

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

**«УТВЕРЖДАЮ»**  
Заместитель руководителя

\_\_\_\_\_ Т.И. Романовская  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

***Б1.В.02.09 Научно-исследовательская работа***

---

Специальность подготовки	<i>14.05.01 ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ И МАТЕРИАЛЫ</i>
Квалификация выпускника	<i>Инженер-физик</i>
Специализация	<i>Ядерные реакторы</i>
Форма обучения	<i>очная</i>
Выпускающая кафедра	<i>Ядерных реакторов и материалов</i>
Кафедра-разработчик рабочей программы	<i>Ядерных реакторов и материалов</i>

Семестр	Трудоемкость час. (ЗЕТ)	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточ- ного контроля (экз., час./зачет)
9	72 (2)	17	17		38	зачет
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>17</b>	<b>17</b>		<b>38</b>	

Димитровград  
2020 г

## 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цели** подготовить высококвалифицированного специалиста в области

**Задачи:** научить методам и способам расчета ядерного реактора, навыкам управления установкой

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина НИР относится к вариативной части блока Б1 профессионального модуля учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание нейтронно-физических свойств материалов, конструкции реакторов, основы физики реакторов,

умения проводить анализ данных о свойствах ядер и нейтронно-физических свойствах материалов, использовать расчетные пакеты прикладных программ

владение навыками работы на компьютере.

Таблица 2.1 - Перечень предшествующих и последующих дисциплин, формирующих общекультурные и профессиональные компетенции

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Общекультурные компетенции			
ОК-7	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	Философия	
Профессиональные компетенции			
ПСК-1.1	способность проводить анализ данных о свойствах ядер для определения нейтронно-физических свойств материалов и их радиоактивности	Ядерная физика	Преддипломная практика, Итоговая государственная аттестация
ПСК-1.3	способность использовать современные методы информационных технологий для обеспечения надежности и безопасности ядерных установок	Преддипломная практика	Итоговая государственная аттестация
ПСК-1.4	способность использовать современные численные методы и профессиональные расчетные пакеты прикладных программ	Преддипломная практика	Итоговая государственная аттестация
ПСК-	способность к выпол-		

1.5	нению работ по стандартизации и подготовке к сертификации компьютерных программных комплексов в области нейтронно-физического и теплогидравлического расчета ЯЭУ		
ПСК-1.7	способность проводить нейтронно-физический и теплогидравлический расчет ядерных установок	Гидродинамика и теплообмен, Теория переноса нейтронов, Инженерные расчеты и проектирование ЯУ, Физическая теория реакторов, Курсовой проект: проектирование и выбор оборудования ЯЭУ, безопасность и экономичность ЯЭУ, Динамика и безопасность ЯЭУ, Преддипломная практика	Итоговая государственная аттестация
ПСК-1.8	способность применять современные экспериментальные методы измерений и обработки данных по ядерно-физическим и теплофизическим свойствам материалов; нейтронно-физических и теплогидравлических параметров ядерной установки	Физический практикум, Исследовательские реакторы, Методы и приборы физических измерений, Метрология, стандартизация и сертификация, Преддипломная практика	Итоговая государственная аттестация
ПСК-1.9	способность выбирать критерии безопасной работы ядерной установки и оценивать риски при эксплуатации	Курсовой проект: проектирование и выбор оборудования ЯЭУ, Динамика и безопасность ЯЭУ, надежность и безопасность ЯЭУ, Производственная практика, Преддипломная практика	Итоговая государственная аттестация
ПК-6	способность самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования	Физика, Физический практикум, Атомная физика, Химия и химический практикум, Теоретическая механика, Экология, Квантовая механика и статистическая физика, Сопротивление материалов, Численные методы, Основы электротехники, Электротехника и электроника, Компьютерный практикум, Ядерная физика, Материаловедение: материалы ядерных установок, Исследовательские реакторы, Методы и приборы	Итоговая государственная аттестация

		физических измерений, Курсовой проект: проектирование и выбор оборудования ЯЭУ, безопасность и экономичность ЯЭУ, Основы алгоритмических языков программирования, Асимптотические методы в физике, Динамика и безопасность ЯЭУ, Надежность и безопасность ЯЭУ, Методы проектирования, Преддипломная практика	
ПК-8	способность анализировать и оценивать эффективность систем учета, контроля ядерных материалов и безопасности ядерных установок	Правовое обеспечение безопасности ядерных материалов, Ядерные материалы: технологии и безопасность	
ПК-29	способность эксплуатировать, проводить испытания и ремонт современных физических установок	Основы электротехники, Электротехника и электроника, Исследовательские реакторы, Методы и приборы физических измерений, Физическая теория реакторов, Метрология, стандартизация и сертификация, Учебная практика, Преддипломная практика	Итоговая государственная аттестация

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов компетенций в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ и ОП ВО по данному направлению подготовки (специальности).

Таблица 3.1 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения ОП (компетенции), достижение которых обеспечивает дисциплина*		Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
Код компетенции	Содержание компетенции	
ПСК-1.1	способность проводить анализ данных о свойствах ядер для определения нейтронно-физических свойств материалов и их радиоактивности	Знать: свойства ядер конструкционных материалов элементов реактора, нейтронно-физические свойства материалов Уметь: рассчитывать нейтронно-физические характеристики реактора Владеть: методами и способами расчета физических характеристик реактора
ПСК-1.3	способность использовать современные методы информационных технологий для обеспечения надежности и безопасности ядерных	Знать: способы и средства поиска информации, в том числе в интернете Уметь: применять программные средства, предназначенные для обеспечения безопасной эксплуатации ядерных установок

	установок	Владеть: навыками работы на компьютере на уровне пользователя
ПСК-1.4	способность использовать современные численные методы и профессиональные расчетные пакеты прикладных программ	Знать: численные методы, применяемые при расчете реакторных установок, Уметь: применять на практике численные методы Владеть: базовой информацией о расчетных пакетах программ
ПСК-1.5	способность к выполнению работ по стандартизации и подготовке к сертификации компьютерных программных комплексов в области нейтронно-физического и теплогидравлического расчета ЯЭУ	Знать: понятия и определения стандартизации и сертификации, основные виды технической и технологической документации, стандарты оформления документов Уметь: применять требования нормативных документов Владеть: практическими навыками оформления технической документации
ПСК-1.7	способность проводить нейтронно-физический и теплогидравлический расчет ядерных установок	Знать: физические, теплотехнические, конструктивные характеристики реактора Уметь: проводить нейтронно-физический и теплогидравлический расчет Владеть: методами и способами расчета
ПСК-1.8	способность применять современные экспериментальные методы измерений и обработки данных по ядерно-физическим и теплофизическим свойствам материалов; нейтронно-физических и теплогидравлических параметров ядерной установки	Знать: ядерно-физические и теплофизические свойства материалов, нейтронно-физические и теплогидравлические параметры ядерной установки Уметь: проводить измерения и обрабатывать данные, оценивать погрешность измерений. Владеть: методиками измерений и обработки экспериментальных данных
ПСК-1.9	способность выбирать критерии безопасной работы ядерной установки и оценивать риски при эксплуатации	Знать: параметры, характеристики и условия, влияющие на безопасную работу ядерной установки, систему барьеров и их защиту, основные нормативные документы, устанавливающие критерии безопасности. Уметь: проводить анализ параметров при эксплуатации установки Владеть: методами анализа и оценки риска при эксплуатации ядерных установок.
ПК-6	способность самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования	Знать: методики планирования и проведения научного эксперимента Уметь: применять эти методики на практике Владеть: методами обработки экспериментальных данных
ПК-8	способность анализировать и оценивать эффективность	Знать: правила учета и контроля при хранении и обращении с радиоактивными мате-

	систем учета, контроля ядерных материалов и безопасности ядерных установок	риалами, применяемые системы безопасности на реакторных установках Уметь: проводить анализ эффективности систем учета, контроля ядерных материалов и безопасности ядерных установок, Владеть: методами оценки эффективности систем учета, контроля ядерных материалов и безопасности ядерных установок
ПК-29	способность эксплуатировать, проводить испытания и ремонт современных физических установок	Знать: основные параметры установки, конструктив, основы физики реакторов Уметь: управлять реакторной установкой на тренажере Владеть: основными навыками управления ядерной установки

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 6 зачетных единиц (ЗЕТ), 104 академических часов.

Таблица 4.1

**Объём дисциплины по видам учебных занятий (в соответствии с учебным планом)**

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. часов)	Семестр*			
		8	9	10	
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	104	34	36	34	
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>					
занятия лекционного типа	36	16	16	4	
занятия семинарского типа					
в том числе: семинары					
практические занятия	68	18	20	30	
практикумы					
лабораторные работы					
другие виды контактной работы					
в том числе: курсовое проектирование					
групповые консультации					
индивидуальные консультации					
иные виды внеаудиторной контактной работы					
<b>Самостоятельная работа обучающихся**:</b>					
изучение теоретического курса					
расчетно-графические задания, задачи	112	38	36	38	
реферат, эссе					
курсовое проектирование					
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет****, экзамен)</b>		зачет	зачет	зачет	

### Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

Таблица 4.2

№ модуля образовательной программы*	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, акад. часы					Формируемые компетенции
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов	
1		Расчет реактора типа ВВЭР	16	18			34	
2		Расчет графитового реактора с водяным охлаждением	16	20			36	
3		Занятия на функционально-аналитическом тренажере ВК-50	4	30			34	
ИТОГО:			36	68			104	

\*указывается номер в случае, если есть модульный принцип построения дисциплин учебного плана

## 4.2 Содержание дисциплины

Удельный вес проводимых в активных и интерактивных формах проведения аудиторных занятий по дисциплине составляет 50 %.

### Лекционный курс

Таблица 4.3

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции и перечень дидактических единиц*	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий
		Реактор типа ВВЭР		
1		Тепловой расчет реактора	2	
2		Расчет физических характеристик реактора	4	
3		Расчет коэффициента размножения реактора, расчет эквивалентных добавок	4	
4		Расчет изотопного состава	4	
5		Расчет системы регулирования	2	
		Графитовый энергетический реактор с водяным охлаждением		
1		Тепловой расчет реактора	2	
2		Расчет физических характеристик реактора	6	
3		Расчет коэффициента размножения бесконечной среды, эффективного коэффициента размножения	4	
4		Расчет эквивалентных добавок	4	
		Реакторная установка ВК-50		
1		Характеристики установки ВК-50, ознакомление с работой	4	4

		установки на функционально-аналитическом тренажере ВК-50		
Итого:			36	

### Практические занятия

Таблица 4.4

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий
		Расчет реактора типа ВВЭР		
1		Тепловой расчет	2	2
2		Расчет физических характеристик	4	4
3		Расчет коэффициента размножения бесконечной среды и эффективного коэффициента размножения	4	4
4		Расчет эквивалентных добавок	2	4
5		Расчет изотопного состава на конец кампании и количества регулирующих стержней	4	4
		Тепловой расчет графитового энергетического реактора с водяным охлаждением		
1		Тепловой расчет	2	2
2		Расчет физических характеристик	6	6
3		Расчет коэффициента размножения бесконечной среды и эффективного коэффициента размножения	4	4
4		Расчет эквивалентных добавок	4	4
5		Расчет изотопного состава на конец кампании и количества регулирующих стержней	4	4
		Решение учебных и исследовательских задач на тренажере ИЯУ ВК-50		
1		Подъем мощности с определенного уровня до заданного значения	8	8
2		Снижение мощности с определенного уровня до заданного значения	8	8
3		Влияние возмущений по расходам питательной воды на мощность, давление и уровень в кипящем реакторе.	4	4



		Увеличение расхода питательной воды в реактор на 25%, 40%, 50% в 2-х режимах: с помощью насосов и с помощью регулирующей арматуры		
4		Влияние возмущений по расходам питательной воды на мощность, давление и уровень в кипящем реакторе. Уменьшение расхода питательной воды в реактор на 25%, 40%, 50% в 2-х режимах: с помощью насосов и с помощью регулирующей арматуры	4	4
5		Влияние возмущений по расходам пара на мощность, давление и уровень в кипящем реакторе. На заданном уровне мощности увеличить расход пара из реактора на 25%, 50% , открытием всех паровых клапанов	4	4
6		Влияние возмущений по расходам пара на мощность, давление и уровень в кипящем реакторе. На заданном уровне мощности уменьшить расход пара из реактора на 10%, 50 %	4	4
Итого:			<b>68</b>	<b>68</b>

### Самостоятельная работа студента

Таблица 4.6

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы студента (СРС) и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, часов
1		Выполнение типового расчета и оформление отчетов	38
2		Выполнение типового расчета и оформление отчетов	36
3		Построение графиков и оформление отчетов	38
ИТОГО:			112

## 5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Учебный процесс организован в виде лекций, практических занятий и самостоятельной работы студентов.

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

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

**Текущий контроль** студентов производится в дискретные временные интервалы лектором по дисциплине в форме:

- практических занятий;
- устные опросы;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) –своевременная сдача промежуточных расчетов, отчетов по практическим занятиям.

**Итоговый контроль** по результатам семестров по дисциплине проходит в форме зачета в устной форме.

*Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, перечислены в Приложении.*

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 7.1 - Обеспечение дисциплины основной и дополнительной литературой по дисциплине

№ п/п	Автор	Название	Место издания	Наименование издательства	Год издания	Количество экземпляров
<b>Основная литература</b>						
1	Вейнберг А., Вигнер Е.	Физическая теория ядерных реакторов	Москва	Изд-во иностр. лит.	1961	
2	Гордеев И.В., Кардашев Д.А., Малышев А.В.	Справочник по ядерно-физическим константам для расчетов реакторов	Москва	Атомиздат	1960	
3	Глеестон С., Эдлунд М.	Основы теории ядерных реакторов	Москва	Изд-во иностр. лит.	1954	
4	Бронштейн И.Н., Семендяев К.А.	Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов	Москва	Гостехтеориздат.	1957	
5	Галанин А.Д.	Теория ядерных реакторов на тепловых нейтронах	Москва	Атомиздат	1959	
6	Марчук Г.И.	Методы расчета ядерных реакторов	Москва	Госатомиздат	1961	
7	Марчук Г.И.	Численные методы расчета ядерных реакторов	Москва	Атомиздат	1958	
8	Крамеров А.Я., Шевелев Я.В.	Инженерные расчеты ядерных реакторов	Москва	Энергоатомиздат	1984	

9	Ривкин С.Л. Александров А.А.	Термодинамические свойства воды и водяного пара	Москва	Энергоатомиздат	1984	в электр. виде
10	Кириллов П.Л., Юрьев Ю.С., Бобков В.П.	Справочник по теплогидравлическим расчетам	Москва	Энергоатомиздат	1990	в электр. виде
<b>Дополнительная литература</b>						
1	Кап Ф.	Физика и техника ядерных реакторов.	Москва	Изд-во иностр. лит.	1960	
2	Кахан Т., Гоци М.	Физика и расчет ядерных реакторов.	Москва	Атомиздат	1960	
3	Алешин В.С., Саркисов А.А.	Энергетические ядерные реакторы	Ленинград	Судпромгиз	1961	
4	Мегреблиан Р., Холмс Д.	Теория реакторов	Москва	Госатомиздат	1962	

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

*Приводятся ссылки на Интернет-ресурсы,*

## **8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### 1. Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер)

### 2. Практические занятия (семинарского типа):

- компьютерный класс,
- презентационная техника (проектор, экран, компьютер)
- офисные программы Microsoft Word, Microsoft Excel
- пакеты расчетных прикладных программ MATLAB, MATCAD

## 9 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Семестр 8

Информация о контр. точках	Текущий контроль( $\leq 25$ ) (ТК)							Промежуточный контроль ( $\leq 30$ ) (ПК)		Форма итогового контроля
	ТК <sub>1</sub>	ТК <sub>2</sub>	ТК <sub>3</sub>	ТК <sub>4</sub>	ТК <sub>5</sub>	ТК <sub>6</sub>	ТК <sub>7</sub>	ПК <sub>1</sub>	ПК <sub>2</sub>	
форма контроля	ПЗ	ПЗ	ПЗ	ПЗ	ПЗ	ПЗ	ПЗ	Тест	Тест	Зачет
неделя сдачи	4	6	8	10	12	14	16	8	16	
макс. балл	5	6	4	5	2	6	2	15	15	40

Семестр 9, А

Информация о контр. точках	Текущий контроль( $\leq 25$ ) (ТК)							Промежуточный контроль ( $\leq 30$ ) (ПК)		Форма итогового контроля
	ТК <sub>1</sub>	ТК <sub>2</sub>	ТК <sub>3</sub>	ТК <sub>4</sub>	ТК <sub>5</sub>	ТК <sub>6</sub>	ТК <sub>7</sub>	ПК <sub>1</sub>	ПК <sub>2</sub>	
форма контроля	ПЗ	ПЗ	ПЗ	ПЗ	ПЗ	ПЗ	ПЗ	Тест	Тест	Экзамен
неделя сдачи	4	6	8	10	12	14	16	8	16	
макс. балл	5	6	4	5	2	6	2	15	15	40

Баллы назначаются за посещение лекционных и практических занятий, а также оценивается процент выполнения расчетной работы

**Дополнения и изменения в рабочей программе  
дисциплины на 20\_\_/20\_\_ уч.г.**

Внесенные изменения на 20\_\_/20\_\_ учебный год

УТВЕРЖДАЮ

Декан \_\_\_\_\_ факультета

\_\_\_\_\_  
*(в состав которого входит кафедра-составитель)*

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1) .....
- 2) .....

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

\_\_\_\_\_  
*(дата, номер протокола заседания кафедры, подпись зав. кафедрой).*

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой

\_\_\_\_\_  
*наименование кафедры      личная подпись      расшифровка подписи      дата*

Декан

\_\_\_\_\_  
*наименование факультета, где производится обучение,      личная подпись      расшифровка подписи      дата*

Начальник УМУ

\_\_\_\_\_  
*личная подпись      расшифровка подписи      дата*

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина \_\_\_\_\_ НИР \_\_\_\_\_ является частью профессионального модуля дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 14.05.01. Дисциплина реализуется на Физико-техническом факультете ДИТИ НИЯУ МИФИ кафедрой «Ядерные реакторы и материалы.»

Дисциплина нацелена на формирование общекультурных компетенций (ОК–7), профессиональных компетенций (ПСК-1.1, ПСК-1.3, ПСК-1.4, ПСК-1.5, ПСК-1.7, ПСК-1.8, ПСК-1.9, ПК-6, ПК-8, ПК-29) выпускника.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с расчетами ядерных реакторов, анализом и исследованиями переходных процессов в реакторе и эксплуатацией ядерных установок.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме практических занятий, итоговый контроль в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 зачетных единиц, 104 часа. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36), практические (68) и (112) самостоятельной работы студента.



**Методические указания для самостоятельной работы обучающихся**

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 удаётся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям: единицы измерения физических величин, векторный характер физических величин и переход к скалярному виду и тому подобное.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом пособия, подготовленного лектором. Просмотр видеозаписей в Интернете по заданной теме, решение дополнительных задач, освоение алгоритма решения задач и тому подобное.
Домашние задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Лабораторная работа	Методические указания по выполнению лабораторных работ доступные для студентов на кафедре.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и тому подобное.

**Фонд оценочных средств дисциплины**

**Практические работы**

**8 семестр**

**Практическая работа №1**

Тепловой расчет (реактор типа ВВЭР).

Продолжительность работы: 2 часа.

Цель работы: научиться проводить тепловой расчет реактора на тепловых нейтронах.

Содержание работы:

1. Задание значений мощности, давления, выбор параметров тепловыделяющих элементов, шага треугольной решетки твэлов, параметров теплоносителя, максимального теплового потока с твэлов
2. Выполнение теплового расчета, в результате которого получают размеры активной зоны реактора (диаметр и высоту) и количество рабочих ячеек в активной зоне.

**Практическая работа №2**

Расчет физических характеристик (реактор типа ВВЭР).

Продолжительность работы: 4 часа.

Цель работы: научиться рассчитывать физические характеристики реактора и температуру нейтронного газа.

Содержание работы:

1. Вычисление ядерных концентраций веществ, входящих в состав активной зоны.
2. Вычисление температуры нейтронного газа и усредненных по спектру Максвелла микроскопических сечений.
3. Расчет макроскопических сечений, коэффициента диффузии, квадрата длины диффузии, квадрата длины замедления.

**Практическая работа №3**

Расчет коэффициента размножения бесконечной среды и эффективного коэффициента размножения (реактор типа ВВЭР)

Продолжительность работы: 4 часа.

Цель работы: научиться рассчитывать коэффициент размножения бесконечной среды и эффективный коэффициент размножения

Содержание работы:

1. Вычисление коэффициентов в формуле 4-х сомножителей: коэффициента использования тепловых нейтронов, среднее число вторичных быстрых нейтронов, рождающихся в результате захвата одного нейтрона в  $U^{235}$  или  $Pu^{239}$ , коэффициента, учитывающего добавочное умножение количества быстрых нейтронов в результате деления ядер  $U^{238}$  (или  $Th^{232}$ ) под действием быстрых нейтронов; вероятность избежать резонансного захвата.
2. Вычисление  $k_{\infty}$  и  $k_{эфф}$ .

**Практическая работа №4**

Расчет эквивалентных добавок (реактор типа ВВЭР)

Продолжительность работы: 2 часа.

Цель работы: научиться рассчитывать реакторы с учетом отражателя

Содержание работы:

1. Вычисление эквивалентных добавок и уточнение размеров активной зоны реактора.
2. Уточнение  $k_{эфф}$ .

### **Практическая работа №5**

Расчет изотопного состава на конец кампании и количества регулирующих стержней (реактор типа ВВЭР)

Продолжительность работы: 4 часа.

Цель работы: научиться рассчитывать изменение изотопного состава и количество регулирующих стержней.

Содержание работы:

1. Вычисление изотопного состава на конец кампании.
2. Вычисление коэффициента воспроизводства.
3. Вычисление  $k_{\infty}$  и  $k_{эфф}$  на конец кампании.
4. Расчет количества регулирующих стержней.

## **9 семестр**

### **Практическая работа №1**

Тепловой расчет графитового энергетического реактора с водяным охлаждением

Продолжительность работы: 2 часа.

Цель работы: научиться проводить тепловой расчет графитового энергетического реактора.

Содержание работы:

1. Задание значений мощности, давления, выбор параметров тепловыделяющих элементов, шага треугольной решетки твэлов, параметров теплоносителя, максимального теплового потока с твэлов
2. Выполнение теплового расчета, в результате которого получают размеры активной зоны реактора (диаметр и высоту) и количество рабочих ячеек в активной зоне.

### **Практическая работа №2**

Расчет физических характеристик графитового энергетического реактора.

Продолжительность работы: 6 часов.

Цель работы: научиться рассчитывать физические характеристики реактора и температуру нейтронного газа.

Содержание работы:

4. Вычисление ядерных концентраций веществ, входящих в состав активной зоны.
5. Вычисление температуры нейтронного газа и усредненных по спектру Максвелла микроскопических сечений.
6. Расчет макроскопических сечений, коэффициента диффузии, квадрата длины диффузии, квадрата длины замедления.

### Практическая работа №3

Расчет коэффициента размножения бесконечной среды и эффективного коэффициента размножения графитового энергетического реактора.

Продолжительность работы: 4 часа.

Цель работы: научиться рассчитывать коэффициент размножения бесконечной среды и эффективный коэффициент размножения

Содержание работы:

3. Вычисление коэффициентов в формуле 4-х сомножителей: коэффициента использования тепловых нейтронов, среднее число вторичных быстрых нейтронов, рождающихся в результате захвата одного нейтрона в  $U^{235}$  или  $Pu^{239}$ , коэффициента, учитывающего добавочное умножение количества быстрых нейтронов в результате деления ядер  $U^{238}$  (или  $Th^{232}$ ) под действием быстрых нейтронов; вероятность избежать резонансного захвата.
4. Вычисление  $k_{\infty}$  и  $k_{эфф}$ .

### Практическая работа №4

Расчет эквивалентных добавок в графитовом энергетическом реакторе.

Продолжительность работы: 4 часа.

Цель работы: научиться рассчитывать реактор с учетом отражателя

Содержание работы:

3. Вычисление эквивалентных добавок и уточнение размеров активной зоны реактора.
4. Уточнение  $k_{эфф}$ .

### Практическая работа №5

Расчет изотопного состава и количества регулирующих стержней.

Продолжительность работы: 4 часа.

Цель работы: научиться рассчитывать изменение изотопного состава на конец кампании и количество регулирующих стержней.

Содержание работы:

5. Вычисление изотопного состава на конец кампании.
6. Вычисление коэффициента воспроизводства.
7. Вычисление  $k_{\infty}$  и  $k_{эфф}$  на конец кампании.
8. Расчет количества регулирующих стержней.

Подъем мощности с исходного состояния до заданного значения.

Продолжительность работы: 8 часов.

Цель работы: приобрести первичные навыки управления реактором, достичь понимания происходящих процессов в реакторе.

Содержание работы:

1. С помощью компенсирующих стержней, регулируя расходы питательной воды и пара поднять мощность реактора до заданного значения.

### **Практическая работа №3,4**

Снижение мощности с исходного состояния до заданного значения.

Продолжительность работы: 8 часов.

Цель работы: приобрести первичные навыки управления реактором, достичь понимания происходящих процессов в реакторе.

Содержание работы:

1. С помощью компенсирующих стержней, регулируя расходы питательной воды и пара снизить мощность реактора до заданного значения.

### **Практическая работа №5**

Влияние возмущений по расходам питательной воды на мощность, давление и уровень в кипящем реакторе .

Продолжительность работы: 4 часа.

Цель работы: научиться проводить анализ переходных режимов в реакторе.

Содержание работы:

1. На заданном уровне мощности увеличить расход питательной воды на 25%, 40%, 50% в 2-х режимах: с помощью насосов и с помощью регулирующей арматуры.
2. Построить графики, дать пояснения.

### **Практическая работа №6**

Влияние возмущений по расходам питательной воды на мощность, давление и уровень в кипящем реакторе.

Продолжительность работы: 4 часа.

Цель работы: научиться проводить анализ переходных режимов в реакторе.

Содержание работы:

1. На заданном уровне мощности уменьшить расход питательной воды на 25%, 40%, 50% в 2-х режимах: с помощью насосов и с помощью регулирующей арматуры.
2. Построить графики, дать пояснения.

### **Практическая работа №7**

Влияние возмущений по расходам пара на мощность, давление и уровень в кипящем реакторе.

Продолжительность работы: 4 часа.

Цель работы: научиться проводить анализ переходных режимов в реакторе.

Содержание работы:

1. На заданном уровне мощности увеличить расход пара из реактора на 25%, 50% , открытием всех паровых клапанов
2. Построить графики, дать пояснения.

### **Практическая работа №8**

Влияние возмущений по расходам пара на мощность, давление и уровень в кипящем реакторе.

Продолжительность работы: 2 часа.

Цель работы: научиться проводить анализ переходных режимов в реакторе.

Содержание работы:

1. На заданном уровне мощности уменьшить расход пара из реактора на 10%, 50% .
2. Построить графики, дать пояснения.

### **Критерии оценивания и шкала оценки**

**(максимальное количество баллов – 4 б.):**

**4 балла** - правильно произведены расчеты, сделаны соответствующие выводы, составленный отчет о работе соответствует методическим рекомендациям; правильные и полные ответы на вопросы преподавателя.

**3 балла** – правильно произведены расчеты, сделаны соответствующие выводы, имеются незначительные замечания в отчете о работе и ответам на вопросы преподавателя.

**2 балла** - имеются замечания по выполнению работы, составлению отчета и ответам на вопросы преподавателя.

**1 балл** - имеются существенные замечания по выполнению работы, составлению отчета и ответам на вопросы преподавателя.

**0 баллов** - задание не выполнено по причине отсутствия знаний студента по теме

**Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 часов, из них 104 часов аудиторных занятий и 112 часов, отведенных на самостоятельную работу студента.

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 практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям: микроскопические и макроскопические сечения, нейтронно-физические свойства сред, реактивность, коэффициенты реактивности.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Работа с конспектом лекций, с основной и дополнительной литературой. Решение расчетных задач по алгоритму.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу.

## **ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ**

### **Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя**

#### **I. Образовательные технологии**

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

**Информационные технологии:** использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим занятиям.

**Работа в команде:** совместная работа студентов в группе при выполнении практических работ по разделу 3 «Решение учебных и исследовательских задач на тренажере ИЯУ ВК-50».

#### **II. Виды и содержание учебных занятий**

##### **Раздел 1. Расчет реактора типа ВВЭР**

**Теоретические занятия (лекции) - 16 часов.**

**Лекции 1-5** - информационного типа. Сначала в форме «вопрос-ответ» студентам предлагается вспомнить основные понятия по теме лекции, затем даются определения и понятия новых терминов и алгоритм расчета.

**Практические занятия – 18 часов.**

**Занятие 1-10.** Решение задач по алгоритму. Подбор исходных данных для расчета, непосредственно сам расчет, анализ полученных результатов..

**Управление самостоятельной работой студента.**

Консультации при выполнении расчетов и оформлении отчетов.

##### **Раздел 2. Расчет графитового реактора с водяным охлаждением**

**Теоретические занятия (лекции) - 16 часов.**

**Лекции 6-9** - информационного типа. Сначала в форме «вопрос-ответ» студентам предлагается вспомнить основные понятия по теме лекции, затем даются определения и понятия новых терминов и алгоритм расчета.

**Практические занятия – 20 часов.**

**Занятие 6-10.** Решение задач по алгоритму. Подбор исходных данных для расчета, непосредственно сам расчет, анализ полученных результатов.

**Управление самостоятельной работой студента.**

Консультации при выполнении расчетов и оформлении отчетов.

##### **Раздел 3. Решение учебных и исследовательских задач на тренажере РУ ВК-50**

**Теоретические занятия (лекции) - 4 часа.**

**Лекция 10** - информационного типа. Дается описание и характеристики реакторной установки ВК-50, конструкция активной зоны. Затем происходит ознакомление с системами установки, их классификацией на тренажере. Обучение работе на тренажере, способам управления реактором.

**Практические занятия – 30 часов.**

**Занятие 11.** Решение учебных и исследовательских задач на функционально-аналитическом тренажере, Отрабатываются вопросы: понимание и способность анализиро-



вать происходящие процессы в реакторе в переходных режимах, освоение основных приемов управления реактором.

**Управление самостоятельной работой студента.**

Консультации при оформлении отчетов.