

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

Инженерные расчеты и проектирование ядерных установок

название дисциплины

Специальность

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:

- дать представление будущему специалисту об особенностях протекания теплогидравлических процессов в активных зонах ядерных энергетических реакторов различного типа, о важности этих процессов для эффективного, надежного и безопасного функционирования реакторов

Задачи изучения дисциплины:

- Научить 7 основным методам инженерного теплогидравлического расчета активных зон для номинальных режимов работы реакторов
- Познакомить с современными расчетными компьютерными методами теплогидравлики и подготовить к самостоятельной работе в области инженерных и исследовательских расчетов реакторов.

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: Конструкции ядерных реакторов, Теория переноса нейтронов, Физика ядерных реакторов, Гидродинамика и теплообмен.

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Критерии безопасности и оценка риска».

Дисциплина изучается на 4 и 5 курсах в 7, 8, 9 и 10 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 тепло-массопереноса в активных зонах или воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды, системы учета, контроля ядерных материалов	З-ПК-1 Знать нейтронно-физические процессы в реакторах, процессы гидродинамики и тепло-массопереноса 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

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.
	- формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности (B16)	Использование воспитательного потенциала по дисциплинам, предусматривающим курсовые работы (проекты) для формирования навыков владения эвристическими методами поиска и выбора технических решений в условиях неопределенности через специальные задания с использованием программных пакетов.
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	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»,

	достижения устойчивого развития мирных ядерных технологий, направленных на улучшение труда и жизни человека (B25); - формирование ответственной позиции по применению ядерных технологий в свете сохранения окружающей среды для будущих поколений (B26)	«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 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						
	Семестр						
	№7	№ 8	№ 9	№10			Всего
	Количество часов на вид работы:						
Контактная работа обучающихся с преподавателем							
Аудиторные занятия (всего)	48	64	32	32			176
В том числе:							
<i>лекции</i>	16	32	-	16			64
<i>практические занятия</i>	32	32	16	16			96
<i>лабораторные занятия</i>	-	-	16	16			32
Промежуточная аттестация							
В том числе:							
<i>зачет</i>	-	-	+	+			
<i>экзамен</i>	36	36	-	-			72
Самостоятельная работа обучающихся	24	44	40	24			132
Всего (часы):	108	144	72	72			396
Всего (зачетные единицы):	3	4	2	2			11

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.	Инженерные расчеты и проектирование ЯУ										
1.1.	Введение.	2	6	-		2					
1.2.	Задачи теплогидравлического расчета активной зоны реактора	2	4			2					
1.3.	Расчет температур твэла и теплоносителя в изолированных ячейках и каналах активной зоны.	2	4	-		2					
1.4.	Поканальные методы теплогидравлического расчета ТВС и бескасетных активных зон.	2	3	-		2					
1.5.	Теплогидравлический расчет активной зоны в стационарных режимах работы реактора.	2	3	-		2					
1.6.	Методы расчета теплогидравлики ТВС и активных зон, основанные на многомерных моделях сплошной среды.	2	3			2					
1.7.	Теплогидравлика активных зон с однофазными теплоносителями в нестационарных режимах.	2	3			4					
1.8.	Методы теплогидравлического расчета активных зон с кипящим теплоносителем.	2	3			4					
1.9.	Теплогидравлическая надежность активных зон реакторов.	2	3			4					
	Итого за 7 семестр:	16	32	-		24					
2.	Математическое моделирование теплогидравлических процессов										
2.1.	Введение	4	2	-		-					

2.2.	Математические модели, используемые для описания нестационарных многомерных теплогидравлических процессов в ядерных реакторах.	8	8	-		10					
2.3.	Математические модели для расчета гидродинамики и теплопереноса в ТВС и активных зонах на основе многомерных моделей сплошной среды.	6	8	-		10					
2.4.	Методы решения уравнений конвективного теплопереноса в реакторах.	8	6	-		10					
2.5.	Специальные задачи расчетного моделирования теплогидравлических процессов, возникающие при исследовании возможных аварий реакторов.	6	8	-		14					
	Итого за 8 семестр:	32	32			44					
3.1.	Введение		4	4		10					
3.2.	Методы решения уравнений гидродинамики теплоносителя в гидравлическом тракте реактора.	-	6	6		15					
3.3.	Специальные задачи расчетного моделирования теплогидравлических процессов, возникающие при исследовании возможных аварий реакторов.	-	6	6		15					
	Итого за 9 семестр:	-	16	16		40					
4.1.	Введение	4	4	4		4					
4.2.	Методы расчета теплопроводности в отдельных элементах реактора.	6	6	6		10					
4.3.	Методы решения уравнений конвективного теплопереноса в реакторах.	6	6	6		10					
	Итого за 10 семестр:	16	16	16		24					
	Всего:	64	96	32		132					

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

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Инженерные расчеты и проектирование ЯУ	
1.1.	Введение.	Ядерный реактор как теплообменная система. Основные типы реакторов. Классификация реакторов по используемым теплоносителям и способам теплоотвода. Особенности теплогидравлики реакторов типа ВВЭР, РБМК, БН, ВТГР.
1.2.	Задачи теплогидравлического расчета активной зоны реактора	Тепловыделение в активной зоне и в других элементах реактора. Энергонапряженность активной зоны реактора. Нейтронная мощность и остаточное тепловыделение. Роль гидродинамических процессов в теплопереносе в активной зоне. Структурные элементы гидравлического тракта реактора: элементарная гидравлическая ячейка, канал активной зоны, ТВС, канал СУЗ, активная зона и т.д.
1.3.	Расчет температур твэла и теплоносителя в изолированных ячейках и каналах активной зоны.	Выделение элементарной изолированной ячейки и изолированного канала активной зоны. Подогрев теплоносителя в канале. Определяющие температуры оболочки и топлива твэла. Гидравлическое сопротивление канала. Скорость и расход теплоносителя в канале. Влияние неравномерности тепловыделения по длине канала на температуру твэла и теплоносителя.
1.4.	Поканальные методы теплогидравлического расчета ТВС и бескассетных активных зон.	Представление ТВС гидравлической сетью каналов. Расчет распределения расхода по каналам ТВС. Характеристики температурной и гидравлической неравномерностей в ТВС. Среднесмешанная температура теплоносителя на выходе ТВС и ее связь с максимальными температурами. Гидравлическое профилирование ТВС. Учет межканального теплогидравлического взаимодействия при расчете температур теплоносителя. Методы решения уравнений, описывающих распределения температур теплоносителя в ТВС с учетом межканального взаимодействия.
1.5.	Теплогидравлический расчет активной зоны в стационарных режимах работы реактора.	Распределение расхода теплоносителя по тепловыделяющим сборкам активной зоны, каналам СУЗ, байпасам. Гидравлическая и температурная неравномерность в активной зоне. Гидравлическое профилирование активной зоны.
1.6.	Методы расчета теплогидравлики ТВС и активных зон, основанные на многомерных моделях сплошной среды.	Интегральная формулировка законов сохранения массы, энергии и количества движения. Использование интегральных законов сохранения для представления твэльных сборок эквивалентными пористыми средами с распределенными источниками тепловыделения. Система дифференциальных уравнений модели пористой среды и методы ее численного решения.
1.7.	Теплогидравлика активных зон с однофазными теплоносителями в нестационарных режимах.	Расчет динамики расхода теплоносителя и температур твэлов в переходных режимах. Динамика расхода теплоносителя и температур в аварийных режимах и режимах расхолаживания. Расчет естественной циркуляции теплоносителя в активной зоне и теплообменных петлях. Связь нестационарных теплогидравлических процессов с нейтронной мощностью через температурные коэффициенты реактивности.

1.8.	Методы теплогидравлического расчета активных зон с кипящим теплоносителем.	Особенности теплогидравлики двухфазного теплоносителя в каналах с кипением. Методы инженерного расчета каналов с кипением теплоносителя. Гидродинамическая неустойчивость парогенерирующих каналов с кипением. Расчет дроселирования парогенерирующих каналов с целью подавления пульсаций расхода. Критический тепловой поток, коэффициент запаса до кризиса.
1.9.	Теплогидравлическая надежность активных зон реакторов.	Понятие теплотехнической надежности активной зоны. Роль отклонений теплотехнических параметров и их влияние на теплотехническую надежность. Детерминистский и вероятностно-статистический подходы к анализу теплотехнической надежности. Линейная дисперсионная методика расчета статистических добавок к определяющим теплотехническим параметрам активной зоны.
2.	Математическое моделирование теплогидравлических процессов	
2.1.	Введение	1.1 Общая характеристика и задачи моделирования при физических исследованиях и проектировании ядерных реакторов. Различие и связь нейтронно-физических и теплогидравлических процессов в ядерных реакторах. 1.2 Экспериментальное и расчетное моделирование процессов в ядерных реакторах. Место расчетного моделирования теплогидравлических процессов при проектировании и исследованиях. 1.3 Расчет теплопереноса, полей температур, термодинамический и гидродинамический расчеты - составные части теплогидравлического расчетного моделирования реакторов. 1.4 Одномерные, двумерные, трехмерные, стационарные и нестационарные математические модели теплогидравлических процессов. Трудности, возникающие при использовании многомерных моделей. 1.5 Использование компьютеров и компьютерных программ для теплогидравлического моделирования. Роль экспериментальных исследований в обосновании методов расчетного моделирования теплогидравлических процессов в ядерных реакторах.
2.2.	Математические модели, используемые для описания нестационарных многомерных теплогидравлических процессов в ядерных реакторах.	2.1 Описание движущихся сплошных сред по Лагранжу и по Эйлеру. Субстанциональные производные и их выражение через частные производные при эйлеровом описании сплошных сред. 2.2 Интегральная и дифференциальная формы уравнений сохранения импульса, массы и энергии в сплошных средах. 2.3 Использование осреднения при постановке задач моделирования теплогидравлических процессов в реакторах. Трудности введения средних характеристик систем, описываемых нелинейными уравнениями. 2.4 Замкнутые системы уравнений для простейших моделей реакторов и реакторных элементов: уравнения теплопроводности, энергии, гидродинамики для сплошных сред без учета фазовых превращений.
2.3.	Математические модели для расчета гидродинамики и теплопереноса в ТВС и активных зонах на	3.1 Представление твэльных сборок эквивалентными пористыми средами с распределенными источниками тепловыделения. Введение осредненных характеристик среды: средней скорости и среднего давления теплоносителя, средней температуры среды.

	основе многомерных моделей сплошной среды.	3.2 Определяющая система дифференциальных уравнений модели пористой среды. Учет естественной конвекции теплоносителя. Модели для расчета распределенного сопротивления, теплопроводности, теплоемкости пористой среды. 3.3 Использование модели пористой среды для построения интегральных теплогидродинамических моделей реактора. Условия на границах разнородных элементов реактора при построении интегральных моделей.
2.4.	Методы расчета теплопроводности в отдельных элементах реактора.	4.1 Аналитические методы решения уравнения теплопроводности для некоторых частных случаев. Конечно-разностные методы численного решения уравнения теплопроводности. Конечно-разностная аппроксимация дифференциального уравнения теплопроводности с пространственно зависимыми коэффициентами. Граничные и начальные условия. 4.2 Явные методы решения конечно-разностного аналога нестационарного уравнения теплопроводности и условия их устойчивости. 4.3 Методы релаксации для решения стационарного уравнения теплопроводности. 4.4 Неявный метод переменных направлений для решения двумерного уравнения теплопроводности.
2.5.	Методы решения уравнений конвективного теплопереноса в реакторах.	5.1 Точные аналитические решения уравнения конвективного переноса для частного случая распространения температурного фронта в однородной среде. Влияние теплопроводности. 5.2 Конечно-разностная аппроксимация конвективных членов уравнения энергии. Использование смещенных разностных сеток для получения консервативных схем. Схемы с конечными разностями против потока. Влияние численной диффузии. 5.3 Методы решения конечно-разностного аналога уравнения энергии. Граничные и начальные условия. 5.4 Метод частиц для решения уравнений конвективного переноса энергии и массы.
2.6.	Методы решения уравнений гидродинамики теплоносителя в гидравлическом тракте реактора.	6.1 Метод контрольного объема для получения конечно-разностного аналога уравнений гидродинамики в естественных переменных. Конечно-разностная аппроксимация уравнения неразрывности. 6.2 Конечно-разностная аппроксимация конвективных членов уравнений движения. Использование смещенных расчетных сеток для получения консервативных разностных схем. Схемы с конечными разностями против потока. Счетная вязкость. 6.3 Методы решения дискретного аналога уравнений гидродинамики в естественных переменных. Устойчивость конечно-разностных методов решения уравнений гидродинамики. 6.4 Комплексные многомерные расчетные теплогидродинамические модели реактора. Конечно-разностная аппроксимация условий на границах разнородных структурных элементов реактора.
2.7.	Специальные задачи расчетного моделирования	7.1 Математические модели процессов, связанных с плавлением элементов реактора при тяжелых авариях. Учет скрытой теплоты фазового перехода в уравнении энергии. Ко-

	ния теплогидравлических процессов, возникающие при исследовании возможных аварий реакторов.	конечно-разностные методы решения задачи о распространении фронта плавления в неподвижной среде (задача Стефана). 7.2 Математические модели многокомпонентных несжимаемых сред с фазовыми превращениями. Многоскоростные и односкоростные гомогенные модели многокомпонентных сред. Учет химических реакций между компонентами среды. Особенности конечно-разностных методов решения уравнений движения и сохранения многокомпонентной среды. Влияние численной диффузии на границы раздела компонентов среды. Использование метода частиц при решении уравнений переноса компонентов среды. 7.3 Нерешенные проблемы и трудности моделирования теплофизических процессов. Тестирование, верификация и аттестация расчетных компьютерных программ, предназначенных для обоснования проектов ядерных реакторов.
--	---	--

Практические занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Инженерные расчеты и проектирование ЯУ	
1.1.	Введение.	Методика расчета температур твэла и теплоносителя в изолированном канале активной зоны с однофазным теплоносителем для стационарных режимов работы реактора.
1.4.	Поканальные методы теплогидравлического расчета ТВС и бескассетных активных зон.	Методика расчета стационарных распределений температур твэлов и распределения расхода теплоносителя в ТВС с использованием методики изолированных каналов.
1.5.	Теплогидравлический расчет активной зоны в стационарных режимах работы реактора.	Методика расчета распределений температур твэлов в ТВС с использованием поканальной методики, учитывающей межканальное взаимодействие.
2.	Математическое моделирование теплогидравлических процессов	
2.2.	Математические модели, используемые для описания нестационарных многомерных теплогидравлических процессов в ядерных реакторах.	Интегральная и дифференциальная формы уравнений сохранения импульса, массы и энергии в сплошных средах. Замкнутые системы уравнений для простейших моделей реакторов и реакторных элементов: уравнения теплопроводности, энергии, гидродинамики для сплошных сред без учета фазовых превращений
2.3.	Математические модели для расчета гидродинамики и теплопереноса в ТВС и активных зонах на основе многомерных моделей сплошной среды.	Представление твэльных сборок эквивалентными пористыми средами с распределенными источниками тепловыделения. Модели для расчета распределенного сопротивления, теплопроводности, теплоемкости пористой среды
2.4.	Методы расчета теплопроводности в отдельных элементах реактора.	Аналитические методы решения уравнения теплопроводности для некоторых частных случаев. Конечно-разностные методы численного решения уравнения теплопроводности. Конечно-разностная аппроксимация дифференциального уравнения теплопроводности с пространственно зависимыми коэффициентами. Граничные и начальные условия

2.5.	Методы решения уравнений конвективного теплопереноса в реакторах.	Точные аналитические решения уравнения конвективного переноса для частного случая распространения температурного фронта в однородной среде.
2.6.	Методы решения уравнений гидродинамики теплоносителя в гидравлическом тракте реактора.	Конечно-разностная аппроксимация уравнения неразрывности. Методы решения дискретного аналога уравнений гидродинамики в естественных переменных.
2.7.	Специальные задачи расчетного моделирования теплогидравлических процессов, возникающие при исследовании возможных аварий реакторов.	Математические модели процессов, связанных с плавлением элементов реактора при тяжелых авариях. Учет скрытой теплоты фазового перехода в уравнении энергии. Учет химических реакций между компонентами среды.

Лабораторные занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
2.	Математическое моделирование теплогидравлических процессов	
2.4.	Методы расчета теплопроводности в отдельных элементах реактора.	Построение конечно-разностной схемы переменных направлений для решения двумерного уравнения теплопроводности с переменными коэффициентами. Составление программы для ЭВМ и выполнение тестовых расчетов.
2.5.	Методы решения уравнений конвективного теплопереноса в реакторах.	Анализ конечно-разностных схем решения одномерного уравнения переноса, сравнение с точным аналитическим решением.
2.6.	Методы решения уравнений гидродинамики теплоносителя в гидравлическом тракте реактора.	Построение конечно-разностной схемы решения двумерной системы уравнений гидродинамики несжимаемой жидкости в пучках ТВЭЛов методом контрольного объема. Разработка программы для ЭВМ и выполнение тестовых расчетов
2.7.	Специальные задачи расчетного моделирования теплогидравлических процессов, возникающие при исследовании возможных аварий реакторов.	Демонстрация работы компьютерных программ расчета гидродинамики и теплопереноса в гидравлическом тракте реактора. Визуализация результатов расчетов.

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

1. Раздаточный материал справочных таблиц;
2. Статьи в периодических изданиях: «Атомная энергия», «Известия вузов. Ядерная энергетика».

3. 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			
1.1.	Введение.	З-ПК-1; У-ПК-1;В-ПК-1	Контрольная работа, коллоквиум
1.2.	Задачи теплогидравлического расчета активной зоны реактора	З-ПК-1; У-ПК-1;В-ПК-1	Контрольная работа, коллоквиум
1.3.	Расчет температур твэла и теплоносителя в изолированных ячейках и каналах активной зоны.	З-ПК-1; У-ПК-1;В-ПК-1	Контрольная работа, коллоквиум
1.4.	Поканальные методы теплогидравлического расчета ТВС и бескассетных активных зон.	З-ПК-1; У-ПК-1;В-ПК-1	Контрольная работа, коллоквиум
1.5.	Теплогидравлический расчет активной зоны в стационарных режимах работы реактора.	З-ПК-1; У-ПК-1;В-ПК-1	Контрольная работа, коллоквиум
1.6.	Методы расчета теплогидравлики ТВС и активных зон, основанные на многомерных моделях сплошной среды.	З-ПК-1; У-ПК-1;В-ПК-1	Контрольная работа, коллоквиум
1.7.	Теплогидравлика активных зон с однофазными теплоносителями в нестационарных режимах.	З-ПК-1; У-ПК-1;В-ПК-1	Контрольная работа, коллоквиум
1.8.	Методы теплогидравлического расчета активных зон с кипящим теплоносителем.	З-ПК-1; У-ПК-1;В-ПК-1	Контрольная работа, коллоквиум
1.9.	Теплогидравлическая надежность активных зон реакторов.	З-ПК-1; У-ПК-1;В-ПК-1	Контрольная работа, коллоквиум
Промежуточный контроль, 7 семестр			
	зачет	З-ПК-1; У-ПК-1;В-ПК-1	Вопросы на зачет
Текущий контроль, 8 семестр			
2.1.	Введение	З-ПК-1; У-ПК-1;В-ПК-1	Контрольная работа.
2.2.	Математические модели, используемые для описания нестационарных многомерных теплогидравлических процессов в ядерных реакторах.	З-ПК-1; У-ПК-1;В-ПК-1	Контрольная работа.
2.3.	Математические модели для расчета гидродинамики и теплопереноса в ТВС и активных	З-ПК-1; У-ПК-1;В-ПК-1	Контрольная работа.

	зонах на основе многомерных моделей сплошной среды.		
2.4.	Методы расчета теплопроводности в отдельных элементах реактора.	З-ПК-1; У-ПК-1;В-ПК-1	Контрольная работа,
Промежуточный контроль, 8 семестр			
	экзамен	З-ПК-1; У-ПК-1;В-ПК-1	Экзаменационный билет
	Курсовой проект	З-ПК-1; У-ПК-1;В-ПК-1	Расчетно-пояснительная записка
Текущий контроль, 9 и 10 семестры			
3.1	Методы решения уравнений конвективного теплопереноса в реакторах.	З-ПК-1; У-ПК-1;В-ПК-1	Лабораторная работа.
3.2	Методы решения уравнений гидродинамики теплоносителя в гидравлическом тракте реактора.	З-ПК-1; У-ПК-1;В-ПК-1	Лабораторная работа.
3.3	Специальные задачи расчетного моделирования теплогидравлических процессов, возникающие при исследовании возможных аварий реакторов.	З-ПК-1; У-ПК-1;В-ПК-1	Лабораторная работа.
Промежуточный контроль, 9 и 10 семестры			
	зачет	З-ПК-1; У-ПК-1;В-ПК-1	Вопросы на зачет

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

8.2.1. Экзамен

а) типовые вопросы (задания):

Вопросы, предлагаемые студентам в виде билетов для ответа на экзамене:

1. Классификация реакторов по используемым теплоносителям и способам теплоотвода.
2. Тепловыделение в активной зоне. Коэффициенты неравномерности тепловыделения по радиусу и высоте активной зоны. Расчет тепловых потоков поверхности твэлов в стационарных режимах работы реактора.
3. Энергонапряженность активной зоны. Связь тепловой мощности, энергонапряженности и среднего теплового потока с температурами теплоносителя. Энергонапряженность реакторов типа ВВЭР, РБМК, БН.
4. Структурные элементы гидравлического тракта реактора. Выделение гидравлической ячейки и канала активной зоны. Типы элементарных ячеек твэльных сборок.
5. Представление активной зоны реактора гидравлической сетью изолированных каналов. Расчет распределения расхода теплоносителя в системе параллельных изолированных каналов по заданному общему перепаду давления в системе.
6. Представление активной зоны реактора гидравлической сетью изолированных каналов. Расчет распределения расхода теплоносителя в системе параллельных изолированных каналов по заданному общему расходу теплоносителя.
7. Представление отдельной ТВС активной зоны гидравлической сетью изолированных каналов. Расчет распределения расхода теплоносителя в системе параллельных изолированных каналов по заданному общему расходу теплоносителя ТВС.
8. Представление отдельной ТВС активной зоны гидравлической сетью изолиро-

ванных каналов. Расчет распределения расхода теплоносителя в системе параллельных изолированных каналов по заданному общему перепаду давления на ТВС.

9. Расчет распределения расхода теплоносителя по кассетам (ТВС) активной зоны на основе методики параллельных каналов.
10. Гидравлическая характеристика контура циркуляции и напорная характеристика циркуляционного насоса. Определение рабочей точки (расхода) контура с принудительной циркуляцией теплоносителя.
11. Расчет движущего гидравлического напора в контуре с естественной циркуляцией некипящего теплоносителя.
12. Зависимость движущего гидравлического напора в контуре с естественной циркуляцией некипящего теплоносителя от мощности реактора.
13. Расчет распределений определяющих температур твэлов и теплоносителя в отдельной ТВС по методике параллельных изолированных каналов.
14. Использование интегральных законов сохранения тепловой энергии в тепловом расчете активной зоны.
15. Расчет гидравлического сопротивления отдельного активной зоны.
16. Расчет подогрева теплоносителя и температуры оболочки твэла в изолированном канале активной зоны.
17. Расчет определяющих температур твэла (оболочки, топлива, теплоносителя) в изолированном канале в стационарных режимах.
18. Гидравлическое профилирование активной зоны, состоящей из очехлованных ТВС. Цель и методы гидравлического профилирования.
19. Учет межканального теплового взаимодействия при расчете температур в ТВС по методике параллельных каналов.
20. Расчет среднего и максимального подогрева теплоносителя в активной зоне реактора.
21. Расчет распределения температуры теплоносителя по длине канала с заданной температурой теплопередающей поверхности твэлов.
22. Расчет динамики средней температуры твэла в канале с изменяющейся тепловой мощностью.
23. Режимы течения водяного теплоносителя в каналах с кипением. Кризис теплоотдачи и критической тепловой поток в каналах с кипением.
24. Расчет паропроизводительности в каналах активной зоны с кипением теплоносителя.
25. Особенности расчета гидравлического сопротивления (перепада давления) каналов с кипящим теплоносителем.
26. Гидродинамическая неустойчивость парогенерирующих каналов. Подавление пульсаций расхода при гидродинамической неустойчивости.

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:

35-40 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

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

28-34 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

– сделал все, что требуется для получения оценки «отлично», однако при этом допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

20-27 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;
- выполнил одну из двух задач в индивидуальной работе.

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

а) типовые вопросы (задания):

Вопросы, предлагаемые студентам в виде билетов для ответа на зачете:

Вопрос №1

Интегральная и дифференциальная формы уравнения, выражающего закон сохранения массы движущейся сплошной среды.

Вопрос №2

Получить интегральную и дифференциальную формы уравнения, выражающего закон сохранения массы примеси в движущейся сплошной среде с учетом диффузии.

Вопрос №3

Дифференциальная форма уравнения, выражающего закон сохранения массы примеси в покоящейся сплошной среде с учетом диффузии.

Вопрос №4

Интегральная форма уравнения, выражающего закон сохранения тепловой энергии в покоящейся среде с учетом теплопроводности (для изобарического процесса).

Вопрос №5

Получить интегральную и дифференциальную формы уравнения, выражающего закон сохранения тепловой энергии в движущейся сплошной среде с учетом теплопроводности (для изобарического процесса).

Вопрос №6

Получить интегральную форму уравнения, выражающего закон сохранения количества движения движущейся сплошной среды.

Вопрос №7

Получить интегральную форму уравнения, выражающего закон сохранения количества движения движущейся сплошной среды.

Вопрос №8

Получить дифференциальную форму уравнения, выражающего закон сохранения количества движения несжимаемой вязкой движущейся сплошной среды.

Вопрос №9

Получить интегральную форму уравнения, выражающего закон сохранения скалярной величины Φ , переносимой движущейся сплошной средой.

Вопрос №10

Получить интегральную и дифференциальную формы уравнения, выражающего закон сохранения массы движущейся сплошной среды.

Вопрос №11

Получить интегральную и дифференциальную формы уравнения, выражающего закон сохранения массы примеси в движущейся сплошной среде с учетом диффузии.

Вопрос №12

Получить интегральную и дифференциальную формы уравнения, выражающего закон сохранения массы примеси в покоящейся сплошной среде с учетом диффузии.

Вопрос №13

Получить интегральную и дифференциальную формы уравнения, выражающего закон сохранения тепловой энергии в покоящейся сплошной среде с учетом теплопроводности (для изобарического процесса).

Вопрос №14

Получить интегральную и дифференциальную формы уравнения, выражающего закон сохранения тепловой энергии в движущемся теплоносителе с учетом теплопроводности (для изобарического процесса).

Вопрос №15

Получить интегральную форму уравнения, выражающего закон сохранения количества движения движущейся сплошной среды.

Вопрос №16

Интегральная форма уравнения, выражающего закон сохранения количества движения движущейся сплошной среды.

Вопрос №17

Дифференциальная форма уравнения, выражающего закон сохранения количества движения несжимаемого вязкого теплоносителя.

Вопрос №18

Интегральная форма уравнения, выражающего закон сохранения скалярной величины Φ , переносимой движущимся теплоносителем.

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:

35-40 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

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

28-34 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

– сделал все, что требуется для получения оценки «отлично», однако при этом допустил незначительные неточности при изложении материала, не искажающие содержание ответа по существу вопроса.

20-27 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;
- выполнил одну из двух задач в индивидуальной работе.

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. Наименование оценочного средства

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Коллоквиум (7 сем)

1. Теорема Гаусса-Остроградского для преобразования поверхностных интегралов в объемные.
2. Формулы для вычисления полной производной по времени от интеграла по движущемуся (субстанциональному) объему.
3. Система уравнений Навье-Стокса. Системы уравнений вязкой несжимаемой жидкости. Системы уравнений сжимаемого идеального газа.
4. Конечно-разностная аппроксимация дифференциального уравнения энергии. Эффекты численной теплопроводности.
5. Конечно-разностная аппроксимация дифференциальных уравнений движения.
6. Особенности теплогидравлики реакторов типа ВВЭР.
7. Особенности теплогидравлики реакторов типа РБМК.
8. Особенности теплогидравлики реакторов типа БН.
9. Особенности теплогидравлики реакторов типа ВТГГР.
10. Связь нейтронной мощности и остаточного тепловыделения.
11. Структурные элементы гидравлического тракта реактора.
12. Подогрев теплоносителя в канале.
13. Гидравлическое сопротивление канала.
14. Влияние неравномерности тепловыделения по длине канала на температуры ТВЭЛ (включая топливо) и теплоносителя.
15. Характеристики температурной и гидравлической неравномерностей в ТВС.
16. Методы решения уравнений, описывающих распределения температур теплоносителя в ТВС с учетом межканального взаимодействия.
17. Гидравлическая и температурная неравномерность в активной зоне.
18. Гидравлическое профилирование активной зоны.
19. Система дифференциальных уравнений модели пористой среды и методы ее численного решения.
20. Связь нестационарных теплогидравлических процессов с нейтронной мощностью через температурные коэффициенты реактивности.
21. Методы инженерного расчета каналов с кипением теплоносителя.
22. Гидродинамическая неустойчивость парогенерирующих каналов с кипением.
23. Критический тепловой поток, коэффициент запаса до кризиса.
24. Детерминистский и вероятностно-статистический подходы к анализу теплотехнической надежности.

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:

27-30 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

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

23-26 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

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

20-22 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;

- выполнил одну из двух задач в индивидуальной работе.
- 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.

8.2.4. Наименование оценочного средства

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Контрольная работа (7 сем)

Вариант 1

Задача 1

Оценить размеры активной зоны. Тепловая мощность $N_t = 3$ ГВт, средняя энергонапряженность $q_v = 100$ кВт/л, высота цилиндрической активной зоны 3 метра.

Задача 2

Рассчитать массовый расход пара на выходе из парогенерирующего канала если: расход воды на входе составляет 5 л/сек; объемное паросодержание на выходе составляет 16%; плотность насыщенного пара 1,2 кг/м³.

Вариант 2

Задача 1

Рассчитать потери давления на местных сопротивлениях если: скорость жидкости на входе 2 м/с; канала испытывает один поворот и одно сужение с коэффициентами $\xi = 0,5$ и 0,12 соответственно; плотность жидкости 0,96 кг/л.

Задача 2

Рассчитать плотность теплового потока через стенку трубки высотой 3 метра, диаметром 12 мм и толщиной 0,6 мм если: температура на внутренней поверхности составляет 240 °С, а на внешней 290 °С; коэффициент теплопроводности материала стенки принять $\lambda = 0,46$ Вт/(°С×м²).

Вариант 3

Задача 1

Оценить расход теплоносителя если: отводимая мощность составляет $N_t = 3$ ГВт; подогрев в активной зоне 200°С; теплоемкость $C_p = 4$ кДж/(кг×К).

Задача 2

Рассчитать температуру на поверхности пластины толщиной 3 мм если: температура на противоположной поверхности равна 160°С; плотность теплового потока $q = 4,5$ кВт/м² и направлен он от стенки с заданной температурой к стенке с искомой; коэффициент теплопроводности материала стенки принять $\lambda = 0,67$ Вт/(°С×м²).

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Задача 1 оценивается в 15 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

Задача 2 оценивается в 15 баллов, если правильно написаны формулы, найдены правильные значения из таблиц данных, найден правильный ответ и правильно написаны единицы измерения.

в) описание шкалы оценивания:

20-30 баллов - контрольная работа зачтена

0-19 баллов – студент должен переписать контрольную работу. При переписывании студенту максимальное количество баллов, которые можно набрать -26

8.2.5. Наименование оценочного средства

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Коллоквиум (8 сем)

1. Различие и связь нейтронно-физических и теплогидравлических процессов в ядерных реакторах.
2. Составные части теплогидравлического расчетного моделирования реакторов.
3. Описание движущихся сплошных сред по Лагранжу и по Эйлеру.
4. Интегральная и дифференциальная формы уравнений сохранения импульса, массы и энергии в сплошных средах.
5. Использование осреднения при постановке задач моделирования теплогидравлических процессов в реакторах.
6. Суть замкнутых систем уравнений для простейших моделей реакторов и реакторных элементов.
7. Представление твэльных сборок эквивалентными пористыми средами с распределенными источниками тепловыделения.
8. Определяющая система дифференциальных уравнений модели пористой среды.
9. Использование модели пористой среды для построения интегральных теплогидродинамических моделей реактора.
10. Конечно-разностная аппроксимация дифференциального уравнения теплопроводности с пространственно зависимыми коэффициентами.
11. Явные и неявные методы решения конечно-разностного аналога нестационарного уравнения теплопроводности и условия устойчивости решения.
12. Методы релаксации для решения стационарного уравнения теплопроводности.
13. Конечно-разностная аппроксимация конвективных членов уравнения энергии.
14. Методы решения конечно-разностного аналога уравнения энергии.
15. Метод частиц для решения уравнений конвективного переноса энергии и массы.

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:

27-30 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

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

23-26 баллов за ответ на вопрос выставляется студенту, который:

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

20-22 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;
- выполнил одну из двух задач в индивидуальной работе.

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.

8.2.6. Наименование оценочного средства

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Контрольные вопросы при сдаче лабораторных работ

1. Уравнение теплопроводности с постоянными и переменными коэффициентами.
2. Переменные коэффициенты в уравнении теплопроводности: значимость учета, при-
рода изменения.
3. Конечно-разностная схема переменных направлений: суть, отличие.
4. Нестационарное уравнение теплопроводности – схема численного решения.
5. Метод контрольного объема и его реализация в численных схемах.
6. Гидродинамика несжимаемой жидкости.
7. Гидродинамика сжимаемой жидкости, значимость учета сжимаемости.
8. Движение жидкости при продольном обтекании пучков труб.
9. Элементарная ячейка.
10. Учет перетечек между расчетными ячейками.
11. Особенности конечно-разностных методов решения уравнений движения и сохране-
ния многокомпонентной среды.
12. Учет химических реакций между компонентами среды.
13. Математические модели многокомпонентных несжимаемых сред с фазовыми превра-
щениями.
14. Конечно-разностные методы решения задачи о распространении фронта плавления в
неподвижной среде.
15. Учет скрытой теплоты фазового перехода в уравнении энергии.
16. Конечно-разностная аппроксимация условий на границах разнородных структурных
элементов реактора.
17. Использование смещенных расчетных сеток для получения консервативных разност-
ных схем.
18. Конечно-разностная аппроксимация уравнения неразрывности.
19. Метод частиц для решения уравнений конвективного переноса энергии и массы.
20. Методы решения конечно-разностного аналога уравнения энергии.
21. Методы релаксации для решения стационарного уравнения теплопроводности.
22. Явные и неявные методы решения конечно-разностного аналога нестационарного
уравнения теплопроводности и условия устойчивости решения.
23. Конечно-разностная аппроксимация конвективных членов уравнения энергии.
24. Влияние численной диффузии.
25. Метод частиц для решения уравнений конвективного переноса энергии и массы.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Показатели и критерии оценки лабораторных работ:

30 баллов:

- правильное выполнение лабораторной работы в соответствии с методикой, корректное применение полученных знаний на практике, своевременная сдача отчета, правильные ответы на вопросы во время защиты лабораторной работы.

24-29 баллов:

- правильное выполнение лабораторной работы в соответствии с методикой, хорошее знание теоретической базы, в целом верная постановка целей и задач, решение основных задач, свое-
временная сдача отчета.

20-23 баллов:

-слабое знание теории, несвоевременное выполнение работы, несвоевременная защита рабо-
ты, незнание ответов на вопросы преподавателя.

0 баллов:

- невыполнение работы.

в) описание шкалы оценивания:

20-30 баллов – лабораторная работа зачтена;

0-19 – баллов – отчет о лабораторной работе отдается на доработку.

8.2.7. Курсовой проект

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Разработать проект и выполнить расчетное обоснование активной зоны реактора с однофазным теплоносителем. Расчетное обоснование теплотехнических параметров активной зоны выполнить с использованием методики изолированных параметров и линейной дисперсионной методики.

Рассчитать распределение температур по диаметру ТВЭЛ и по высоте.

Определить запас до кризиса теплообмена.

В состав графической части проекта входят: поперечный разрез активной зоны; поперечный разрез ТВС и ТВЭЛ и их фронтальный вид.

Характеристики	Варианты			
	№ 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.
1. Nэл, Мвт	5	5	5	50
2. К.П.Д.,%	25	25	25	30
3. Материалы -горючее -оболочка -теплоноситель -замедлитель	легир.У нерж.ст вода графит	диоксид U цирконий вода графит	диоксид U цирконий вода вода	легир.У нерж.ст вода графит
4. Состояние теплоносителя	жидкость	-"	-"	-"
5. Tmax.,C				
6. Tвых. аз.,C	280	280	280	320
7. Геометрия ячейки аз.	шести- угольная	квадратная	шести- угольная	шести- угольная
8. Тип твэла	кольцевой	стержневой	стержневой	кольцевой
9. Материал СУЗ	бориров. сталь	карбид бора	карбид бора	бориров. сталь
10. Распределе- ние СУЗ	равномер- ное	равномер- ное	центрально- ное +кольцевое	равномер- ное
11. Tвх.мин. теплоносителя	--	--	-	-
12. Энерго- напряженность аз., квт/литр (минимальная)	6 3	6 3	80 100	6 3

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Оценка	Критерии
90-100	1) полное раскрытие темы; 2) указание точных названий и определений; 3) правильная формулировка понятий и категорий; 4) приведение формул.
75-89	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.
60-74	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.
0-59	1) нераскрытие темы; 2) большое количество существенных ошибок; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др.

в) описание шкалы оценивания:

60-100 курсовой проект засчитывается;

0-59 курсовой проект на доработку.

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:

в седьмом семестре проводится контрольная точка № 1 (**контрольная работа**) и контрольная точка № 2 (**коллоквиум**);

в восьмом семестре проводится контрольная точка № 1 (**коллоквиум**) и контрольная точка № 2 (**лабораторные работы**).

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	18	30
	Контрольная работа	18	30
	Контрольная точка № 2	18	30
	Коллоквиум	18	30
Промежуточный	Зачет		
	Вопрос	24	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

8 семестр

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	Экзамен		
	Вопрос 1	12	20
	Вопрос 2	12	20
ИТОГО по дисциплине		60	100

9 и 10 семестры

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

В рамках дисциплины выполняется курсовое проектирование критерии и методика оценки которого дана в пункте 6.2.7

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, сдаче контрольной работы, лабораторных работ и курсового проекта максимальная оценка по каждой точке 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 7 семестре проводится промежуточная аттестация в виде зачета, а в 8 семестре в виде зачета и 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 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. Коробейников В.В., Клинов Д.А. Введение в нейтронно-физический расчет ядерных реакторов: Учебное пособие по курсу "Нейтронно-физический расчет ядерных реакторов". - Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2011. - 188с. 117 экземпляров.
2. 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.
3. В.М. Зорин Атомные электростанции: учебное пособие / В.М. Зорин. – М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – 672 с.: ил. - 250 экз.

б) дополнительная учебная литература:

1. Эксплуатационные режимы АЭС: учебное пособие / Р.П. Баклушин. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательский дом МЭИ, 2012, - 532 с., ил. . 250 экз.

2. Мультимедийная Информационная Система КСКУЗ 3-го энергоблока. Курская атомная станция. ОАО «Концерн Росэнергоатом». Годразработки: 2011.
3. Владимир В.И. Физика ядерных реакторов. Практические задачи по их эксплуатации. Изд. 5-е, переработанное и доп. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 480 с. – 40 экзempl.
4. Физический расчёт Ядерного реактора Г.Я. Румянцев, В.Ф. Украинцев Обнинск 1995. – 11 экз.

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; 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 выбран-

	ному 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)

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 занятиях

- Технология активного обучения (визуальный семинар с разбором конкретных 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 на практике).

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

Темы для самостоятельного изучения.

1. Задачи теплогидравлического расчета активной зоны реактора.
2. Расчет температуры ТВЭЛ и теплоносителя в изолированных ячейках и каналах активной зоны.
3. Поканальные методы теплогидравлического расчета ТВС и бескасетных активных зон.
4. Методы расчета теплогидравлики ТВС и активных зон. Основание на многомерных моделях сплошной среды.
5. Теплотехническая надежность активных зон реакторов.
6. Теплогидравлика активных зон с однофазными теплоносителями в нестационарных режимах.
7. Методика расчета распределений температур ТВЭЛ в ТВС с использованием поканальной методики.
8. Расчет распределения расхода теплоносителя по кассетам (ТВС) активной зоны на основе методики параллельных каналов.
9. Учет межканального теплового взаимодействия при расчете температур в ТВС по методике параллельных каналов.

Вопросы для самоконтроля

1. Использование теоремы Гаусса-Остроградского для преобразования поверхностных интегралов в объемные.
2. Формулы для вычисления полной производной по времени от интеграла по движущемуся (субстанциональному) объему.
3. Замкнутые механические модели движения и энергии сплошной среды.
4. Конечно-разностная аппроксимация дифференциального уравнения энергии. Эффекты численной теплопроводности.
5. Конечно-разностная аппроксимация дифференциальных уравнений движения.
6. Численный метод Патанкара решения уравнений движения.

14.3. Краткий терминологический словарь

АС – атомная станция

БН – быстрый натриевый реактор

ВВЭР – водо-водной энергетический реактор

РБМК – реактор большой мощности канальный

РУ – реакторная установка

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 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 составили:

_____ А.С. Зевякин, старший преподаватель отделения ЯФиТ.

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

Рецензент:

_____ Казанский Ю.А., д.ф.-м.н., профессор