для обоснования проектов.
9. История развития испытаний и исследований нитридного уранового топлива.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

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:

Максимальный балл за коллоквиум оценивается в 30 баллов

26-30 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретического вопроса;
- умеет увязать теорию и практику при решении задач.

21-25 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- сделал все, что требуется для получения высшего балла, однако при этом допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

17-20 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов;
- не всегда умеет увязать теорию и практику при решении задач.

0-16 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 умеет решать задачи и не может разобраться в конкретной ситуации;
- не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний.

8.2.4. Коллоквиум (продолжение)

а) типовые задания (вопросы) - образец:

1. Основные характеристики радиационностойких конструкционных материалов.
2. Перспективы повышения выгорания топлива в реакторе БН-600.
3. Основные характеристики работы ТВЭЛов в реакторе БН-800.
4. Основные характеристики работы ТВЭЛов в реакторе БН-1200.
5. Методология обоснования работоспособности ТВЭЛов реакторов БН.
6. Состояние дел по направлению «таблеточное МОКС-топливо – водно-экстракционная переработка».
7. Концептуальные подходы к технологиям изготовления смешанного нитридного топлива для различных ЗТЦ.
8. Сравнение характеристик МОХ и плотного топлива для реакторов на быстрых нейтронах.
9. Конструкция ТВЭЛов реакторов БН-600 и БН-800. ТВЭЛы с таблеточным МОКС-топливом.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

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:

Максимальный балл за коллоквиум оценивается в 30 баллов

26-30 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- полно раскрывает содержание теоретического вопроса;
- умеет увязать теорию и практику при решении задач.

21-25 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- сделал все, что требуется для получения высшего балла, однако при этом допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

17-20 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

- владеет методологией данной дисциплины, знает определения основных понятий;
- раскрывает содержание не всех теоретических вопросов;
- не всегда умеет увязать теорию и практику при решении задач.

0-16 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 умеет решать задачи и не может разобраться в конкретной ситуации;
- не может успешно продолжать дальнейшее обучение в связи с недостаточным объемом знаний.

8.2.5. Контрольная работа

а) типовые задания:

Вариант 0

Задача №1.

Докажите закон поглощения:

$$A+AB=A$$

Задача №2

В интервале времени $[0, T]$ в случайный момент времени u появляется сигнал длительностью Δ . Приемник включается в случайный момент времени $v \in [0, T]$ на время t . Предположив, что точка (u, v) равномерно распределена в квадрате $[0, T] \times [0, T]$, найти вероятность обнаружения сигнала.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний на контрольной работе входят:

1. знание теоретического материала;
2. умение применить данные знания при решении практических задач;
3. обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;
4. умение проанализировать полученный результат.

в) описание шкалы оценивания:

Задача 1 оценивается в 10 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Задача 2 оценивается в 20 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

8.2.6. Контрольная работа (продолжение)

а) типовые задания:

Вариант 0

Задача №1

Докажите формулу

$$P(N_t=r)=F_r(t)-F_{r+1}(t)$$

Задача №2

При резервировании голосованием могут быть два вида отказов кворум-элемента:

1. Система не готова к работе, а кворум-элемент дает сигнал, что можно работать (вероятность отказа q_s)
2. Система готова к работе, а кворум-элемент дает сигнал, что нельзя работать (вероятность отказа q_0)

Для случая логики 2 из 3 и равной надежности элементов P получите формулу для вероятности безотказной работы всей системы. Как влияет q_s на надежность всей системы.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний на контрольной работе входят:

1. знание теоретического материала;
2. умение применить данные знания при решении практических задач;
3. обоснованность, четкость, краткость изложения ответа;
4. умение проанализировать полученный результат.

в) описание шкалы оценивания:

Задача 1 оценивается в 10 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Задача 2 оценивается в 20 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

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

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (**коллоквиум**) и контрольная точка № 2 (**контрольная работа**).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1	18	30
	Коллоквиум	18	30
	Контрольная точка № 2	18	30
	Контрольная работа	18	30
Промежуточный	Зачет		
	Вопрос 1	12	20
	Вопрос 2	12	20
ИТОГО по дисциплине		60	100

Определение бонусов и штрафов

Бонусы: поощрительные баллы студент получает к своему рейтингу в конце семестра за активную и регулярную работу на занятиях 5 баллов (но суммарно за семестр не больше чем 60)

Штрафы: за несвоевременное участие в коллоквиуме максимальная оценка может быть снижена на 20%.

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

По окончании освоения дисциплины в 9 семестре проводится промежуточная аттестация в виде зачета, а в 10 семестре 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 (например, применять их в решении практических задач), приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления.

Оценка сформированности компетенций на экзамене для техобучающихся, 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 студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоения учебной дисциплины
90-100	5- «отлично»/ «зачтено»	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 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по
75-84		C	

70-74		D	существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
65-69	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	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			
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	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

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

а) основная учебная литература:

1. Кузнецов И.А., Поплавский В.М. Безопасность АЭС с реакторами на быстрых нейтронах. / Под общей редакцией члена-корреспондента АН РФ В.И. Рачкова / Кузнецов И.А., Поплавский В.М. – М.: ИздАт, 2012. – 632 с. - 9 экз.
2. Антонов А.В. Статистические модели в теории надежности: Учебное пособие / А.В. Антонов, М.С. Никулин. – М.: Абрис, 2012. – 390.: ил. -98 экз
3. M.Ragheb. University of Illinois at Urbana. <https://netfiles.uiuc.edu/mragheb/www/NPRE 402 ME 405 Nuclear Power Engineering/>

б) дополнительная учебная литература:

1. Волков Ю.В. Надежность и безопасность ЯЭУ, Учебное пособие. Обнинск: Изд. ИАТЭ, 1997. 14 экз.
2. Волков Ю.В., Дугинов О.Б., Клинов Д.А. Надежность и безопасность ЯЭУ. Уч. пособие. 2-е изд., доп. и перераб. Изд. ИАТЭ, 2005. 8 экз.
4. Венцель Е.С. Теория вероятностей. - М.: Наука, 1987. 47 экз.
5. Основные принципы безопасности атомных электростанций. - Изд. МАГАТЭ. Серия изданий по безопасности № 75-INSAG-3. - Вена, 1988. http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_154393.pdf
6. Перечень нормативных правовых актов и нормативных документов, относящихся к сфере деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (П-01-01-2005). Раздел II. Государственное регулирование безопасности при использовании атомной энергии. – М.: Госатомнадзор РФ, 2003.
<http://www.znakcomplect.ru/dokumenty2/example/p-01-01-2005-perechen-normativnyx-pravovyx-aktov-i-normativnyx-dokumentov-otnosyaschixsya-k-sfere-deyatelnosti-federalnoi-sluzhby-po-ekologicheskomu-texnologicheskomu-i-atomnomu-nadzoru.html>

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

<http://ibooks.ru/>
<http://e.lanbook.com/>
<http://www.biblio-online.ru/>

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планомерная организация последовательности различных видов аудиторных занятий (лекций и практических занятий) в сочетании с внеаудиторной работой студента. При изложении разделов (тем) указание на связь с учебным материалом других дисциплин учебного плана, а также практическими приложениями к технологии жидкометаллических теплоносителей. Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить 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, на практическом занятии.
Практические занятия	При подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия по темам лекционных занятий задания. Решая поставленные задания, предварительно понять, какой теоретический материал нужно изучить. При возникновении трудностей с решением или пониманием сформулировать и задать вопросы преподавателю
Лабораторные занятия	При подготовке к лабораторным работам следует ознакомиться с методическими руководствами по работе с изучаемыми программными комплексами. Важно внимательно ознакомиться с функционалом и возможностями данных комплексов. При защите лабораторных работ важно детально разбираться в теоретических аспектах ПК.
Доклад	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением доклада.
Реферат	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
Индивидуальное домашнее задание	При выполнении индивидуальных заданий необходимо сначала прочитать теорию и изучить примеры по каждой теме. Решая конкретную задачу, предварительно следует понять, что требуется от Вас в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общую схему решения. Если Вы решали задачу «по образцу» рассмотренного на аудиторном занятии или в методическом пособии примера, то желательно после этого обдумать процесс решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.
Подготовка к за-	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лек-

чету	ций, 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 зачету нужно освоить теорию: разобрать определения всех понятий, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо комментировать свои действия и не забывать о содержательной интерпретации.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, задачи практических занятий, рекомендуемую литературу и интернет источники. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемой дисциплины.

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

12.1. Перечень информационных технологий

– Использование электронных презентаций при проведении лекционных и практических занятий.

12.2. Перечень программного обеспечения

- Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «Windows Media Player»).
- Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).

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

Учебная аудитория для лекционных и практических занятий оборудована 20 посадочным местом. Аудитория оборудована мультимедийным оборудованием. Доска.

14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

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

Применяемые на лекционных занятиях

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

Применяемые на практических работах

- Технология активного обучения (визуальные практические занятия с разбором конкретных специализированных задач).
- 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 при написании программных модулей).

№ пп	Наименование те- мы дисциплины	Вид занятий (лекция, семи- нары, практи- ческие занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и ин- терактивных форм проведения занятий
1.1.	Введение. Развитие методологии анализа и обоснования безопасности атомных станций с ядерными энергетическими реакторами.	Лекция	4	лекция-беседа
1.2.	Переходные и аварийные процессы в ядерных энергетических установках (ЯЭУ).	Лекция	4	лекция-беседа
1.3.	Математические модели и вычислительные программы для анализа безопасности ЯЭУ.	Лекция/ практи- ческие занятия	12	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
1.4.	Подходы к проведению и представлению результатов анализа и обоснования безопасности АС.	Лекция/ практи- ческие занятия	14	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
2.1.	Специфические свойства натрия как теплоносителя в быстрых реакторах и обеспечение безопасности при обращении с ним.	Лекция	4	лекция-беседа
2.2.	Безопасность парогенераторов натрий-вода	Лекция/ практи- ческие занятия	15	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
2.3.	Обеспечение безопасности при течах теплоносителя в натриевых контурах	Лекция/ практи- ческие занятия	17	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах
2.4.	Опыт эксплуатации натриевых систем быстрых реакторов	Лекция/ практи- ческие занятия	15	лекция-беседа, мозговой штурм, работа в малых группах

14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

Темы для самостоятельного изучения

1. Базовые технологии существующей и новой технологических платформ атомной энергетики.
2. Балан нейтронов в тепловом и быстром реакторах.
3. Основные этапы освоения реакторной технологии БН.
4. Средние показатели по достижению предельного ресурса эксплуатации оборудования БН без капитального ремонта.
5. Характеристики ядерного топлива.
6. Этапы проведения расчетного анализа безопасности АС.
7. Особенности выполнения анализа проектных аварий.
8. Особенности выполнения анализа запроектных аварий.
9. Основные параметры реакторов БН-350 и БН-600.
10. Эволюция характеристик активной зоны реактора БН-600.

Вопросы для самоконтроля

1. Отличие гомогенной и гетерогенной структуры активной зоны ядерного реактора?
2. Распределение осколков деления по массам?
3. Процессы упругого и неупругого рассеяния, радиационного захвата?
4. Энергетическая зависимость сечения водорода(упругое и захват)?
6. Оценка ядерных концентраций, плотностей потоков искорости протекании процессов взаимодействия нейтронов с тяжелыми ядрами?
7. Процедура оценки показателей надежности элементов систем отказ которых не наблюдался за прошедший период эксплуатации?
8. Назовите способы увеличения надежности систем, эксплуатируемых на АЭС.
9. Специфические требования к проектам АЭС в плане безопасности?
10. Этапы проведения анализа надежности систем, эксплуатируемых на АЭС?

14.3. Краткий терминологический словарь

АС – атомная станция

БН – быстрый натриевый реактор

ВАБ – вероятностный анализ безопасности

ВВЭР – водо-водной энергетический реактор

РБМК – реактор большой мощности канальный

РУ – реакторная установка

ЗТЦ – замкнутый топливный цикл

ЯЭУ – ядерная энергетическая установка

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 кон-

спект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а также, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов 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 дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент 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 также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний студентов на семинарских 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 студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент 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 студент 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:

_____ Д.С. Самохин, к.т.н., доцент отделения ЯФиТ.

Рецензент:

_____/_____