

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

| | |
|---|--|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.17 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 8 семестр - 2; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 72 часа |
| Лекции | 8 семестр - 28 часа; |
| Практические занятия | 8 семестр - 14 часов; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| Самостоятельная работа | 8 семестр - 29,7 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: Тестирование Контрольная работа Домашнее задание | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Зачет с оценкой | 8 семестр - 0,3 часа; |

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

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

В.П. Будаев


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

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

А.В. Дедов

Заведующий выпускающей кафедрой

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

А.В. Дедов

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

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><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Реакции термоядерного синтеза, представляющие интерес для УТС и способы их осуществления"</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> 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><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Реакции термоядерного синтеза, представляющие интерес для УТС и способы их осуществления и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> 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" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], Гл. 1-3, стр. 1-70 [4], Гл. 1, стр. 7-16 |
| 2 | Расчет энергии и потоков заряженных частиц | 5 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 1 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Расчет энергии и потоков заряженных частиц" |
| 2.1 | Расчет энергии и потоков заряженных частиц | 5 | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 1 | - | <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции <u>Подготовка домашнего задания:</u> 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. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Расчет энергии и потоков заряженных частиц и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Расчет энергии и потоков заряженных частиц" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет энергии и потоков заряженных частиц" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], Гл. 1-3, стр. 1-70 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | [3], Гл. 1-4, стр. 4-57 |
| 3 | Расчет магнитной термоизоляции | 7 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | 1 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Расчет магнитной термоизоляции" |
| 3.1 | Расчет магнитной термоизоляции | 7 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | 1 | - | <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции <u>Подготовка домашнего задания:</u> 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. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Расчет магнитной термоизоляции и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Расчет магнитной термоизоляции" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет магнитной термоизоляции" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], Гл. 1-2, стр. 1-39 |
| 4 | Расчет различных систем магнитного удержания плазмы | 8 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | 2 | - | <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> 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 | - | <u>Самостоятельное изучение</u> |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | <p><u>теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет различных систем магнитного удержания плазмы"</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Расчет различных систем магнитного удержания плазмы и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> 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><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Расчет различных систем магнитного удержания плазмы"</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], Гл. 1-2, стр. 1-37</p> |
| 5 | Токамаки и стеллараторы | 12 | 6 | - | 4 | - | - | - | - | - | 2 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Токамаки и стеллараторы"</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> 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><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> 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><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Токамаки и стеллараторы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Токамаки и стеллараторы"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], Гл. 1-4, стр. 5-74</p> |
| 6 | Решение проблем неустойчивости | 8 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Решение проблем неустойчивости"</p> | |
| 6.1 | Решение проблем неустойчивости | 8 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> 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><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Решение проблем неустойчивости" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение</u></p> | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|------|----|---|----|---|---|---|---|-----|------|------|---|
| | | | | | | | | | | | | | <p><u>теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Решение проблем неустойчивости"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Расчет примесей и способов их удаления"</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> 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><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Расчет примесей и способов их удаления" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет примесей и способов их удаления"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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: Н-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. Измерения плазменных флуктуаций в плазменном стенде ПЛМ;
2. Измерения плотности электронов и ионов в плазменном стенде ПЛМ;
3. Практические вычисления характеристик плазмы в установках с магнитным удержанием плазмы;
4. Крупные современные токамаки – JET, JT-60SA, WEST, EAST, KSTAR, ИТЭР (2 часа);
5. Основные функциональные системы токамаков НИЦ «Курчатовский институт»: Т-10, Т-15МД.

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

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.

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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 / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

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
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 |