

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.Б.2.1 Ядерное топливо**

**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 (экза., час./зачет)
4	216 (6)	18	36	0	126	Экзамен,36
<b>Итого</b>	216 (6)	18	36	0	126	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.....	4
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	8
6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ).....	9
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	13
9 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	13

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания «Ядерное топливо» заключается в изучении материалов, которые используются в ядерных реакторах для осуществления управляемой цепной ядерной реакции деления, и методов их получения.

Материал «Ядерное топливо» базируется на знаниях, полученных студентами при изучении учебных курсов «Физика», «Химия», «Физика атомного ядра».

### Задачи дисциплины:

Основные задачи курса – изучение основных технологических схем и отдельных операций, составляющих содержание производства ядерно-чистого урана и радиохимического производства по переработке отработавшего ядерного топлива, а также ознакомление с основными методами обращения с радиоактивными отходами ЯТЦ.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Ядерное топливо относится к базовой части блока 1 профессионального модуля учебного плана.

Знания, умения и навыки, полученные при освоении учебной дисциплины «Ядерное топливо», применяются в изучении следующих дисциплин: Основы ядерного нераспространения и безопасного обращения с ядерными материалами, Твэлы и ТВС ядерных энергетических установок, Спецпрактикум, Безопасность ядерного топливного цикла, Инженерные вопросы реакторного материаловедения, Преддипломная практика, Государственная итоговая аттестация.

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

Таблица 3.1 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Код компетенции	Содержание компетенции
ПК-16	способностью на практике применять знание основных понятий в области интеллектуальной собственности, прав авторов, предприятия-работодателя, патентообладателя, основных положений патентного законодательства и авторского права РФ
ПК-17	способностью проводить поиск по источникам патентной информации, определять патентную чистоту разрабатываемых объектов, подготавливать первичные материалы к патентованию изобретений, официальной регистрации компьютерных программ и баз данных

Студенты, завершившие изучение данной дисциплины, должны

Знать:

- Знание методов контроля параметров внутриреакторных процессов;
- Знание наиболее опасных последствий, вызванных отклонениями технологических параметров ядерных энергетических установок.

Владеть:

- Владение численными и аналитическими методами решения дифференциальных уравнений (систем уравнений);
- Владение методами математического моделирования отдельных стадий технологических процессов ядерного топливного цикла.

В процессе освоения дисциплины у студентов приобретаются знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы:

Уметь:

- Умение определять набор средств (методы, технические средства), необходимых для решения конкретной задачи;
- Умение выделять наиболее значимые процессы и явления среди происходящих в ядерных энергетических установках.

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 6 зачетных единиц (ЗЕТ), 216 академических 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	Практ. работы	Лаб. работы	В т.ч. в ИФ	Самостоятельная работа			
3 семестр									
1.	Основные принципы организации Государственной системы учета и контроля ЯМ	1	2		1	11	T1, K1, K2	ДЗ	5
2.	Ключевые моменты организации УИК	2	4		2	12	T1, K1, K2	ДЗ	6

3.	Организация физических инвентаризаций	2	4		1	11	T1, K1, K2	ДЗ	5
4.	Контрольные измерения	2	4		1	12	T1, K1, K2	ДЗ	6
5.	Средства контроля доступа	1	2		1	11	T1, K1, K2	ДЗ	5
6.	Организация ЗБМ на ЯО	2	4		1	12	T1, K1, K2	ДЗ	6
7.	Технологии автоматизированного сбора данных в системах УиК ЯМ	2	4		1	11	T1, K1, K2	ДЗ	6
8.	Интеграция систем УиК и ФЗ ЯМ	2	4		1	12	T1, K1, K2	ДЗ	5
9.	Эффективность системы УиК ЯМ	1	2		1	11	T1, K1, K2	ДЗ	6
10.	Компьютеризированные системы УиК ЯМ	2	4		1	12	T1, K1, K2	ДЗ	5
11.	Защита информации в системе УиК ЯМ	1	2		1	11	T1, K1, K2	ДЗ	5
	Экзамен								40
Итого за 3 семестр:		18	36	-	12	126			100

T – Тестовые задания, K – коллоквиум, ДЗ – домашнее задание.

## 4.2 Содержание дисциплины

### 4.2.1 Наименование тем, их содержание и объём в часах

Раздел 1. Государственная система учета и контроля ЯМ как основное средство гарантии сохранности и безопасности хранения. 1 час

Основы учета и контроля (УиК) ядерных материалов (ЯМ). Система Росатома, предприятия ядерно оружейного комплекса, требования к организации ядерно-топливного цикла и специальному обращению с ЯМ. Требования к созданию УиК, включая особенности организации системы физической защиты, учета и контроля ЯМ. Историческая справка об этапах создания и развития системы УиК ЯМ в Российской Федерации. Требования к сведению баланса ЯМ .

Федеральные законы и отраслевые нормативно-правовые акты, обеспечивающая функционирование системы учета и контроля в Российской Федерации. Разделение прав и обязанностей в Системе Государственного учета и контроля ядерных материалов. Создание государственной информационной системы учета и контроля. Основная концепция, теория, стратегия и практика формирования принципов учета и контроля ядерных материалов .

## Раздел 2. Ключевые моменты организации УиК 2 часа

Концепция и требования к формированию Основных правил учета и контроля (ОПУК) ядерных материалов. Этапы разработки элементов процедур и методик, определяющих принципы учета и контроля ядерных материалов в соответствии с ОПУК. Деление на классы и категории ЯМ. Теория и практика проведения физической инвентаризации, условия достоверности результатов сведения инвентаризационной разницы, зоны баланса материалов. Требования к организации и ведению учетной и отчетной документации организаций, работающих с ЯМ.

Отличия и сходство систем учета и контроля ядерных материалов от действующих систем УиК радиоактивных веществ и радиоактивных отходов. Сравнение норм и требований НП- 030- 05 и НП-030-12.

## Раздел 3. Теория и практика физических инвентаризаций 2 часа

Документация и оформление Системы материального баланса. Виды, типы и разновидности физических инвентаризаций (ФИ). Правила и алгоритмы определения конкретного вида ФИ. Временные требования в планировании ФИ. Последовательность и содержание этапов планирования ФИ.

Метрологические аспекты физической инвентаризации (ФИ при процедуре УиК ЯМ. Приборное обеспечение процедуры физических инвентаризаций. Требование к обоснованию выбора конкретных видов ФИ. Прогнозирование и планирование ФИ. Соблюдение рекомендованных этапов планирования ФИ.

## Раздел 4. Контрольные измерения 2 часа

Цели и задачи, установленные НПА перед контрольными измерениями (КИ). Документарные и инструментальные этапы системы КИ. Приборы и методики применяемых аналитических методов контроля измерений. Цели, задачи и погрешности контроля измерений массы. Правила и стратегия пробоотбора. Контроль объема. Реальный опыт и случаи из практики осуществления КИ.

## Раздел 5. Средства контроля доступа 1 час

Активные и пассивные средства контроля доступа (СКД) в системе УиК ЯМ. Организация наблюдения и фиксирования состояния методом пломбирования. Рекомендованные и существующие технические средства для осуществления санкционированного доступа к ЯМ. Дистанционные и он-лайн системы наблюдения за ЯМ. Состав автоматизированных систем и их назначение. Организационные мероприятия

Принципы пломбирования в СКД. Достоинства и недостатки применения пломб. Требования к пломбам. Типы и классификация пломб. Способы обхода и недостатки пломб. Факторы, влияющие на выбор пломб. Программа организации применения пломб. Эффективность применения пломб. Изменение длительности периодов проведения физических инвентаризаций в зависимости от использования разных комбинаций СКД.

## Раздел 6. Организация ЗБМ на ЯО 2 часа

Особенности различных элементов ядерно-топливного цикла с точки зрения процесса нераспространения и систем учета и контроля ЯМ. Технологические процессы и вид ЯМ участвующих в них. Особенности учета и контроля и проведения физических инвентаризаций в зависимости от этапа ЯТЦ. Влияние СУиК ЯМ на производственный процесс ЯО. Функционирование УиК на производстве.

Организация ЗБМ. Участки хранения и производственные участки. Потoki ядерных материалов (и радиоактивных отходов) и ключевые точки измерений. Применение средств контроля доступа и процедур учета и контроля в различных зонах ядерного объекта на всех этапах передвижения ядерного материала.

## Раздел 7. Технологии автоматизированного сбора данных в системах УиК ЯМ 2 часа

Понятие автоматизированного сбора данных (АСД). Цели и задачи. Технологии АСД, их сравнение. Анализ требований и возможность применения в системах УиК ЯМ. Требования автоматизации систем УиК в нормативно-правовой документации. Ограничения накладываемые на систему АСД со стороны УиК ЯМ. Сбор данных как ключевая задача УиК ЯМ.

Штрих-кодовая технология в УиК ЯМ. Отличительные особенности от иных систем АСД.

Элементы системы АСД, построенной на штрих-кодовой технологии. Основы считывания штрих-кодов. Классификация кодов по типам и области применения. Используемые коды и символы. Изготовление и нанесение штрих-кодов.

#### Раздел 8. Интеграция систем УиК и ФЗ ЯМ 2 часа

Цели и методы системы физической защиты (СФЗ). Взаимодействие элементов систем УиК и ФЗ. ЗБМ и организация зонирования на ЯО. Функционирование единой системы ФЗ, УиК ЯМ.

#### Раздел 9. Эффективность системы УиК ЯМ 1 час

Методики оценки эффективности. Критерии оценки эффективности в УиК ЯМ. Методы оценки эффективности физических инвентаризаций.

#### Раздел 10. Компьютеризированные системы УиК ЯМ 2 часа

Понятие компьютеризированных систем УиК ЯМ. Компоненты компьютеризированных систем УиК ЯМ. Базовое программное обеспечение. Системы управления базами данных (СУБД). Современные информационные технологии. Классификация ЯО и требования к компьютеризированным системам УиК. Разработка компьютеризированных систем УиК.

Разработка программного обеспечения (ПО) для нужд систем УиК ЯМ. Анализ требований. Этапы проектирования и создания ПО. Требования к функциям ПО, вводимым данным, пользовательскому интерфейсу. Проверка и подтверждение пригодности ПО.

#### Раздел 11. Защита информации в системе УиК ЯМ 1 час

Информация, циркулирующая в системах УиК ЯМ. Принципы классификации информации в системе УиК. Требования к системе защиты информации по классам систем УиК. Требования по сертификации и аттестации систем защиты информации от несанкционированного доступа по классам систем УиК.

##### 4.2.2 Темы практических занятий, их содержание и объём в часах

Основные принципы организации Государственной системы учета и контроля ЯМ  
2 часа

Ключевые моменты организации УиК 4 часа

Организация физических инвентаризаций 4 часа

Контрольные измерения 4 часа

Средства контроля доступа 2 часа

Организация ЗБМ на ЯО 4 часа

Технологии автоматизированного сбора данных в системах УиК ЯМ 4 часа

Интеграция систем УиК и ФЗ ЯМ 4 часа

Эффективность системы УиК ЯМ 2 часа

Компьютеризированные системы УиК ЯМ 4 часа

Защита информации в системе УиК ЯМ 2 часа

### 4.3 Организация самостоятельной работы студентов

Учебным планом дисциплины на самостоятельную работу студентов отводится 126 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)
<b>3 семестр</b>	
Изучение теоретического материала (задания лектора)	0
Подготовка к контрольным работам и тестам по материалам лекций	20
Подготовка отчетов о решаемых задачах и защита практических работ	56
Экзамен	50
<b>Итого по учебному плану за 3 семестр</b>	<b>126</b>

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

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся представлены в Приложении 2.

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

При проведении лекционных занятий по дисциплине используются:

– мультимедийные презентации, отображаемые с помощью видеопроектора на специальном экране,

– проблемная лекция,

– лекция-дискуссия.

При проведении практических (семинарских) используются следующие методы:

- деловые игры,
- метод развивающейся кооперации (кейс – метод),
- ситуационные задачи.

## **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.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (-ями), ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- тестирование;
- письменные домашние задания;
- выполнение докладов, эссе;
- защита рефератов;
- дискуссии;

Промежуточный контроль студентов производится в следующих формах:

- тестирование;
- коллоквиумы.

Итоговый контроль студентов производится лектором (преподавателем, ведущим занятия в группах) и является оценкой знаний обучающегося. Зачет проводится в устно-письменной форме по вопросам.

Фонд оценочных средств представлен в Приложении 3.

### **6.1.1 Модели контролируемых компетенций**

ПК-16 способностью на практике применять знание основных понятий в области интеллектуальной собственности, прав авторов, предприятия-работодателя, патентообладателя, основных положений патентного законодательства и авторского права РФ

ПК-17 способностью проводить поиск по источникам патентной информации, определять патентную чистоту разрабатываемых объектов, подготавливать первичные материалы к патентованию изобретений, официальной регистрации компьютерных программ и баз данных

Студенты, завершившие изучение данной дисциплины, должны

Знать:

- Знание методов контроля параметров внутриреакторных процессов;

- Знание наиболее опасных последствий, вызванных отклонениями технологических параметров ядерных энергетических установок.

Владеть:

- Владение численными и аналитическими методами решения дифференциальных уравнений (систем уравнений);
- Владение методами математического моделирования отдельных стадий технологических процессов ядерного топливного цикла.

В процессе освоения дисциплины у студентов приобретаются знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы:

Уметь:

- Умение определять набор средств (методы, технические средства), необходимых для решения конкретной задачи;
- Умение выделять наиболее значимые процессы и явления среди происходящих в ядерных энергетических установках.

#### 6.1.2. Программа оценивания контролируемой компетенции:

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			текущий	рубежный
1.	Основные принципы организации Государственной системы учета и контроля ЯМ	ПК-16, ПК-17	T1, K1, K2	ДЗ
2.	Ключевые моменты организации УИК	ПК-16, ПК-17	T1, K1, K2	ДЗ
3.	Организация физических инвентаризаций	ПК-16, ПК-17	T1, K1, K2	ДЗ
4.	Контрольные измерения	ПК-16, ПК-17	T1, K1, K2	ДЗ
5.	Средства контроля доступа	ПК-16, ПК-17	T1, K1, K2	ДЗ
6.	Организация ЗБМ на ЯО	ПК-16, ПК-17	T1, K1, K2	ДЗ
7.	Технологии автоматизированного сбора данных в системах УиК ЯМ	ПК-16, ПК-17	T1, K1, K2	ДЗ
8.	Интеграция систем УиК и ФЗ ЯМ	ПК-16, ПК-17	T1, K1, K2	ДЗ
9.	Эффективность системы УиК ЯМ	ПК-16, ПК-17	T1, K1, K2	ДЗ
10.	Компьютеризированные системы УиК	ПК-16, ПК-17	T1, K1, K2	ДЗ

	ЯМ			
11.	Защита информации в системе УиК ЯМ	ПК-16, ПК-17	Т1, К1, К2	ДЗ

Формами аттестации по дисциплине являются: Т – Тестовые задания, К – коллоквиум, ДЗ – домашнее задание и экзамен в 3-м семестре.

**6.2. Оценочные средства для входной, текущей и промежуточной аттестации**

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Тестирование	Форма измерения знаний учащихся, включающая в себя подготовку тестов, собственно проведение тестирования и последующую обработку результатов, которая дает оценку обученности тестируемых.	Вопросы для тестов
2	Домашнее задание	Средство, позволяющее оценить теоретическую подготовленность и кругозор студента. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач.	Задания для самостоятельного решения
3	Коллоквиум	Конечный продукт, получаемый в результате выполнения комплекса учебных заданий с обсуждением в соответствии с заданным алгоритмом проведения работ. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться группой обучающихся.	Комплект вопросов для дискуссии

(аннотация).

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Обеспечение дисциплины основной и дополнительной литературой по дисциплине

Таблица 7.1 – Обеспечение дисциплины основной  
и дополнительной литературой по дисциплине

### Основная литература:

1. Основные правила учета и контроля ядерных материалов. НП 030 05. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии / Госатомнадзор. Введ. 01.05.2006. М., 2005.
2. Основные правила учета и контроля ядерных материалов. НП 030 12. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии / Госатомнадзор. Введ. 17.04.2012. М., 2012.
3. Федеральный закон об использовании атомной энергии. № 170-ФЗ. / Принят Государственной думой 20.10.1995.
4. Постановление Правительства РФ от 06.05.2008 N 352 (ред. от 04.02.2011) "Об утверждении Положения о системе государственного учета и контроля ядерных материалов"
5. Ядерная энергия, ядерный топливный цикл и прикладные ядерные технологии : учебное пособие / В. И. Бойко [и др.]; под ред. В. И. Бойко, М. Е. Силаева. — Москва: Изд-во МНТЦ, 2011. — 282 с.: ил.. — Образовательная программа в области физической ядерной безопасности. — Библиогр.: с. 218-222..
6. Методы и приборы для измерения ядерных и других радиоактивных материалов : учебное пособие / В. И. Бойко [и др.]; под ред. В. И. Бойко, М. Е. Силаева. — Москва: Изд-во МНТЦ, 2011. — 356 с.: ил.. — Образовательная программа в области физической ядерной безопасности. — Библиогр.: с. 356..

### Дополнительная литература:

7. Бушуев, А.В. Методы и приборы измерений ядерных материалов : учебное пособие / А. В. Бушуев, Т. Б. Алеева; Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ". — Москва: Изд-во МИФИ, 2011. — 316 с.: ил.. — Библиография в конце глав..
8. Смирнов В.Е. Методы и процедуры учета и контроля ядерных материалов: Учебное пособие. М.: МИФИ, 2002. — 68 с.
9. Шмелёв А.Н., Юрова Л.Н., Муругов В.М. Некоторые вопросы физики воспроизводства горючего в реакторах-размножителях на быстрых нейтронах. — М.: Атомиздат, 1979. — 80 с.
10. Муругов В.М., Троянов М.Ф., Шмелёв А.Н. Использование тория в ядерных реакторах. М.: Энергоатомиздат, 1983. 96 с.

11. Шаманин И.В., Кошелев Ф.П., Ухов А.А. Торий в ядерных реакторах: физика, технология, безопасность. – Томск: изд.-во ТПУ, 2001. – 125 с.

12. Бойко В.И., Демянюк Д.Г., Кошелев Ф.П., Мещеряков В.Н., Шаманин И.В., Шидловский В.В. Перспективные ядерные топливные циклы и реакторы нового поколения: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 490 с.

13. Лебедев В.М. Ядерный топливный цикл: Технология, безопасность, экономика. – М.: Энергоатомиздат, 2005. – 316 с.

14. Владимиров В.И. Практические задачи по эксплуатации ядерных реакторов / В. И. Владимиров. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1976, – 303 с.

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

1. Научная электронная библиотека elibrary.ru
2. Фонд электронно-библиотечной системы образовательных и просветительских изданий IQlib, [www.IQlib.ru](http://www.IQlib.ru).
3. Электронная библиотечная система издательства Лань, [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com).
4. Электронное периодическое издание «KnigaFund.Ru», <http://www.knigafund.ru/books/149292/read>

Методические указания для студентов по освоению дисциплины представлены в Приложении 4.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия:

- комплект электронных презентаций/слайдов,
- аудитории корп.3; оснащенные презентационной техникой (проектор, экран, компьютер),
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,

Практические занятия (семинарского типа):

- презентационная техника (проектор, экран, компьютер) – корп.3
- пакеты ПО (общего назначения).

**Программное обеспечение** - MSOffice: PowerPoint.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
---------------------	-----------------------

Лекция	Конспектирование лекции. Взаимодействие с преподавателем по возникающим вопросам.
Тестирование	Форма измерения знаний учащихся, включающая в себя подготовку тестов, собственно проведение тестирования и последующую обработку результатов, которая дает оценку обученности тестируемых.
Домашнее задание	Средство, позволяющее оценить теоретическую подготовленность и кругозор студента. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач.
Коллоквиум	Конечный продукт, получаемый в результате выполнения комплекса учебных заданий с обсуждением в соответствии с заданным алгоритмом проведения работ. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться группой обучающихся.

## Приложение 4

к рабочей программе дисциплины «Твэлы и ТВС ядерных реакторов»

### Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 часов, из них 63 часов аудиторных занятий и 81 часа, отведенных на самостоятельную работу студента.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Посещение лекций является обязательным. Если студент по любой причине пропустит лекцию, то он должен её отработать. Студент должен разобраться в материале, изложенном на лекции и должен быть готов ответить на несколько вопросов по существу лекции. Сама отработка пропущенной лекции проходит во время консультации, или, в крайнем случае, во время практических занятий.</p> <p>Семестр длится 18 недель, лекции читаются один раз в неделю. Однако на практике часть лекций пропадает по разным причинам. Материал пропавших лекций студенты изучают самостоятельно, пользуясь программой курса физики и рекомендованной литературой.</p>
Практические занятия	<p>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 научно-публицистическим стилем текста. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.</p>
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа – это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его</p>

	<p>непосредственного участия.</p> <p>Самостоятельная работа студентов включает в себя:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- подготовку к аудиторным занятиям (лекциям, практическим) и выполнение соответствующих заданий;</li> <li>- самостоятельную работу над отдельными темами учебных дисциплин в соответствии с программой;</li> <li>- подготовку к практическим занятиям и выполнение предусмотренных ими заданий;</li> <li>- выполнение письменных домашних работ;</li> <li>- подготовку ко всем видам контрольных испытаний, в том числе и к экзаменам и зачётам;</li> <li>- работу в студенческих научных обществах, кружках, семинарах и тому подобное;</li> <li>- участие в работе факультативов;</li> <li>- участие в научной и научно-методической работе кафедр и факультета;</li> <li>- участие в научных и научно-практических конференциях, семинарах, конгрессах и тому подобное;</li> <li>- другие виды деятельности, организуемой и осуществляемой вузом, факультетом или кафедрой.</li> </ul> <p>Самостоятельная работа, выполняемая студентами, должна отвечать следующим требованиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- быть проделанной лично студентом или являться самостоятельно выполненной частью коллективной работы;</li> <li>- представлять собой законченную разработку или законченный этап разработки, в которых раскрываются и анализируются актуальные проблемы изучаемой дисциплины и соответствующей сферы практической деятельности;</li> <li>- демонстрировать достаточную компетентность студента в раскрываемых вопросах;</li> <li>- иметь учебную, научную и/или практическую направленность и значимость;</li> <li>- содержать определенные элементы новизны.</li> </ul>
Консультации	Текущие консультации проводятся по заявке старост групп в согласованное с лектором время либо согласно расписанию консультаций, вывешенному на доске объявлений кафедры. Во время консультации студенты имеют возможность выяснять неясные вопросы по изучаемому материалу, отчитываться по пропущенным лекциям, сдавать домашние задачи.
Лабораторная работа	Следовать методическим указаниям по выполнению лабораторных работ.
Подготовка к экзамену	Экзамен является итоговой проверкой знаний студентов, полученных ими в течение семестра. К экзамену допускаются студенты, полностью выполнившие всю программу семестра. Это означает, что студенты должны отчитаться за все пропущенные лекции, лабораторные работы, сдать домашние задачи. При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

