

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:

Декан физико-технического факультета

(в состав, которого входит кафедра-составитель)

«___» _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.5.1 Методика и техника реакторного эксперимента

Направление подготовки *14.04.02 Ядерные физика и технологии*

Квалификация выпускника *Магистр*

Форма обучения *очная*

Выпускающая кафедра *Кафедра Ядерных реакторов и материалов*

Кафедра-разработчик рабочей программы *Кафедра ядерных реакторов и материалов*

Семестр	Трудоемкость час. (ЗЕТ)	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., час./зачет)
3	180 (5)	18	36	0	90	экзамен, 36
Итого	180 (5)	18	36	0	90	экзамен, 36

Димитровград

2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	3
2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО	3
3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	3
4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	9
6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)	10
7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	13
9 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	14

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – дать будущим специалистам знание в области нейтронных полей и процессов в различных средах (размножающих и не размножающих) и в конкретных системах с различным составом и конфигурацией.

Основные задачи изучения дисциплины: получение навыков в области физических расчётов активной зоны, определении общей компоновки активной зоны и реактора в целом, расчёте и экспериментальной проверки условий теплообмена и элементов конструкции.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Методика и техника реакторного эксперимента» относится к вариативной части Блока 1. Дисциплина «Методика и техника реакторного эксперимента» изучается в 3-м семестре.

Знания, умения и навыки, полученные при освоении учебной дисциплины «Методика и техника реакторного эксперимента», применяются при выполнении квалификационной работы; в профессиональной деятельности выпускников и научно-исследовательской работе.

3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Код компетенции	Содержание компетенции
ПК-4	способностью применять экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в профессиональной области
ПК-8	способностью провести расчет, концептуальную и проектную проработку современных физических установок и приборов

В результате изучения дисциплины студент должен:

1) Знать:

3.1 Основные характеристики детекторов;

3.2 Методы исследования изотопного состава отработавшего реакторного топлива.

2) Уметь:

У.1 Определять характеристики стационарных нейтронных полей;

У.2 Проводить расчет с учетом оптимизации и предсказании его характеристик:

количества загружаемого делящегося материала (критзагрузки), поля энерговыделения, поведения системы при изменениях условий работы и др.

3) Владеть:

В.1 средствами обеспечения безопасности, встроенными в операционную систему, или устанавливаемыми дополнительно;

В.2 навыками проведения нейтронно-физических расчетов.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (кредитов), 180 часов.

Таблица 4.1

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел
		Лекции и	Практ. работы	Лаб. работы	В т.ч. в ИФ	Самостоятельная работа			
3 семестр									
1.	Введение	1			0	6	ДЗ, К, КВ	УО, КР	5
2.	I. Источники нейтронов	1	2		0	6	ДЗ, К, КВ	УО, КР	5
3.	II. Детекторы ядерных излучений	1	3		1	6	ДЗ, К, КВ	УО, КР	5
4.	III. Нейтронные реакции: характеристики, методы измерения, результаты.	2	3		0	6	ДЗ, К, КВ	УО, КР	5
5.	IV. Определение характеристик стационарных нейтронных полей.	2	3		1	6	ДЗ, К, КВ	УО, КР	5
6.	V. Методы определения размножающих свойств сред.	1	2		1	6	ДЗ, К, КВ	УО, КР	5
7.	VI. Определение физических параметров реакторных решеток.	1	3		1	6	ДЗ, К, КВ	УО, КР	5
8.	VII. Нестационарный реактор и измерение реактивности.	1	2		1	6	ДЗ, К, КВ	УО, КР	5
9.	VIII. Методы исследования состава отработавшего реакторного топлива.	1	3		1	6	ДЗ, К, КВ	УО, КР	5
10.	IX. Разрушающие методы анализа состава реакторного топлива.	1	2		1	6	ДЗ, К, КВ	УО, КР	5

11.	X. Неразрушающие методы анализа выгорания и изотопного состава реакторного топлива.	1	3		1	6	ДЗ, К, КВ	УО, КР	5
12.	XI. Исследовательские реакторы.	1	2		1	6	ДЗ, К, КВ	УО, КР	5
13.	XII. Эксперименты на нейтронных пучках и в облучательных каналах.	1	3		1	6	ДЗ, К, КВ	УО, КР	5
14.	XIII. Интегральные эксперименты на реакторах «нулевой» мощности (критстендах).	1	2		1	6	ДЗ, К, КВ	УО, КР	5
15.	XIV. Нейтронные измерения на энергетических реакторах.	2	3		1	6	ДЗ, К, КВ	УО, КР	5
	Экзамен								25
Итого за 3 семестр:		18	36		12	90			100

ДЗ – домашнее задание, К – коллоквиум, УО – устный опрос, КВ – контрольные вопросы, КР – контрольная работа.

4.2 Содержание дисциплины

4.2.1 Наименование тем, их содержание и объём в часах

Введение

1. Краткая история развития экспериментальной реакторной физики
2. Потребность в новых экспериментах. Невозможность эксплуатации реакторов без постоянного контроля за нейтронным полем
3. Задачи нейтронно-физических экспериментов
4. Современные требования к экспериментам. Понятие информативности.

I. Источники нейтронов

- 1.1 Радиоизотопные источники, их конструкция и применения. Возможности получения моноэнергетических нейтронов.
- 1.2. Ускорители заряженных частиц как источники нейтронов. Типы используемых ускорителей, их применения для производства нейтронов в стационарном и импульсном режимах.
- 1.3. Ядерные реакторы как источники нейтронов для экспериментов внутри активной зоны и на выведенных пучках.

II. Детекторы ядерных излучений

- 2.1. Описание детектора с помощью функции отклика.
- 2.2. Характеристики детекторов: эффективность, энергетическое и временное разрешения.
- 2.3. Газовые ионизационные детекторы: ионизационные камеры, пропорциональные и коронные счетчики. Их характеристики и области применения.
- 2.4. Сцинтилляционные детекторы: принцип работы, устройство. Типы сцинтилляторов: твердые кристаллические, органические, жидкие.
- 2.5. Полупроводниковые детекторы (ППД). Характеристики и области применения ППД:

используемые материалы и устройство, типы ППД и их особенности.

2.6. Трековые детекторы.

III. Нейтронные реакции: характеристики, методы измерения, результаты.

3.1. Исследование реакций нейтронов с ядрами, измерение полных сечений взаимодействия. Использование получаемых данных для определения строения ядер. Эффекты, искажающие информацию.

3.2. Исследование реакции упругого рассеяния. Два механизма реакции. Схемы опытов. Возможные источники погрешности.

3.3. Исследование реакции радиационного захвата нейтронов. Изменение сечения с ростом энергии нейтронов. Обзор результатов опытов.

3.4. Неупругое рассеяние нейтронов. Возможные формы спектров испускаемых нейтронов и гамма-излучения.

3.5. Реакции $(n, 2n)$, (n, p) , (n, α) .

3.6. Деление ядер. Возможность деления тепловыми нейтронами. Энергия деления, мгновенные и запаздывающие нейтроны. Радиоактивный распад продуктов деления.

IV. Определение характеристик стационарных нейтронных полей.

4.1. Метод активационных детекторов. Измерение спектральных индексов. Измерение спектра нейтронов с помощью набора детекторов. Понятие «чувствительности» детектора к вариациям спектра. Формирование набора детекторов. Восстановление спектра по результатам измерений.

4.2. Измерения спектра нейтронов методом «по времени пролета» нейтронов. Оптимизация эксперимента. Возможность применения метода для измерения сечений.

V. Методы определения размножающих свойств сред.

5.1. Подкритический экспоненциальный опыт. Условия проведения. Обзор результатов. Ограничения применимости метода.

5.2. Метод приближения к критическому состоянию.

5.3. Метод импульсного источника.

VI. Определение физических параметров реакторных решеток.

6.1. Параметры МКК, $^{28}\rho$, $^{25}\delta$, $^{28}\delta$ и их связь с нейтронными реакциями в топливе реактора.

6.2. Методы измерения параметров МКК, $^{28}\rho$, $^{25}\delta$, $^{28}\delta$. Варианты опытов в различных реакторах.

6.3. Погрешности определения параметров решетки и меры по их снижению.

6.4. Определение эффективного резонансного интеграла поглощения нейтронов в ^{238}U .

VII. Нестационарный реактор и измерение реактивности.

7.1. Определение реактивности по асимптотическому периоду изменения потока нейтронов. Границы применимости метода. Реактиметр.

7.2. Метод сброса поглощающего стержня.

7.3. Коэффициенты реактивности: температурный, мощностной, по глубине погружения регулирующего стержня и др.

VIII. Методы исследования изотопного состава отработавшего реакторного топлива.

8.1. Реакции, изменяющие состав топлива. Задачи измерения изотопного состава топлива.

8.2. Понятия о неразрушающих и разрушающих методах.

IX. Разрушающие методы анализа изотопного состава реакторного топлива.

9.1. Метод изотопного разбавления.

9.2. Масс-спектрометрия. Устройство прибора. Источники погрешностей результатов. Метод Resin-Bead.

9.3. Альфа-спектрометрия.

X. Неразрушающие методы анализа выгорания и изотопного состава реакторного топлива.

10.1. Измерения выгорания топлива.

10.2. Рентгеновская спектрометрия. Возможности определения изотопных составов урана и плутония по результатам спектрометрических измерений.

10.3. Примеры комплексных исследований состава отработавшего топлива.

XI. Исследовательские реакторы.

11.1. Типы исследовательских реакторов и их предназначение. Понятие «качества»

исследовательского реактора.

11.2. Выбор топлива и замедлителя для исследовательских реакторов.

XII. Эксперименты на нейтронных пучках и в облучательных каналах.

12.1. Реакторы для физических экспериментов, ресурсных испытаний, производства изотопов. Специальные устройства, используемые на исследовательских реакторах. Их применения.

12.2. Импульсные реакторы и бустеры.

XIII. Интегральные эксперименты на реакторах «нулевой» мощности (критстендах).

13.1. Эксперименты на подкритических и критических сборках.

13.2. Устройство критстендов для экспериментов по физике тепловых и быстрых реакторов. Измеряемые параметры и используемые методики. Возможности коррекции расчетных программ по результатам интегральных экспериментов.

XIV. Нейтронные измерения на энергетических реакторах.

14.1. Задачи и особенности нейтронных измерений на энергетических реакторах.

14.2. Детекторы, применяемые в системах внутриреакторного контроля, построение системы СВРК.

14.3. Регламентация экспериментов на реакторах АЭС.

14.4. Определение нейтронно-физических характеристик активных зон ВВЭР.

14.5. Примеры экспериментов на реакторах АЭС.

4.2.2 Темы практических занятий, их содержание и объём в часах

1. Источники нейтронов (2 часа)
2. Детекторы ядерных излучений (3 часа)
3. Нейтронные реакции: характеристики, методы измерения, результаты (3 часа)
4. Определение характеристик стационарных нейтронных полей (3 часа)
5. Методы определения размножающих свойств сред (2 часа)
6. Определение физических параметров реакторных решеток (3 часа)
7. Нестационарный реактор и измерение реактивности (2 часа)
8. Методы исследования изотопного состава отработавшего реакторного топлива (3 часа)
9. Разрушающие методы анализа изотопного состава реакторного топлива (2 часа)
10. Неразрушающие методы анализа выгорания и изотопного состава реакторного топлива (3 часа)
11. Исследовательские реакторы (2 часа)
12. Эксперименты на нейтронных пучках и в облучательных каналах (3 часа)
13. Интегральные эксперименты на реакторах «нулевой» мощности (критстендах) (2 часа)
14. Нейтронные измерения на энергетических реакторах (3 часа)

4.3 Организация самостоятельной работы студентов

Учебным планом дисциплины на самостоятельную работу студентов отводится 48 часов в 3 семестре.

В качестве самостоятельной работы студент выполняет задания, указанные в методических материалах. В качестве самостоятельной работы студент может: а) подготовить эссе, в котором изложен материал о новых математических, программных и аппаратных методах защиты информации; б) изучить некоторую технологию, программную систему и др. средство, связанное с повышением защищенности

информации и применить для решения практической задачи, либо создать программную модель, демонстрирующую применение этого средства.

Также предусмотрено время самостоятельной работы для подготовки к итоговым контрольным по разделам.

Вид самостоятельной работы	Самостоятельная работа студента (СРС)
3 семестр	
Изучение теоретического материала (задания лектора)	0
Подготовка к контрольным работам и тестам по материалам лекций	10
Подготовка отчетов о решаемых задачах и защита лабораторных работ	40
Экзамен	40
Итого по учебному плану за 3 семестр	90

Отчетность по самостоятельной работе – опрос студента на лекционных, экзамене и решение контрольных заданий.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Образовательные технологии

При реализации программы курса «Методика и техника реакторного эксперимента» используются различные образовательные технологии. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций. Практические занятия проводятся в форме семинаров по коллективному отысканию решения задач.

Используются следующие типы проведения лекционных занятий:

- контекстное обучение;
- междисциплинарное обучение.
- информационная лекция;
- лекция-визуализация;
- лекция с разбором конкретной задачи.

Используются следующие типы проведения практических занятий:

- мозговой штурм. Наиболее свободная форма дискуссии, позволяющей быстро включить в работу всех членов учебной группы. Используется там, где требуется генерация разнообразных идей, их отбор и критическая оценка. Этапы продуцирования идей и их анализа намеренно разделены: во время выдвижения идей запрещается их критика. Внешне одобряются и принимаются все высказанные идеи. Больше ценится

количество выдвинутых идей, чем их качество. Идеи могут высказываться без обоснования;

- работа в группе: совместная работа студентов при аудиторном решении задач;
- занятия с применением затрудняющих условий (временные ограничения).

5.2. Информационные технологии

Для лекционных демонстраций используется следующее программное обеспечение:

- средство подготовки презентаций Microsoft PowerPoint;
- проигрыватель Windows Media Player.

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

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Примерные задачи выдаются студентам в начале семестра. Преподаватель обращает внимание студентов на особенности контрольных задач в ходе лекций. Текущий контроль проводится в виде разбора вопросов и заданий итоговой контрольной на лекциях и на лабораторных работах. По каждому разделу проводится промежуточная аттестация.

6.1.1 Модели контролируемых компетенций

Оценочные средства для контроля по дисциплине направлены на проверку знаний и умений студентов, являющихся основой формирования у обучающихся компетенции:

ПК-4 способностью применять экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований в профессиональной области

ПК-8 способностью провести расчет, концептуальную и проектную проработку современных физических установок и приборов

В результате изучения дисциплины студент должен:

1) Знать:

3.1 Основные характеристики детекторов;

3.2 Методы исследования изотопного состава отработавшего реакторного топлива.

2) Уметь:

У.1 Определять характеристики стационарных нейтронных полей;

У.2 Проводить расчет с учетом оптимизации и предсказания его характеристик: количества загружаемого делящегося материала (критзагрузки), поля энерговыделения, поведения системы при изменениях условий работы и др.

3) Владеть:

В.1 средствами обеспечения безопасности, встроенными в операционную систему, или устанавливаемыми дополнительно;

В.2 навыками проведения нейтронно-физических расчетов.

6.1.2. Программа оценивания контролируемой компетенции:

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			текущий	рубежный
1.	Введение	ПК-4, ПК-8	ДЗ, К, КВ	УО, КР
2.	I. Источники нейтронов	ПК-4, ПК-8	ДЗ, К, КВ	УО, КР
3.	II. Детекторы ядерных излучений	ПК-4, ПК-8	ДЗ, К, КВ	УО, КР
4.	III. Нейтронные реакции: характеристики, методы измерения, результаты.	ПК-4, ПК-8	ДЗ, К, КВ	УО, КР
5.	IV. Определение характеристик стационарных нейтронных полей.	ПК-4, ПК-8	ДЗ, К, КВ	УО, КР
6.	V. Методы определения размножающих свойств сред.	ПК-4, ПК-8	ДЗ, К, КВ	УО, КР
7.	VI. Определение физических параметров реакторных решеток.	ПК-4, ПК-8	ДЗ, К, КВ	УО, КР
8.	VII. Нестационарный реактор и измерение реактивности.	ПК-4, ПК-8	ДЗ, К, КВ	УО, КР
9.	VIII. Методы исследования изотопного состава отработавшего реакторного топлива.	ПК-4, ПК-8	ДЗ, К, КВ	УО, КР
10.	IX. Разрушающие методы анализа изотопного состава реакторного топлива.	ПК-4, ПК-8	ДЗ, К, КВ	УО, КР
11.	X. Неразрушающие методы анализа выгорания и изотопного состава реакторного топлива.	ПК-4, ПК-8	ДЗ, К, КВ	УО, КР
12.	XI. Исследовательские реакторы.	ПК-4, ПК-8	ДЗ, К, КВ	УО, КР
13.	XII. Эксперименты на нейтронных пучках и в облучательных каналах.	ПК-4, ПК-8	ДЗ, К, КВ	УО, КР
14.	XIII. Интегральные эксперименты на реакторах «нулевой» мощности (критстендах).	ПК-4, ПК-8	ДЗ, К, КВ	УО, КР
15.	XIV. Нейтронные измерения на энергетических реакторах.	ПК-4, ПК-8	ДЗ, К, КВ	УО, КР

Формами аттестации по дисциплине являются лабораторные и практические работы и экзамен в 3-м семестре.

6.2. Оценочные средства для входной, текущей и промежуточной аттестации (аннотация).

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Контрольные вопросы	Проработка 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, решение задач по алгоритму и коллективно методом мозгового штурма.	Проблемные вопросы
2	Практические работы	Работа, выполненная с применением технических средств, в соответствии постановкой решаемой задачи из профессиональной области и рекомендуемыми этапами выполнения	Набор заданий на практическую работу
3	Устный опрос	Средство, позволяющее оценить теоретическую подготовленность и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.	Проблемные вопросы
4	Контрольная работа	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.	Фонд заданий
5	Коллоквиум	Комплексное средство оценивания знаний, охватывающих темы из разных направлений и учебных дисциплин по данной специальности. Раскрывая во время коллоквиума заданную тему, студенты проявляют собственные мысли, показывая, как они освоили	Проблемные вопросы для обсуждения с тестовыми заданиями

		материал. Это дает возможность преподавателю выяснить уровень знаний студентов и дифференцированной их оценить, выставив тот или иной балл.	
--	--	---	--

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) Основная литература:

1. Бушуев А.В., Петрова Е.В., Кожин А.Ф. Практическая гамма-спектрометрия. – М.: МИФИ, 2006.
2. Бушуев А.В. Методы измерений ядерных материалов. – М.: МИФИ, 2007.
3. Пупышев А.А., Суриков В.Т. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. – Екатеринбург, 2006.
4. Бушуев А.В., Кожин А.Ф. и др. Определение выгорания ТВС исследовательского реактора методом их повторного облучения // Атомная энергия. – 2004. – Т. 97. – Вып. 2. – С. 138–145.

б) Дополнительная литература:

5. Дуглас Райли, Норберт Энслин, Хэйстингс Смит, Сара Крайнер. Пассивный неразрушающий анализ ядерных материалов. – М.: Бином, 2000.
6. Райли Д., Энслин Н., Смит Х., Крайнер С. Пассивный неразрушающий анализ ядерных материалов. – М.: Бином, 2000.

в) Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.merphi.ru/> раздел полнотекстовая библиотека – сайт с учебными материалами.
2. <http://www.twirpix.com> – сайт с учебными материалами, книгами и т.п.
3. <http://www.iqlib.ru>– электронная библиотека для студентов ДИТИ НИЯУ МИФИ.

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина обеспечена учебно-методической документацией и материалами. Ее содержание представлено в локальной сети института и находится в

режиме свободного доступа для студентов. Для преподавания дисциплины используются плакаты и мультимедийные презентации.

Для проведения лабораторных работ необходимы компьютерные классы с установленными на компьютерах системами (средами разработки программ на VBA и др.).

Для проведения лекций необходим проектор для демонстрации слайдов.

9 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Конспектирование лекции. Взаимодействие с преподавателем по возникающим вопросам.
Контрольные вопросы	Проработка 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, решение задач по алгоритму и коллективно методом мозгового штурма.
Практические работы	Работа, выполненная с применением технических средств, в соответствии постановкой решаемой задачи из профессиональной области и рекомендуемыми этапами выполнения
Устный опрос	Средство, позволяющее оценить теоретическую подготовленность и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.
Контрольная работа	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Коллоквиум	Комплексное средство оценивания знаний, охватывающих темы из разных направлений и учебных дисциплин по данной специальности. Раскрывая во время коллоквиума заданную тему, студенты проявляют собственные мысли, показывая, как они освоили материал. Это дает возможность преподавателю выяснить уровень знаний студентов и дифференцированной

	их оценить, выставив тот или иной балл.
--	---