

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Термоядерные реакторы и плазменные установки

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**НЕЙТРОННАЯ ФИЗИКА УПРАВЛЯЕМОГО ТЕРМОЯДЕРНОГО**  
**СИНТЕЗА**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.08
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	7 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	7 семестр - 32 часа;
<b>Практические занятия</b>	7 семестр - 16 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	7 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	7 семестр - 93,5 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Реферат</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	7 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Жиркин А.В.
	Идентификатор	R3f0c0ac7-ZhirkinAV-8b240f5e

(подпись)

А.В. Жиркин

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

(подпись)

А.В. Дедов

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

(подпись)

А.В. Дедов

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение основ нейтронной физики, приобретение теоретических и практических навыков, необходимых для научно-исследовательской, проектной, технологической и производственной деятельности в области нейтронной и атомной физики управляемого термоядерного синтеза

### Задачи дисциплины

- изучение основных проблем нейтронной физики в области управляемого термоядерного синтеза и способов их решения;
- изучение теоретических основ переноса излучений, радиационных повреждений конструкционных материалов, топливного цикла ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер;
- изучение экспериментов по нейтронной физике, осуществляемых на действующих и планируемых на проектируемых установках, а также методов нейтронно-физических измерений;
- приобретение навыков решения нейтронно-физических задач, возникающих при проектировании термоядерных установок.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-5 Способен принимать участие в расчетах характеристик процессов, протекающих в конкретных технических устройствах и аппаратах энергетического оборудования, ядерных и плазменных установок	ИД-3ПК-5 Владеет навыками расчетов характеристик поля нейтронного и фотонного излучения в узлах термоядерного источника нейтронов	знать: - проблемы современной ядерной и термоядерной энергетики и значение гибридных термоядерных установок в их решении;; - эффекты воздействия нейтронного излучения на конструкционные материалы; - методику экспериментального исследования нейтронного излучения плазмы; - особенности ядерного топливного цикла с установками деления и синтеза ядер.  уметь: - выполнять расчеты характеристик полей излучения в задачах с простой геометрией для источников простых геометрических форм; - решать типовые задачи взаимодействия излучений с веществом.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Термоядерные реакторы и плазменные установки (далее – ОПОП), направления подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать вычислительную математику, общую физику, ядерную физику, математические методы моделирования физических процессов, информационные системы и безопасность, экспериментальные методы исследования, материаловедение и технологию материалов и конструкций

- уметь решать обыкновенные дифференциальные уравнения и простые уравнения в частных производных, решать задачи по общей и ядерной физике

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	1.Характеристики нейтронов и реакции взаимодействия излучения с веществом	23	7	6	-	6	-	-	-	-	-	11	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов и подготовка к контрольной работе , коллоквиуму, защите проекта <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 45-64</p>	
1.1	Характеристики нейтронов и реакции взаимодействия излучения с веществом	23		6	-	6	-	-	-	-	-	-	11		-
2	2.Теоретические основы переноса излучений	28		8	-	6	-	-	-	-	-	-	14		-
2.1	Теоретические основы переноса излучений	28		8	-	6	-	-	-	-	-	-	14		-
3	3.Регистрация ядерных излучений и диагностика нейтронов, эксперименты с источниками нейтронов 14 МэВ	29		8	-	4	-	-	-	-	-	-	17		-
3.1	Регистрация ядерных излучений и диагностика	29		8	-	4	-	-	-	-	-	-	17		-
														<p><b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: 1.Газовые ионизационные детекторы.</p>	

	нейтронов, эксперименты с источниками нейтронов 14 МэВ												2.Кристаллические, полупроводниковые детекторы. 3.Сцинтилляционные детекторы. 4.Трековые детекторы. 5.Времяпролетный и магнитный спектрометр. 6.Физические основы методов спектрометрии. Функция отклика детектора. 7.Основные характеристики спектрометра. 8.Типы сцинтилляционных гамма-спектрометров. 9.Кристалл-дифракционные фотонные и нейтронные спектрометры. Дифракция фотонов и нейтронов на плоском кристалле. 10.Магнитные спектрометры заряженных частиц. 11.Времяпролетный метод спектрометрии нейтронов. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], стр. 31-45
4	4.Радиационные повреждения конструкционных материалов	12	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов и подготовка к контрольной работе , коллоквиуму, защите проекта
4.1	Радиационные повреждения конструкционных материалов	12	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], стр. 12-25
5	5.Топливный цикл ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер	12	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов и подготовка к контрольной работе , коллоквиуму, защите проекта
5.1	Топливный цикл ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер	12	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [7], стр. 98-115
6	6.Термоядерный источник нейтронов и проблемы атомной энергетики	4	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов и подготовка к контрольной работе , коллоквиуму, защите проекта
6.1	Термоядерный источник нейтронов и	4	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>

	проблемы атомной энергетики													[6], стр. 55-69
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2.0	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0		32	-	16	-	2.0	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0		32	-	16	2.0		-		0.5	93.5		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. 1. Характеристики нейтронов и реакции взаимодействия излучения с веществом

##### 1.1. Характеристики нейтронов и реакции взаимодействия излучения с веществом

Открытие нейтрона. Опыты Резерфорда, Бете-Беккера, Жолио-Кюри, Чедвика. Энергия связи и радиус ядра. Свойства нейтрона. Масса нейтрона, время жизни, спин, магнитный момент нейтрона. Опыт Альвареса-Блоха. Энергия связи и радиус ядра. Взаимодействие нейтронов с ядрами. Энергетические интервалы нейтронов. Прямое взаимодействие и взаимодействие через составное ядро. Реакции взаимодействия нейтронов с ядрами. Деление ядер. Взаимодействие фотонов с веществом. Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Сечения взаимодействия излучения с веществом.

#### 2. 2. Теоретические основы переноса излучений

##### 2.1. Теоретические основы переноса излучений

Дифференциальные и интегральные характеристики поля излучения. Поточковые, токовые и дозовые характеристики поля излучения. Уравнение переноса излучений. Диффузия нейтронов Замедление нейтронов. Теория возраста. Численные методы решения уравнения переноса излучений. Общая характеристика методов. Детерминистские численные методы. Метод Монте-Карло в задачах переноса излучений. Асимптотические и полуэмпирические методы расчета переноса излучений.

#### 3. 3. Регистрация ядерных излучений и диагностика нейтронов, эксперименты с источниками нейтронов 14 МэВ

##### 3.1. Регистрация ядерных излучений и диагностика нейтронов, эксперименты с источниками нейтронов 14 МэВ

Методы регистрации ядерных излучений. Дозиметрия, радиометрия и спектрометрия излучений. Диагностический комплекс ITER. Нейтронные диагностики в полномасштабных экспериментах ядерного синтеза: обзор систем JET. Спектрометрия нейтронов на JET. Время пролетный спектрометр. Спектрометры с протонами отдачи. Магнитный спектрометр. Обоснование нейтронных данных в интегральных экспериментах с источниками нейтронов 14 МэВ.

#### 4. 4. Радиационные повреждения конструкционных материалов

##### 4.1. Радиационные повреждения конструкционных материалов

Общая характеристика. Радиационный каскад. Типы радиационных повреждений. Пороговая энергия смещения атома. Влияние облучения на изменения свойств. Параметры, определяющие эффекты радиационного повреждения. Поглощение нейтронов топливными и конструкционными материалами. Радиационное распухание (свелинг). Влияние облучения на коррозию. Отжиг радиационных повреждений. Требования к конструкционным материалам. Ограничения конструкционных материалов. Макроскопические эффекты деградации. Малоактивируемые материалы. Кинетика спада радиоактивности элементов. Ферритно-мартенситные стали (ФМС). Преимущества ферритно-мартенситных сталей по сравнению с аустенитными. Высокохромистые ферритно-мартенситные стали. Недостатки сталей ферритно-мартенситного класса. Температура вязко-хрупкого перехода. Механизм вязко-хрупкого перехода. Причина появления низкотемпературного радиационного охрупчивания.

#### 5. 5. Топливный цикл ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер



### 5.1. Топливный цикл ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер

Понятие ядерного топливного цикла и его особенности. Топливный цикл реакторов деления. Типы топливного цикла в зависимости от вида ядерного горючего. Виды ядерного топливного цикла с реакторами деления. Этапы ядерного топливного цикла. Дейтерий-тритиевый топливный цикл термоядерного источника нейтронов (ТИН). Топливный цикл ядерной энергетики с реакторами деления и синтеза. Производство делящихся изотопов в термоядерных реакторах. Реакторы деления и синтеза в объединённом топливном цикле. Ториевый цикл в ядерной энергетической системе с реакторами деления и синтеза. Предпосылки к практической реализации гибридного термоядерного реактора.

## 6. Термоядерный источник нейтронов и проблемы атомной энергетики

### 6.1. Термоядерный источник нейтронов и проблемы атомной энергетики

Виды термоядерных реакций их реализуемость. Критерий Лоусона. Конструкции установок управляемого термоядерного синтеза на основе реакции взаимодействия изотопов дейтерия и трития. Реакции ядерного синтеза, сопровождающиеся образованием нейтронов, в дейтерий-тритиевой плазме. Возникающие проблемы. Источники радиоактивного загрязнения термоядерных установок. «Зелёная» энергетика. Проблемы ядерной и термоядерной энергетики. Гибридный термоядерный реактор (термоядерный источник нейтронов – ТИН). Задачи ТИН. Проблемы нейтронно-физических исследований чистого и гибридного ядерного синтеза. Потенциальные преимущества гибридных систем.

## **3.3. Темы практических занятий**

1. Регистрация ядерных излучений и диагностика нейтронов;
2. Метод Монте-Карло;
3. Численные детерминистские методы;
4. Уравнения переноса для нейтронов и фотонов. Аналитические методы решения;
5. Характеристики поля излучений. Взаимодействие излучения с веществом.

## **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

## **3.5 Консультации**

### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "1.Характеристики нейтронов и реакции взаимодействия излучения с веществом"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "2.Теоретические основы переноса излучений"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "3.Регистрация ядерных излучений и диагностика нейтронов, эксперименты с источниками нейтронов 14 МэВ"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "4.Радиационные повреждения конструкционных материалов"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "5.Топливный цикл ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "6.Термоядерный источник нейтронов и проблемы атомной энергетики"

## **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)						Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	
<b>Знать:</b>								
особенности ядерного топливного цикла с установками деления и синтеза ядер	ИД-3ПК-5					+		Контрольная работа/Контрольное мероприятие 5. Топливный цикл ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер
методику экспериментального исследования нейтронного излучения плазмы	ИД-3ПК-5			+				Реферат/Презентация РГР (реферат) по заданной теме
эффекты воздействия нейтронного излучения на конструкционные материалы	ИД-3ПК-5				+			Контрольная работа/Контрольное мероприятие 4. Радиационное повреждение материалов
проблемы современной ядерной и термоядерной энергетики и значение гибридных термоядерных установок в их решении;	ИД-3ПК-5						+	Контрольная работа/Контрольное мероприятие 6. Термоядерный источник нейтронов и проблемы ядерной энергетики
<b>Уметь:</b>								
решать типовые задачи взаимодействия излучений с веществом	ИД-3ПК-5		+					Контрольная работа/Контрольное мероприятие 2. Решение уравнения переноса излучений. Расчет характеристик полей излучения в задачах с простой геометрией для источников простых геометрических форм
выполнять расчеты характеристик полей излучения в задачах с простой геометрией для источников простых геометрических форм	ИД-3ПК-5	+						Контрольная работа/Контрольное мероприятие 1. Ядерные реакции. Взаимодействие излучений с веществом

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**7 семестр**

Форма реализации: Обмен электронными документами

1. Контрольное мероприятие 6. Термоядерный источник нейтронов и проблемы ядерной энергетики (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольное мероприятие 1. Ядерные реакции. Взаимодействие излучений с веществом (Контрольная работа)
2. Контрольное мероприятие 2. Решение уравнения переноса излучений. Расчет характеристик полей излучения в задачах с простой геометрией для источников простых геометрических форм (Контрольная работа)
3. Контрольное мероприятие 4. Радиационное повреждение материалов (Контрольная работа)
4. Контрольное мероприятие 5. Топливный цикл ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Презентация РГР (реферат) по заданной теме (Реферат)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Экзамен (Семестр №7)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Апсэ В.А.- "Моделирование физических процессов в энергетических ядерных реакторах на быстрых нейтронах", Издательство: "МЭИ", Москва, 2015 - (128 с.)  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383007334.html>;
2. Сивухин Д. В.- "Атомная и ядерная физика" Т. 5, (2-е изд.,стер.), Издательство: "ФИЗМАТЛИТ", Москва, 2002 - (784 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2315](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2315);
3. Защита от ионизирующих излучений: в 2 т. : учебник для физических и инженерно-физических специальностей вузов / Ред. Н. Г. Гусев . – М. : Энергоатомиздат, 1990 . - ISBN 5-283-00030-X .;

4. Абрамов, А. И. Основы экспериментальных методов ядерной физики : Учебное пособие для вузов / А. И. Абрамов, Ю. А. Казанский, Е. С. Матусевич . – М. : Атомиздат, 1970 . – 558 с.;
5. Келли, Б. Радиационное повреждение твердых тел : пер. с англ. / Б. Келли ; ред. Ю. А. Осипьян . – М. : Атомиздат, 1970 . – 236 с.;
6. Рыжков С. В., Чирков А. Ю.- "Системы альтернативной термоядерной энергетики", Издательство: "ФИЗМАТЛИТ", Москва, 2018 - (200 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/104975>;
7. Туманов Ю. Н.- "Плазменные и высокочастотные процессы получения и обработки материалов в ядерном топливном цикле: настоящее и будущее", Издательство: "ФИЗМАТЛИТ", Москва, 2003 - (760 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59742](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59742).

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	А-110, Вычислительная лаборатория	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, указка лазерная, многофункциональный центр, сервер, компьютер персональный, принтер, наборы демонстрационного оборудования
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-110, Вычислительная лаборатория	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, указка лазерная, многофункциональный центр, сервер, компьютер персональный, принтер, наборы демонстрационного оборудования
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	А-110, Вычислительная лаборатория	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, указка лазерная, многофункциональный центр, сервер, компьютер персональный, принтер, наборы демонстрационного оборудования
Помещения для	А-110,	стол преподавателя, стол компьютерный,

самостоятельной работы	Вычислительная лаборатория	стул, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, указка лазерная, многофункциональный центр, сервер, компьютер персональный, принтер, наборы демонстрационного оборудования
Помещения для консультирования	А-208, Преподавательская	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	А-025, Кладовка лабораторного оборудования	стеллаж, оборудование специализированное

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Нейтронная физика управляемого термоядерного синтеза**

(название дисциплины)

**7 семестр****Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Контрольное мероприятие 1. Ядерные реакции. Взаимодействие излучений с веществом (Контрольная работа)
- КМ-2 Контрольное мероприятие 2. Решение уравнения переноса излучений. Расчет характеристик полей излучения в задачах с простой геометрией для источников простых геометрических форм (Контрольная работа)
- КМ-3 Презентация РГР (реферат) по заданной теме (Реферат)
- КМ-4 Контрольное мероприятие 4. Радиационное повреждение материалов (Контрольная работа)
- КМ-5 Контрольное мероприятие 5. Топливный цикл ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер (Контрольная работа)
- КМ-6 Контрольное мероприятие 6. Термоядерный источник нейтронов и проблемы ядерной энергетики (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	8	10	12	14	16
1	1. Характеристики нейтронов и реакции взаимодействия излучения с веществом							
1.1	Характеристики нейтронов и реакции взаимодействия излучения с веществом		+					
2	2. Теоретические основы переноса излучений							
2.1	Теоретические основы переноса излучений			+				
3	3. Регистрация ядерных излучений и диагностика нейтронов, эксперименты с источниками нейтронов 14 МэВ							
3.1	Регистрация ядерных излучений и диагностика нейтронов, эксперименты с источниками нейтронов 14 МэВ				+			
4	4. Радиационные повреждения конструкционных материалов							
4.1	Радиационные повреждения конструкционных материалов					+		
5	5. Топливный цикл ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер							
5.1	Топливный цикл ядерной энергетики с установками деления и синтеза ядер						+	

6	6.Термоядерный источник нейтронов и проблемы атомной энергетики						
6.1	Термоядерный источник нейтронов и проблемы атомной энергетики						+
Вес КМ, %:		20	20	20	10	15	15