

**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**  
**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ТЕРМОЯДЕРНЫЕ И ПЛАЗМЕННЫЕ**  
**УСТАНОВКИ**


<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.17
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	8 семестр - 2;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	72 часа
<b>Лекции</b>	8 семестр - 28 часа;
<b>Практические занятия</b>	8 семестр - 14 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	8 семестр - 29,7 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> Тестирование Контрольная работа Домашнее задание	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	8 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2019**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Будаев В.П.
	Идентификатор	Rd3677197-BudayevVP-5d24f851

(подпись)

В.П. Будаев

(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 конструкции, методов удержания и нагрева высокотемпературной плазмы, способов решения физико-технических и инженерных проблем современных электрофизических и плазменных установок

### Задачи дисциплины

- изучение конструкции современных электрофизических и плазменных установок;
- освоение технологических процессов при эксплуатации современных электрофизических и плазменных установок;
- изучение основных методов диагностики плазмы и экспериментального исследования взаимодействия плазмы с поверхностью;
- приобретение навыков принятия технических решений физико-технических и инженерных проблем современных термоядерных электрофизических и плазменных установок;
- изучение принципов проектирования реализуемых проектов термоядерных экспериментальных реакторов на основе токамака;
- приобретение навыков принятия и обоснования технических решений при проектировании и эксплуатации систем термоядерного экспериментального реактора на основе токамака.

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-4 Способен к проектированию узлов экспериментальных и промышленных ядерных и плазменных установок	ИД-3 <sub>ПК-4</sub> Владеет навыками принятия и обоснования конкретных технических решений при конструировании и основами эксплуатации экспериментальных термоядерных и плазменных установок	знать: - конструкции и технологию эксплуатации современных термоядерных установок с магнитным удержанием плазмы предназначенных для решения проблемы управляемого термоядерного синтеза; - методы экспериментального исследования плазмы в современных плазменных установках; - методы инженерного проектирования и конструкции основных систем термоядерного реактора и термоядерного источника нейтронов.  уметь: - выполнять расчеты физико-технических характеристик плазменных разрядов в установках с магнитным удержанием плазмы; - принимать обоснованные технические решения при проектировании и эксплуатации систем плазменных экспериментальных установок и термоядерного реактора.

## 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 Основы следующих дисциплин: «Электродинамика», «Основы физики плазмы», «Вакуумные системы плазменных установок», «Ядерная физика», «Термодинамика», «Нейтронная физика управляемого термоядерного синтеза», «Методы имитационного моделирования в технической физике», «Методы инженерных расчетов», «Иностранный язык»

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 2 зачетных единицы, 72 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	Реакции термоядерного синтеза, представляющие интерес для УТС и способы их осуществления	6	8	4	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Реакции термоядерного синтеза, представляющие интерес для УТС и способы их осуществления"</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Реакции термоядерного синтеза, представляющие интерес для УТС и способы их осуществления" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Реакции термоядерного синтеза, представляющие интерес для УТС и способы их осуществления и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Реакции термоядерного синтеза,</p>
1.1	Реакции термоядерного синтеза, представляющие интерес для УТС и способы их осуществления	6		4	-	-	-	-	-	-	-	-	2	

													представляющие интерес для УТС и способы их осуществления" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], Гл. 1-3, стр. 1-70 [4], Гл. 1, стр. 7-16
2	Расчет энергии и потоков заряженных частиц	5	2	-	2	-	-	-	-	-	1	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Расчет энергии и потоков заряженных частиц"
2.1	Расчет энергии и потоков заряженных частиц	5	2	-	2	-	-	-	-	-	1	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Расчет энергии и потоков заряженных частиц" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Расчет энергии и потоков заряженных частиц и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Расчет энергии и потоков заряженных частиц" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет энергии и потоков заряженных частиц" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], Гл. 1-3, стр. 1-70

														[3], Гл. 1-4, стр. 4-57
3	Расчет магнитной термоизоляции	7	4	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Расчет магнитной термоизоляции"
3.1	Расчет магнитной термоизоляции	7	4	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Расчет магнитной термоизоляции" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Расчет магнитной термоизоляции и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Расчет магнитной термоизоляции" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет магнитной термоизоляции" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], Гл. 1-2, стр. 1-39
4	Расчет различных систем магнитного удержания плазмы	8	4	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Расчет различных систем магнитного удержания плазмы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
4.1	Расчет различных систем магнитного удержания плазмы	8	4	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Самостоятельное изучение</u></b>

														<p><b><u>теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет различных систем магнитного удержания плазмы"</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Расчет различных систем магнитного удержания плазмы и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Расчет различных систем магнитного удержания плазмы" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Расчет различных систем магнитного удержания плазмы"</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], Гл. 1-2, стр. 1-37</p>
5	Токамаки и стеллараторы	12		6	-	4	-	-	-	-	-	2	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Токамаки и стеллараторы"</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе</p>
5.1	Токамаки и стеллараторы	12		6	-	4	-	-	-	-	-	2	-	<p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе</p>



														<p>"Токамаки и стеллараторы" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Токамаки и стеллараторы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Токамаки и стеллараторы"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], Гл. 1-4, стр. 5-74</p>
6	Решение проблем неустойчивости	8	4	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Решение проблем неустойчивости"</p>
6.1	Решение проблем неустойчивости	8	4	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	<p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Решение проблем неустойчивости" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Решение проблем неустойчивости" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение</u></b></p>

													<p><b><u>теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Решение проблем неустойчивости"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], Гл.1-4, стр. 5-74 [4], Гл. 12, стр 265-299</p>
7	Расчет примесей и способов их удаления	8	4	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Расчет примесей и способов их удаления"</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Расчет примесей и способов их удаления" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Расчет примесей и способов их удаления" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет примесей и способов их удаления"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], Гл. 1-3, стр. 1-70</p>
7.1	Расчет примесей и способов их удаления	8	4	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	72.0	28	-	14	-	-	-	-	0.3	12	17.7	
	Итого за семестр	72.0	28	-	14	-	-	-	-	0.3	29.7		

**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. Реакции термоядерного синтеза, представляющие интерес для УТС и способы их осуществления

1.1. Реакции термоядерного синтеза, представляющие интерес для УТС и способы их осуществления

Реакции термоядерного синтеза, представляющие интерес для УТС и способы их осуществления, сечения, энергетические зависимости. Критерии термоядерного зажигания. Варианты blankets: тритий-воспроизводящий, гибридный. Инерциальный синтез: H-бомбы, «адиабатические мишени», лазерный синтез, прямое сжатие, hohlraum- модель.

#### 2. Расчет энергии и потоков заряженных частиц

2.1. Расчет энергии и потоков заряженных частиц

Расчет магнитной термоизоляции. Радиус Лармора, радиус Дебая, ленгмюровский слой, кулоновские столкновения, длины пробега, сечения рассеяния, сравнение с сечениями синтеза.

#### 3. Расчет магнитной термоизоляции

3.1. Расчет магнитной термоизоляции

Расчет энергии и потоков заряженных частиц в установках с магнитным удержанием плазмы. Энергия и потоки заряженных частиц, падающих из плазмы на стенку термоядерных установок без или вдоль магнитного поля. Перенос плазмы поперек магнитного поля. Критика пролетотрона. Поперечный магнитный инвариант. Открытые ловушки. Конус потерь.

#### 4. Расчет различных систем магнитного удержания плазмы

4.1. Расчет различных систем магнитного удержания плазмы

Расчет характеристик магнитного удержания плазмы в различных системах. Роль столкновений: установление распределения Максвелла, выравнивание температур ионов и электронов. Рекуперация энергии частиц, уходящих в торцы открытых магнитных ловушек. Основные виды плазменных неустойчивостей в открытых ловушках. Принцип  $\min B$  – локальный и “в среднем” для открытых и замкнутых магнитных ловушек. Предельные  $n\tau$  в открытых ловушках. Замкнутые магнитные ловушки. Потери частиц в тороидальных магнитных ловушках.

#### 5. Токамаки и стеллараторы

5.1. Токамаки и стеллараторы

Токамаки и стеллараторы. Создание магнитной конфигурации токамака и стелларатора. Предельные  $n\tau$  в токамаках, стеллараторах, тороидальных пинчах. Тороидальный дрейф, вращательное преобразование, запас устойчивости, магнитные и дрейфовые поверхности. Диверторные конфигурации.

#### 6. Решение проблем неустойчивости

6.1. Решение проблем неустойчивости

Решение проблемы плазменных неустойчивостей в токамаках. Неоклассическая электропроводность. Бутстрэп-ток. Неоклассическое пинчевание. МГД–неустойчивости в

токамаке. Винтовые неустойчивости: идеальная, диссипативная (тиринг), баллонная. Магнитные острова. Пределы устойчивости по  $q$  в токамаке. Неустойчивости срыва в токамаке: внутренний, предсрыв, срыв. Диаграмма Хьюгелла. Способы нагрева плазмы в токамаке и стеллараторе.

### 7. Расчет примесей и способов их удаления

#### 7.1. Расчет примесей и способов их удаления

Взаимодействие плазмы со стенкой. Источники примесей в плазменных установках. Основные последствия присутствия примесей в плазме. Поведение примесей в замкнутых системах. Экранирование в области разрушенных магнитных поверхностей: легкие и тяжелые примеси, пределы по  $n_e$ . Способы удаления примесей. Методы подготовки стенок плазменных установок: очистка, применение защитных покрытий. Проблемы диверторных пластин. Радиационный бланкет. Термоядерный источник нейтронов. Инженерные проблемы ИТЭР.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Основные функциональные системы токамаков НИЦ «Курчатовский институт»: Т-10, Т-15МД;
2. Крупные современные токамаки – JET, JT-60SA, WEST, EAST, KSTAR, ИТЭР (2 часа);
3. Практические вычисления характеристик плазмы в установках с магнитным удержанием плазмы;
4. Измерения плотности электронов и ионов в плазменном стенде ПЛМ;
5. Измерения плазменных флуктуаций в плазменном стенде ПЛМ.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

### **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	7		
<b>Знать:</b>										
методы инженерного проектирования и конструкции основных систем термоядерного реактора и термоядерного источника нейтронов	ИД-3ПК-4	+	+	+	+	+	+	+	+	Домашнее задание/Защита домашнего задания 1. Критерии устойчивости плазмы в токамаке
методы экспериментального исследования плазмы в современных плазменных установках	ИД-3ПК-4		+							Контрольная работа/Контрольная работа 1. Критерии термоядерного зажигания
конструкции и технологию эксплуатации современных термоядерных установок с магнитным удержанием плазмы предназначенных для решения проблемы управляемого термоядерного синтеза	ИД-3ПК-4	+								Тестирование/Тест. Конструкции и технология эксплуатации современных термоядерных установок с магнитным удержанием плазмы предназначенных для решения проблемы управляемого термоядерного синтеза
<b>Уметь:</b>										
принимать обоснованные технические решения при проектировании и эксплуатации систем плазменных экспериментальных установок и термоядерного реактора	ИД-3ПК-4							+	+	Домашнее задание/Защита домашнего задания 2. Расчет термоядерного реактора
выполнять расчеты физико-технических характеристик плазменных разрядов в установках с магнитным удержанием плазмы	ИД-3ПК-4	+	+	+	+					Контрольная работа/Контрольная работа 2. Критерии устойчивости в плазменных ловушках

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

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

**8 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Защита домашнего задания 1. Критерии устойчивости плазмы в токамаке (Домашнее задание)
2. Защита домашнего задания 2. Расчет термоядерного реактора (Домашнее задание)
3. Контрольная работа 1. Критерии термоядерного зажигания (Контрольная работа)
4. Контрольная работа 2. Критерии устойчивости в плазменных ловушках (Контрольная работа)
5. Тест. Конструкции и технология эксплуатации современных термоядерных установок с магнитным удержанием плазмы предназначенных для решения проблемы управляемого термоядерного синтеза (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №8)*

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

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

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

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

1. Арцимович, Л. А. Управляемые термоядерные реакции / Л. А. Арцимович . – 2-е изд., перераб. – М. : Физматлит, 1963 . – 467 с.;
2. Кадомцев, Б. Б. Коллективные явления в плазме / Б. Б. Кадомцев . – 2-е изд., испр.и доп. – М. : Наука, 1988 . – 304 с. - ISBN 5-02-014199-2 .;
3. Франк-Каменецкий, Д. А. Лекции по физике плазмы : учебное пособие / Д. А. Франк-Каменецкий . – 3-е изд. – Долгопрудный : Интеллект, 2008 . – 280 с. – (Физтеховский учебник) . - ISBN 978-5-91559-002-0 .;
4. Д. Роуз, М. Кларк- "Физика плазмы и управляемые термоядерные реакции", Издательство: "Государственное издательство литературы по атомной науке и технике Государственного Комитета по использованию атомной энергии СССР", Москва, 1963 - (489 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213869>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;
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. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
11. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
12. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
13. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
14. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
15. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>  
<http://docs.cntd.ru/>
16. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
17. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
18. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

### 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-119, Учебно-научная лаборатория физики плазмы и инновационных материалов	рабочее место сотрудника, стол, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, лабораторный стенд, оборудование учебное, техническая аппаратура, компьютер персональный, инвентарь специализированный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	А-406, Учебная аудитория "А"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Помещения для	А-110, Вычислительная	стол преподавателя, стол компьютерный,



самостоятельной работы	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

### Экспериментальные термоядерные и плазменные установки

(название дисциплины)

#### 8 семестр

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

- КМ-1 Тест. Конструкции и технология эксплуатации современных термоядерных установок с магнитным удержанием плазмы предназначенных для решения проблемы управляемого термоядерного синтеза (Тестирование)
- КМ-2 Контрольная работа 1. Критерии термоядерного зажигания (Контрольная работа)
- КМ-3 Контрольная работа 2. Критерии устойчивости в плазменных ловушках (Контрольная работа)
- КМ-4 Защита домашнего задания 2. Расчет термоядерного реактора (Домашнее задание)
- КМ-5 Защита домашнего задания 1. Критерии устойчивости плазмы в токамаке (Домашнее задание)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	13	14
1	Реакции термоядерного синтеза, представляющие интерес для УТС и способы их осуществления						
1.1	Реакции термоядерного синтеза, представляющие интерес для УТС и способы их осуществления		+		+		+
2	Расчет энергии и потоков заряженных частиц						
2.1	Расчет энергии и потоков заряженных частиц			+	+		+
3	Расчет магнитной термоизоляции						
3.1	Расчет магнитной термоизоляции				+		+
4	Расчет различных систем магнитного удержания плазмы						
4.1	Расчет различных систем магнитного удержания плазмы				+		+
5	Токамаки и стеллараторы						
5.1	Токамаки и стеллараторы						+
6	Решение проблем неустойчивости						
6.1	Решение проблем неустойчивости					+	+

7	Расчет примесей и способов их удаления					
7.1	Расчет примесей и способов их удаления				+	+
Вес КМ, %:		10	16	16	18	40