

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

Проектирование и выбор оборудования, безопасность и экономичность ядерной
энергетической установки

название дисциплины

Специальность

14.05.01 Ядерные реакторы и материалы

Образовательная программа

Ядерные реакторы

Шифр, название специализации

Форма обучения: очная

г. Обнинск

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины:

- дать будущему специалисту знания о методах расчета ядерных энергетических установок;
- дать будущему специалисту общее представление о принципах проектирования ядерных энергетических установок;
- дать будущему специалисту навыки обоснования ядерной и радиационной безопасности ядерных энергетических установок.

Задачи изучения дисциплины:

- освоение знаний о численных методах расчета переноса излучения, тепла и массы ядерных энергетических установок;
 - освоение знаний о формировании основных технологических параметрах ядерных энергетических установок;
 - дать навыки проектирования с использованием систем автоматизированного проектирования;
 - освоение вероятностного и детерминистического подхода при обосновании ядерной и радиационной безопасности;
- освоение методов обработки данных опыта эксплуатации для получения показателей надежности необходимых в рамках обоснования безопасности ядерных энергетических установок.

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

Дисциплина реализуется в рамках профессионального модуля, дисциплины по выбору.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Физическая теория ядерных реакторов; Тепломассобмен реакторных установок; Инженерная графика и системы автоматизированного проектирования; Теория вероятностей и мат. статистика; Методы физического расчета ядерных реакторов; Надежность и безопасность АЭС; Методы моделирования физических процессов; Кинетика и динамика ядерных реакторов; Аварийные и переходные процессы в ядерных энергетических установках; Уравнения математической физики; Курс высшей математики и физики.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 и 8 семестрах.

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-1	Способен создавать теоретические и математические модели, описывающие нейтронно-физические процессы в реакторах, процессы гидродинамики и	З-ПК-1 Знать нейтронно-физические процессы в реакторах, процессы гидродинамики и тепломассопереноса в активных зонах или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, системы учета, контроля ядерных материалов

	теплопереноса в активных зонах или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, системы учета, контроля ядерных материалов	У-ПК-1 Уметь создавать теоретические и математические модели в профессиональной области В-ПК-1 Владеть навыками работы с современными расчетными программными средствами
УКЦ-1	Способен в цифровой среде использовать различные цифровые средства, позволяющие во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей	З-УКЦ-1 Знать: современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также основные приемы и нормы социального взаимодействия и технологии межличностной и групповой коммуникации с использованием дистанционных технологий У-УКЦ-1 Уметь: выбирать современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе и применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды с использованием дистанционных технологий В-УКЦ-1 Владеть: навыками применения современных информационных технологий и цифровых средств коммуникации, в том числе отечественного производства, а также методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде с использованием дистанционных технологий
УКЦ-2	Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач	З-УКЦ-2 Знать: методики сбора и обработки информации с использованием цифровых средств, а также актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности У-УКЦ-2 Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; с использованием цифровых средств, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, и решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом

		основных требований информационной безопасности В-УКЦ-2 Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации с использованием цифровых средств для решения поставленных задач, навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с использованием цифровых средств и с учетом требований информационной безопасности
УКЦ-3	Способен ставить себе образовательные цели под возникающие жизненные задачи, подбирать способы решения и средства развития (в том числе с использованием цифровых средств) других необходимых компетенций	З-УКЦ-3 Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем, основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни с использованием цифровых средств У-УКЦ-3 Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время, использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения в течение всей жизни с использованием цифровых средств В-УКЦ-3 Владеть: методами управления собственным временем, технологиями приобретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни с использованием цифровых средств
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами

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 компетентностными 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);	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

	- формирование ответственной позиции по применению ядерных технологий в свете сохранения окружающей среды для будущих поколений (B26)	ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре 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		
	№ 7	№ 8	Всего	№	№	Всего
	Количество часов на вид работы:					
Контактная работа обучающихся с преподавателем						
Аудиторные занятия (всего)	48	48	96			
В том числе:						
<i>лекции</i>	16	16	32			
<i>практические занятия</i>	-	-	-			
<i>лабораторные занятия</i>	32	32	64			
Промежуточная аттестация						
В том числе:						
<i>зачет</i>	+	-	-			
<i>экзамен</i>	-	36	36			
Самостоятельная работа обучающихся	60	24	84			
Всего (часы):	108	108	216			
Всего (зачетные единицы):	3	3	6			

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.	Методики расчета задач переноса излучения, тепла и массы										
1.1.	Закономерности баланса энергии.	2		6		10					
1.2.	Обзор методик расчета переноса излучения	4		6		10					
1.3.	Обзор методик расчета переноса тепла и массы	4		8		20					
2.	Основы проектирования реакторных установок										
2.1.	Реакторные установки	2		6		10					
2.2.	Формирование технологических параметров реакторной установки	4		6		10					
	Итого за 7 семестр	16		32		60					
	8 семестр										
2.3.	Системы управления и защиты	4		6		5					
2.4.	Основы систем автоматизированного проектирования	2		6		5					
3.	Методика анализа безопасности										
3.1.	Детерминистический и вероятностный анализ безопасности	2		6		5					
3.2.	Вероятностная методика анализа безопасности	2		6		5					
3.3.	Данные о надежности	4		8		2					
3.4.	Анализ ядерной безопасности	4				2					
	Итого за 8 семестр	16	-	32		24					
	Всего:	32		64	-	84					

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

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционные занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Методики расчета задач переноса излучения, тепла и массы	
1.1.	Закономерности баланса энергии.	Понятие о диссипативных системах. Закономерности баланса энергии в задачах переноса тепла, массы и переноса излучения. Понятие о численном моделировании и расчете.
1.2.	Обзор методик расчета переноса излучения	Вероятностные подходы для моделирования задач переноса излучения. Метод ВПС и Монте-Карло. Способы решения системы уравнений переноса излучения в дискретизированной области пространства. Многогрупповое приближение. Понятие о групповых константах и способы их получения. Метод конечных элементов, метод граничных элементов, s^n приближение. Ограничения и допущения методов.
1.3	Обзор методик расчета переноса тепла и массы	Моделирование процесса переноса тепла и массы. Турбулентные составляющие как признак разомкнутой физической системы. Гипотезы для учета турбулентных составляющих течения (модели $k-\varepsilon$ и $k-\omega$). Способы решения системы уравнений переноса тепла и массы в дискретизированной области пространства. Метод конечных элементов, метод граничных элементов, метод конечных объемов. Ограничения и допущения методов.
2.	Основы проектирования реакторных установок	
2.1.	Реакторные установки	Классификация по назначению реакторных установок – градация потребительских показателей. Краткий обзор концепций реакторных установок.
2.2.	Формирование технологических параметров реакторной установки	Ограничение температуры теплоносителя на входе и выходе из реактора. Давление теплоносителя реактора. Поток нейтронов – ограничения. Материалы реакторных установок: конструкционные элементы, теплоноситель, топливо, поглотитель, замедлитель и отражатель. Влияние технологических особенностей производства и монтажа оборудования на технологические параметры.
2.3	Системы управления и защиты	Каналы срабатывания защит ядерных реакторов. Ложные срабатывания. Способы воздействия на реактивность реактора. Требования правил ядерной безопасности к системе управления и защиты реакторных установок. Обзор концептуальных конструктивных решений рабочих органов системы управления и защиты.
2.4.	Основы систем автоматизированного проектирования	Основные достоинства использования систем автоматизированного проектирования при разработке проекта. Обзор современных систем автоматизированного проектирования. Назначение систем автоматизированного проектирования. Комплекс AutoCAD, Компас, SolidWork, ProEngineer, ArchiCAD, bCAD.
3.	Методика анализа	

	безопасности	
3.1	Детерминистический и вероятностный анализ безопасности	Детерминистический анализ – достоинства и недостатки. Вероятностный анализ – достоинства и недостатки. Идеология вероятностного анализа безопасности. Назначение вероятностного анализа безопасности. Исходные события. Полная группа событий.
3.2	Вероятностная методика анализа безопасности	Деревья событий – принцип построения и назначение. Конечные состояния. Структурный анализ надежности. Методика деревьев отказов. Структурная схема надежности системы.
3.3	Данные о надежности	Методики получения величин показателей надежности: опыт эксплуатации; испытания; экспертная оценка; физико-статистические модели. Этапы обработки данных опыта эксплуатации и испытаний. Статистические методики и модели. Принцип построения физико-статистических моделей.
3.4	Анализ ядерной безопасности	Перечень рассматриваемых ситуаций. Вероятностное и детерминистическое обоснование безопасности. Критерии обеспечения ядерной безопасности.

Лабораторные занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Методики расчета задач переноса излучения, тепла и массы	
1.1.	Закономерности баланса энергии.	Закономерности баланса энергии в задачах переноса тепла, массы и переноса излучения.
1.2.	Обзор методик расчета переноса излучения	Вероятностные подходы для моделирования задач переноса излучения. Метод ВПС и Монте-Карло. Способы решения системы уравнений переноса излучения в дискретизированной области пространства. Многогрупповое приближение. Понятие о групповых константах и способы их получения. Метод конечных элементов, метод граничных элементов, s^n приближение.
1.3	Обзор методик расчета переноса тепла и массы	Моделирование процесса переноса тепла и массы. Турбулентные составляющие как признак разомкнутой физической системы. Гипотезы для учета турбулентных составляющих течения (модели $k-\varepsilon$ и $k-\omega$). Способы решения системы уравнений переноса тепла и массы в дискретизированной области пространства. Метод конечных элементов, метод граничных элементов, метод конечных объемов.
2.	Основы проектирования реакторных установок	
2.1.	Реакторные установки	Классификация по назначению реакторных установок – градация потребительских показателей. Краткий обзор концепций реакторных установок.
2.2.	Формирование технологических параметров реакторной установки	Ограничение температуры теплоносителя на входе и выходе из реактора. Давление теплоносителя реактора. Поток нейтронов – ограничения. Материалы реакторных установок: конструкционные элементы, теплоноситель, топливо, поглотитель, замедлитель и отражатель. Влияние технологических особенностей производства и монтажа

		оборудования на технологические параметры.
2.3	Системы управления и защиты	Каналы срабатывания защит ядерных реакторов. Ложные срабатывания. Способы воздействия на реактивность реактора. Требования правил ядерной безопасности к системе управления и защиты реакторных установок. Обзор концептуальных конструктивных решений рабочих органов системы управления и защиты.
2.4.	Основы систем автоматизированного проектирования	Основные достоинства использования систем автоматизированного проектирования при разработке проекта. Обзор современных систем автоматизированного проектирования. Назначение систем автоматизированного проектирования. Комплекс AutoCAD, Компас, SolidWork, ProEngineer, ArchiCAD, bCAD.
3.	Методика анализа безопасности	
3.1	Детерминистический и вероятностный анализ безопасности	Назначение вероятностного анализа безопасности. Исходные события. Полная группа событий.
3.2	Вероятностная методика анализа безопасности	Деревья событий – принцип построения и назначение. Конечные состояния. Структурный анализ надежности. Методика деревьев отказов. Структурная схема надежности системы.
3.3	Данные о надежности	Методики получения величин показателей надежности: опыт эксплуатации; испытания; экспертная оценка; физико-статистические модели. Этапы обработки данных опыта эксплуатации и испытаний. Статистические методики и модели. Принцип построения физико-статистических моделей.

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

1. Гераскин, Н.И. Курсовое проектирование ядерно-энергетических установок [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для вузов / Н. И. Гераскин, В. И. Наумов. - Москва: МИФИ, 2008. http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Geraskin,_Naumov_Kursovoe_proektirovanie_yaderno-energeticheskikh_2008.pdf

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, 7 семестр			
1.	Конечно-разностная аппроксимация первых и вторых производных	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-	лабораторная работа

		УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	
2.	Конечно-разностная аппроксимация одномерного уравнения теплопроводности с постоянными коэффициентами	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	лабораторная работа
3.	Конечно-разностная аппроксимация одномерного уравнения колебания струны с постоянными коэффициентами.	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	лабораторная работа
4.	Вариационные методы решения краевых задач	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	лабораторная работа
5.	Интегро-интерполяционный метод получения разностных уравнений для одномерного уравнения теплопроводности с переменными коэффициентами	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	лабораторная работа
Промежуточный контроль, 7 семестр			
	Зачет	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	Вопросы к зачету
Всего:			
Текущий контроль, 8 семестр			
6.	Интегро-интерполяционный метод получения разностных уравнений для одномерного уравнения колебания струны с переменными коэффициентами	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	лабораторная работа
7.	Метод матричной прогонки для решения двумерных разностных уравнений	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	лабораторная работа
8.	Продольно-поперечная схема для решения двумерных разностных уравнений	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	лабораторная работа

9.	Численные методы решения многогруппового уравнения диффузии	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	лабораторная работа
Промежуточный контроль, 8 семестр			
	Экзамен	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1; З-УКЦ-1; У-УКЦ-1; В-УКЦ-1; З-УКЦ-2; У-УКЦ-2; В-УКЦ-2; З-УКЦ-3; У-УКЦ-3; В-УКЦ-3; З-УКЕ-1; У-УКЕ-1; В-УКЕ-1	Экзаменационный билет
Всего:			

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

8.2.1. Зачет

а) типовые вопросы:

1. Сформулировать и записать соотношение баланса нейтронов в диффузионном приближении.
2. Сформулировать и записать соотношение баланса нейтронов в Р-1 приближении.
3. Сформулировать и записать соотношение баланса нейтронов в v^4 приближении.
4. Сформулировать и записать соотношение баланса тепла для задачи стационарного теплообмена на границе стенка-жидкость.
5. Сформулировать и записать соотношение баланса массы и импульса для задачи ламинарного течения.
6. Диссипативные и замкнутые системы. Примеры. Подходы к расчетам и анализу.
7. Методы численного расчета задачи переноса нейтронов. Методы численного моделирования. Методы дискретизации расчетной области пространства.
8. Методы численного расчета задачи переноса нейтронов. Методы численного моделирования. Ограничения. Достоинства и недостатки.
9. Методы численного расчета задачи переноса нейтронов. «Сеточные» методы расчета. Ограничения. Достоинства и недостатки.
10. Методы моделирования переноса тепла и массы. Модели турбулентности $k-\epsilon$ и $k-\omega$. Ограничения. Достоинства и недостатки.
11. «Сеточные» методы расчета переноса тепла и массы. Ограничения. Достоинства и недостатки.
12. Энергетические реакторные установки. Основные потребительские показатели. Концепции энергетических ядерных установок.
13. Транспортные реакторные установки. Основные потребительские показатели. Концепции транспортных ядерных установок.
14. Исследовательские реакторные установки. Основные общие потребительские показатели. Концепции исследовательских ядерных установок.
15. Основные технологические параметры реакторных установок. Формирование температуры и давления теплоносителя, плотности потока нейтронов.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

В критерии оценки знаний 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:

Оценка	Критерии оценки
Отлично 36-40	Студент должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
Хорошо 30-35	Студент должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Удовлетворительно 25-29	Студент должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Неудовлетворительно 24 и меньше	Студент демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

8.2.2. Лабораторные работы

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Вариант 1:

Разработать эскизный проект реакторной установки:

- тип – тепловой энергетический реактор;
- тепловая мощность – 3000 МВт;
- топливо – диоксид урана;
- теплоноситель – легкая вода;
- ТВЭЛ:
 - тип – стержневые;
 - ячейка – треугольная;
 - отношение диаметра к шагу ячейки – 1,2;

В рамках проектирования выполнить вариантный анализ обогащения топлива 4,4 % и 5,8%.

При проектировании выполнить расчет:

- полей плотности потока нейтронов методом конечных элементов в 4 групповом диффузионном приближении;
- расчет распределения температур топлива, оболочки ТВЭЛ и температуры теплоносителя для одной ячейки методом конечных элементов.

Определить температуру и давление теплоносителя из условий температуры пруда охладителя 27°C, КПД турбины 37%, материал оболочки ТВЭЛ сплав Н-2,5.

Вариант 2:

Разработать эскизный проект реакторной установки:

- тип – тепловой реактор транспортного назначения;
- тепловая мощность – 300 МВт;
- топливо – диоксид урана;
- теплоноситель – легкая вода;
- ТВЭЛ:
 - тип – стержневые;
 - ячейка – треугольная;
 - отношение диаметра к шагу ячейки – 1,2;

В рамках проектирования выполнить вариантный анализ обогащения топлива 7,2 % и 8,9%.

При проектировании выполнить расчет:

- полей плотности потока нейтронов методом конечных элементов в 4 групповом диффузионном приближении;
- расчет распределения температур топлива, оболочки ТВЭЛ и температуры теплоносителя для одной ячейки методом конечных элементов.

Определить температуру и давление теплоносителя из условий температуры пруда охладителя 24°C, КПД турбины 42%, материал оболочки ТВЭЛ сплав Н-2,5.

Вариант 3:

Разработать эскизный проект реакторной установки:

- тип – тепловой энергетический реактор;
- тепловая мощность – 3000 МВт;
- топливо – нитрид урана;
- теплоноситель – легкая вода;
- ТВЭЛ:
 - тип – стержневые;
 - ячейка – треугольная;
 - отношение диаметра к шагу ячейки – 1,2;

В рамках проектирования выполнить вариантный анализ обогащения топлива 4,4 % и 5,8%.

При проектировании выполнить расчет:

- полей плотности потока нейтронов методом конечных элементов в 4 групповом диффузионном приближении;
- расчет распределения температур топлива, оболочки ТВЭЛ и температуры теплоносителя для одной ячейки методом конечных элементов.

Определить температуру и давление теплоносителя из условий температуры пруда охладителя 27°C, КПД турбины 37%, материал оболочки ТВЭЛ сплав Н-2,5.

Вариант 4:

Разработать эскизный проект реакторной установки:

- тип – тепловой энергетический реактор;
- тепловая мощность – 3000 МВт;

- топливо – нитрид урана;
- теплоноситель – легкая вода;
- ТВЭЛ:
 - тип – стержневые;
 - ячейка – треугольная;
 - отношение диаметра к шагу ячейки – 1,2;

В рамках проектирования выполнить вариантный анализ обогащения топлива 4,4 % и 5,8%.

При проектировании выполнить расчет:

- полей плотности потока нейтронов методом конечных элементов в 4 групповом p -1 приближении;
- расчет распределения температур топлива, оболочки ТВЭЛ и температуры теплоносителя для одной ячейки методом конечных элементов.

Определить температуру и давление теплоносителя из условий температуры пруда охладителя 27°C, КПД турбины 37%, материал оболочки ТВЭЛ сплав Н-2,5.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Оценка	Критерии
40-50	1) полное раскрытие темы; 2) указание точных названий и определений; 3) правильная формулировка понятий и категорий; 4) приведение формул.
30-40	1) недостаточно полное, по мнению преподавателя, раскрытие темы; 2) несущественные ошибки в определении понятий, формулах и т. п., кардинально не меняющих суть изложения; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др.
20-30	1) ответ отражает общее направление изложения лекционного материала; 2) наличие достаточного количества несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий, формулах, статистических данных и т. п.; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др.
0-20	1) нераскрытие темы; 2) большое количество существенных ошибок; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др.

в) описание шкалы оценивания:

30-50 курсовой проект засчитывается

0-29 курсовой проект на доработку

8.2.3. Доклад

а) типовые темы докладов - образец:

1. Вероятностные подходы для моделирования задач переноса излучения.
2. Метод конечных элементов для решения задач переноса нейтронов.
3. Метод граничных элементов для решения задач переноса нейтронов.

4. Метод клеточных автоматов для решения задач переноса нейтронов.
5. Аварии на критических сборках. Хронология, масштабы последствий, анализ аварии и причин.
6. Задачи тепломассобмена: модели учета турбулентности.
7. Метод конечных элементов для решения задач тепломассобмена.
8. Метод конечных объемов для решения задач тепломассобмена.
9. Прямое моделирование задач тепломассобмена.
10. Современные концепции энергетических ядерных установок.
11. Современные концепции транспортных ядерных установок.
12. Концепции конструктивных решений рабочих органов системы управления и защиты ядерных реакторов.
13. Основные методики построения физико-статистических моделей надежности.
14. Источники данных о надежности элементов реакторных установок. Обзор источников. Проблемы оценки надежности элементов ядерных установок.
15. Вероятностный анализ безопасности. Уровни. Использование при обосновании ядерной и радиационной безопасности.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Показатели и критерии оценки доклада:

Показатели оценки	Критерии оценки	Баллы (max)
1. Новизна текста	- актуальность проблемы и темы; - новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы; - наличие авторской позиции, самостоятельность суждений.	2
2. Степень раскрытия сущности проблемы	- соответствие содержания теме доклада; - 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.	3
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.).	2
4. Соблюдение требований к оформлению	- грамотность и культура изложения; - владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы; - соблюдение требований к объему презентации.	2
5. Грамотность	- отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей; - отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых; - литературный стиль.	1

в) описание шкалы оценивания:
5-10 баллов контрольная точка считается выполненной
0-4 баллов доклад отдается на доработку

8.2.4. Вопросы к экзамену

1. Сформулировать и записать соотношение баланса нейтронов в диффузионном приближении.
2. Сформулировать и записать соотношение баланса нейтронов в $P-1$ приближении.
3. Сформулировать и записать соотношение баланса нейтронов в s^4 приближении.
4. Сформулировать и записать соотношение баланса тепла для задачи стационарного теплообмена на границе стенка жидкость.
5. Сформулировать и записать соотношение баланса массы и импульса для задачи ламинарного течения.
6. Диссипативные и замкнутые системы. Примеры. Подходы к расчетам и анализу.
7. Методы численного расчета задачи переноса нейтронов. Методы численного моделирования. Методы дискретизации расчетной области пространства.
8. Методы численного расчета задачи переноса нейтронов. Методы численного моделирования. Ограничения. Достоинства и недостатки.
9. Методы численного расчета задачи переноса нейтронов. «Сеточные» методы расчета. Ограничения. Достоинства и недостатки.
10. Методы моделирования переноса тепла и массы. Модели турбулентности $k-\epsilon$ и $k-\omega$. Ограничения. Достоинства и недостатки.
11. «Сеточные» методы расчета переноса тепла и массы. Ограничения. Достоинства и недостатки.
12. Энергетические реакторные установки. Основные потребительские показатели. Концепции энергетических ядерных установок.
13. Транспортные реакторные установки. Основные потребительские показатели. Концепции транспортных ядерных установок.
14. Исследовательские реакторные установки. Основные общие потребительские показатели. Концепции исследовательских ядерных установок.
15. Основные технологические параметры реакторных установок. Формирование температуры и давления теплоносителя, плотности потока нейтронов.
16. Материала реакторных установок: конструкционные элементы, теплоноситель, топливо, поглотитель, замедлитель и отражатель.
17. Каналы срабатывания защиты ядерных реакторов. Ложные срабатывания. Требования ядерной безопасности к системе управления и защиты.
18. Системы управления и защиты: способы воздействия на реактивность реактора. Основные концептуальные конструктивные решения для рабочих органов системы управления и защиты.
19. Детерминистический анализ безопасности: достоинства и недостатки.
20. Вероятностный анализ безопасности: достоинства и недостатки.
21. Вероятностный анализ безопасности: исходные события; полная группа событий.
22. Структурная схема надежности и дерева отказов.
23. Источники данных о надежности элементов реакторной установки. Достоинства и недостатки доступных источников.
24. Этапы обработки данных опыта эксплуатации и испытаний.
25. Общий принцип построения физико-статистических моделей надежности.
26. Обоснование ядерной безопасности. Критерии обеспечения ядерной безопасности.
27. Обоснование радиационной безопасности. Критерии обеспечения радиационной безопасности.

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.

7 семестр

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (Доклад) и контрольная точка № 2 (Защита лабораторных).

8 семестр

Контрольная точка № 1 (Доклад) и контрольная точка № 2 (Защита лабораторных).

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

7 семестр

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1	6	10
	Доклад	6	10
	Контрольная точка № 2	30	50
	Курсовой проект	30	50
Промежуточный	Зачет	24	40
	Вопрос 1	12	20
	Вопрос 2	12	20
ИТОГО по дисциплине		60	100

8 семестр

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1	6	10
	Доклад	6	10
	Контрольная точка № 2	30	50
	Курсовой проект	30	50
Промежуточный	Экзамен	24	40
	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.

Тема доклада и курсового проекта даётся на 1 занятии

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

Зачет 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 зачете 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 зачете.

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 существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
75-84		C	
70-74		D	
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. АЭС с реактором типа ВВЭР-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта : науч. издание / С. А. Андрушечко [и др.]. - М. : Логос, 2010. (150 экз.)

2. Зорин В. М. Атомные электростанции : учеб. пособие для студ. вузов / В. М. Зорин. - М. : МЭИ, 2012. (250 шт.)
3. Лескин, С.Т. Физические особенности и конструкция реактора ВВЭР-1000 [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / С. Т. Лескин, А. С. Шелегов, В. И. Слободчук. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Leskin_Fizicheskie_osobennosti_i_konstrukciya_reaktora_VVER-1000_2011.pdf [Режим доступа 20.04.2015]
4. Шелегов, А.С. Физические особенности и конструкция реактора РБМК-1000 [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А. С. Шелегов, С. Т. Лескин, В. И. Слободчук. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Shelegov_Fizicheskie_osobennosti_i_konstrukciya_Reaktora_RBMK-1000_2007.pdf [Режим доступа 20.06.2018]

б) дополнительная учебная литература:

1. Волков Ю.В.. Физико-технические основы конструирования ядерных реакторов (учебное пособие). ИАТЭ, Обнинск, 1996 г.
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. Метод конечных элементов в технике. / О. Зенкевич: пер. с англ. под ред. Б.Е. Победри – М.: «Мир», 1975. – 539 с.
3. Коробейников В.В. Метод Монте-Карло в задачах физики реакторов и защиты. Учебное пособие по курсу ФРЯР, ИАТЭ, 1994.
4. Норри Д., де Фриз Ж.. Введение в метод конечных элементов. / Д. Норри, Ж.. де Фриз: пер. с англ. под ред. Г. И. Марчука – М.: «Мир», 1981. – 304 с.
5. Рояк М.Э., Соловейчик Ю.Г., Шурина Э.П. Сеточные методы решения краевых задач математической физики: Учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1998. – 120 с.
6. Атомные электрические станции. / Т. Х. Маргулова – М: «Высшая школа», 1978.
7. Самойлов О.Б. Безопасность ядерных энергетических установок / О.Б. Самойлов, Г.Б. Усынин, А.М. Бахметьев – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 280 с.

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/>
<http://kuperbook.biblioclub.ru>
<http://www.studentlibrary.ru>
<http://library.mephi.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; пометать 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 подготовки 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 задавать 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 зачету	При подготовке к зачету 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 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)

- применение средств мультимедиа в образовательном процессе (презентации, видео);
- возможность консультирования обучающихся преподавателями в любое время и в любой точке пространства посредством сети Интернет(e-mail)

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

Учебная аудитория на 20 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

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1	Законы баланса.	практические занятия	2	Визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
2	Обзор методик расчета переноса излучения	практические занятия	4	Визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
3	Обзор методик расчета переноса тепла и массы	практические занятия	4	Визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
4	Реакторные установки	практические занятия	2	Визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
5	Формирование технологических параметров реакторной установки	практические занятия	4	Визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
6	Системы управления и защиты	практические занятия	4	Визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
7	Основы систем автоматизированного проектирования	практические занятия	2	Визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
8	Детерминистический и вероятностный анализ безопасности	практические занятия	2	Визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
9	Вероятностная методика анализа	практические занятия	2	Визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм

10	Данные о надежности	практические занятия	4	Визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм
11	Анализ ядерной безопасности	практические занятия	4	Визуальный семинар с разбором конкретных задач, мозговой штурм

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 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:

_____ А.В. Соболев, старший преподаватель ОЯФиТ

Рецензент:

_____ А.М. Терехова, ст. преп. ОЯФиТ