

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
МАГНИТНОЕ УДЕРЖАНИЕ ПЛАЗМЫ

| | |
|---|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.16 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 8 семестр - 3; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 108 часов |
| Лекции | 8 семестр - 28 часа; |
| Практические занятия | 8 семестр - 14 часов; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | 8 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 8 семестр - 63,5 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: Контрольная работа Домашнее задание Расчетно-графическая работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 8 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Саврухин П.В. |
| | Идентификатор | R11b3e1ec-SavrukhinPV-7f3acf3b |

(подпись)

П.В. Саврухин

(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 физических основ магнитного удержания плазмы для осуществления управляемого термоядерного синтеза

Задачи дисциплины

- приобретение навыков расчетов параметров термоядерных реакторов с магнитным удержанием плазмы для осуществления УТС;
- освоение технологических процессов получения и нагрева плазмы в установках с магнитным удержанием плазмы;
- изучение конструкции современных плазменных установок с магнитным удержанием плазмы;
- изучение основных методов диагностики плазмы в установках с магнитным удержанием плазмы;
- изучение принципов проектирования установок с магнитным удержанием плазмы;
- приобретение навыков принятия и обоснования технических решений при проектировании и эксплуатации установок с магнитным удержанием плазмы.

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-7 _{ПК-5} Владеет навыками расчета параметров термоядерных реакторов с магнитным удержанием плазмы | знать: - основные законы физики магнитного удержания термоядерной плазмы, используемые для решения проблемы УТС; - методы получения, удержания и нагрева плазмы в установках с магнитным удержанием плазмы. уметь: - выполнять расчеты количественных характеристик процессов, протекающих в термоядерном реакторе с магнитным удержанием плазмы, с применением существующих методов моделирования; - принимать обоснованные технические решения при проектировании и эксплуатации плазменных экспериментальных установок 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 дисциплины: «Электродинамика», «Основы физики плазмы», «Ядерная физика», «Термодинамика», «Элементарные процессы в плазме», «Методы имитационного моделирования в технической физике», «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 3 зачетных единицы, 108 часов.

| № 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 | Проблема УТС и подходы к ее решению | 5 | 8 | 2 | - | 1 | - | - | - | - | - | 2 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Проблема УТС и подходы к ее решению"</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 "Проблема УТС и подходы к ее решению" 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 Проблема УТС и подходы к ее решению и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Проблема УТС и подходы к ее решению" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Проблема УТС и подходы к ее решению"</p> <p><u>Изучение материалов литературных</u></p> |
| 1.1 | Проблема УТС и подходы к ее решению | 5 | | 2 | - | 1 | - | - | - | - | - | - | 2 | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------------------------------|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | | | | | | | | | | | | | | <u>источников:</u> [1], Гл.1-3, с. 1-70 [4], Гл. 1-2, с. 1-30 [5], Гл. 1-2, с. 1-42 |
| 2 | Равновесие плазмы в магнитном поле | 8 | | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Равновесие плазмы в магнитном поле" |
| 2.1 | Равновесие плазмы в магнитном поле | 8 | | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Равновесие плазмы в магнитном поле" 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 Равновесие плазмы в магнитном поле и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Равновесие плазмы в магнитном поле" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | "Равновесие плазмы в магнитном поле" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], Гл.1-4 [3], Гл. 1-2, с. 1-40 |
| 3 | Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле | 8 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле" |
| 3.1 | Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле | 8 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 2 | - | - | <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле" 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 Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле" подготовка к выполнению |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----------------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], Гл. 15-17, с. 194-283 [6], Гл. 4-5, с. 43- 83 |
| 4 | Процессы переноса в плазме | 10 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 4 | - | <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Процессы переноса в плазме" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях |
| 4.1 | Процессы переноса в плазме | 10 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 4 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Процессы переноса в плазме" <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Процессы переноса в плазме" 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 Процессы переноса в плазме и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | | | | | | | | | | | | | показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Процессы переноса в плазме" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], Гл. 2, с. 24-43 [4], Гл. 1-2, с 1-39 [6], Гл. 6-8, с. 75-111 |
| 5 | Радиационные потери энергии из плазмы | 9 | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | 4 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Радиационные потери энергии из плазмы" |
| 5.1 | Радиационные потери энергии из плазмы | 9 | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | 4 | - | <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Радиационные потери энергии из плазмы" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Радиационные потери энергии из плазмы" подготовка к выполнению заданий на |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | <p>практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Радиационные потери энергии из плазмы"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], Гл. 1-3, с. 1-57</p> |
| 6 | Методы нагрева плазмы | 6 | 3 | - | 1 | - | - | - | - | - | 2 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Методы нагрева плазмы"</p> |
| 6.1 | Методы нагрева плазмы | 6 | 3 | - | 1 | - | - | - | - | - | 2 | - | <p><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:</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 "Методы нагрева 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 практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Методы нагрева плазмы" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Методы нагрева плазмы"</p> |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|
| | | | | | | | | | | | | | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], Гл. 1-4, с. 1-67 [6], Гл. 3-5, с. 43-75 |
| 7 | Энергобаланс в термоядерном реакторе с магнитным удержанием | 16 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Энергобаланс в термоядерном реакторе с магнитным удержанием" |
| 7.1 | Энергобаланс в термоядерном реакторе с магнитным удержанием | 16 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Энергобаланс в термоядерном реакторе с магнитным удержанием" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Энергобаланс в термоядерном реакторе с магнитным удержанием" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Энергобаланс в термоядерном реакторе с |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---------------------------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | | | | | | | | | | | | | магнитным удержанием" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], Гл.1-3, с 1-70 [3], Гл. 7, с. 87-109 [5], Гл. 1-4, с. 4-5 |
| 8 | Виды установок с магнитным удержанием | 10 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 4 | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Виды установок с магнитным удержанием" |
| 8.1 | Виды установок с магнитным удержанием | 10 | 4 | - | 2 | - | - | - | - | - | 4 | - | <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <u>Подготовка домашнего задания:</u> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Виды установок с магнитным удержанием" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Виды установок с магнитным удержанием" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Виды установок с магнитным удержанием" <u>Изучение материалов литературных</u> |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|--------|----|---|----|---|---|---|---|-----|----|-------|--|
| | | | | | | | | | | | | | источников: [1], Гл. 1-4 с. 5-114 [3], Гл. 1-3, с. 1-54 [4], Гл. 5-7, с. 53-85 [7], Гл. 5-6 |
| | Экзамен | 36.00 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.50 | |
| | Всего за семестр | 108.00 | 28 | - | 14 | - | 2 | - | - | 0.5 | 30 | 33.50 | |
| | Итого за семестр | 108.00 | 28 | - | 14 | | 2 | | - | 0.5 | | 63.50 | |

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. Проблема УТС и подходы к ее решению

1.1. Проблема УТС и подходы к ее решению

Проблема УТС. Возможные топливные циклы. Постановка задачи об энергобалансе в плазме, критерий Лоусона; различные подходы к получению термоядерной энергии. Вопросы удержания плазмы магнитным полем. Вопросы инерциального подхода в УТС. Современное состояние работ по УТС и перспективы термоядерной энергетики.

2. Равновесие плазмы в магнитном поле

2.1. Равновесие плазмы в магнитном поле

Равновесие плазмы в магнитном поле. Равновесие плазменного разряда с током. Равновесие тороидального плазменного разряда с током.

3. Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле

3.1. Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле

Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле. Плазменные неустойчивости. МГД – неустойчивость. Винтовая неустойчивость. Дрейфовая неустойчивость.

4. Процессы переноса в плазме

4.1. Процессы переноса в плазме

Процессы переноса в плазме. Процессы переноса в плазме без магнитного поля. Диффузия слабоионизованной плазмы без магнитного поля. Подвижность электронов и ионов в слабоионизованной плазме без магнитного поля. Проводимость плазмы. Диффузионный перенос в плазме с магнитным полем. Перенос поперек магнитного поля. Диффузия полностью ионизованной плазмы поперек магнитного поля. Об амбиполярной диффузии поперек магнитного поля. Термодиффузия. О процессах переноса в тороидальных магнитных конфигурациях. Запертые частицы и банановые траектории. Систематизация неустойчивостей. Микронеустойчивости плазмы и аномальная диффузия.

5. Радиационные потери энергии из плазмы

5.1. Радиационные потери энергии из плазмы

Циклотронное излучение. Тормозное излучение. Рекомбинационное излучение.

6. Методы нагрева плазмы

6.1. Методы нагрева плазмы

Методы нагрева плазмы. Нагрев плазмы инжекцией быстрых атомов. Волновые методы нагрева плазмы в термоядерных установках. Поддержание стационарного тока в токамаке.

7. Энергобаланс в термоядерном реакторе с магнитным удержанием

7.1. Энергобаланс в термоядерном реакторе с магнитным удержанием

Баланс частиц и энергии в термоядерном реакторе с магнитным удержанием плазмы.

8. Виды установок с магнитным удержанием

8.1. Виды установок с магнитным удержанием

Виды термоядерных установок с магнитным удержанием плазмы и их сравнительные характеристики.

3.3. Темы практических занятий

1. Сравнительные характеристики топливных циклов УТС;
2. Вопросы равновесия плазмы в магнитном поле;
3. Плазменные неустойчивости;
4. Диффузионные потери;
5. Волновые методы нагрева плазмы;
6. Энергобаланс в термоядерном реакторе с магнитным удержанием плазмы;
7. Виды установок: пинчи, открытые ловушки, токамак, стелларатор, обращенные магнитные конфигурации, левитроны и «Галатеи» Морозова;
8. Плазменные ускорители.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Проблема УТС и подходы к ее решению"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Равновесие плазмы в магнитном поле"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Процессы переноса в плазме"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Радиационные потери энергии из плазмы"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Методы нагрева плазмы"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Энергобаланс в термоядерном реакторе с магнитным удержанием"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Виды установок с магнитным удержанием"

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 | 8 | | |
| Знать: | | | | | | | | | | | |
| методы получения, удержания и нагрева плазмы в установках с магнитным удержанием плазмы | ИД-7 _{ПК-5} | | + | + | + | | | | | | Контрольная работа/Контрольная работа 2. Процессы переноса и методы нагрева плазмы |
| основные законы физики магнитного удержания термоядерной плазмы, используемые для решения проблемы УТС | ИД-7 _{ПК-5} | + | + | + | | | | | | | Контрольная работа/Контрольная работа 1. Равновесие и устойчивость плазмы в магнитном поле |
| Уметь: | | | | | | | | | | | |
| принимать обоснованные технические решения при проектировании и эксплуатации плазменных экспериментальных установок с магнитным удержанием плазмы | ИД-7 _{ПК-5} | | + | + | + | + | + | + | + | | Расчетно-графическая работа/Расчетное задание. Выполнение расчета энергобаланса в термоядерном реакторе-токамаке |
| выполнять расчеты количественных характеристик процессов, протекающих в термоядерном реакторе с магнитным удержанием плазмы, с применением существующих методов моделирования | ИД-7 _{ПК-5} | | + | + | + | + | | | | | Домашнее задание/Домашнее задание. Радиационные потери энергии из плазмы |

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: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа 1. Равновесие и устойчивость плазмы в магнитном поле (Контрольная работа)
2. Контрольная работа 2. Процессы переноса и методы нагрева плазмы (Контрольная работа)

Форма реализации: Выполнение задания

1. Расчетное задание. Выполнение расчета энергобаланса в термоядерном реакторе-токамаке (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Домашнее задание. Радиационные потери энергии из плазмы (Домашнее задание)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №8)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной 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. Тимофеев, А. В. Резонансные явления в колебаниях плазмы / А. В. Тимофеев . – 2-е изд., испр. и доп . – М. : Физматлит, 2009 . – 296 с. - ISBN 978-5-922110-43-3 .;
3. Кулыгин, В. М. Начала физики плазмы : Учебное пособие по курсу "Физика плазмы" направления "Техническая физика" / В. М. Кулыгин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2003 . – 107 с. - ISBN 5-7046-0972-4 .;
4. Голант, В. Е. Основы физики плазмы / В. Е. Голант, А. П. Жилинский, И. Е. Сахаров . – М. : Атомиздат, 1977 . – 384 с.;
5. Белокопытов, В. М. Элементы теории термоядерной плазмы : учебное пособие по курсам "Электродинамика систем заряженных частиц", "Физика плазмы" по направлению "Техническая физика" / В. М. Белокопытов, В. М. Кулыгин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – 2-е изд., испр . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 84 с. - ISBN 5-7046-1300-4 .;
6. 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 .;

7. А. А. Сковорода- "Магнитные ловушки для удержания плазмы", Издательство: "Физматлит", Москва, 2009 - (216 с.)
[https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69350.](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69350)

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
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
6. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
7. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
8. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
9. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
10. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
11. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
12. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
13. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
14. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
15. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
16. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru; http://docs.cntd.ru/>
17. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
18. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
19. 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 | Б-302, Специализированная учебная аудитория | парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, компьютер персональный, наборы демонстрационного оборудования |
| Учебные аудитории для проведения | Б-302, Специализированная | парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска |

| | | |
|---|---|---|
| практических занятий, КР и КП | учебная аудитория | маркерная, колонки, компьютер персональный, наборы демонстрационного оборудования |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Б-302, Специализированная учебная аудитория | парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, компьютер персональный, наборы демонстрационного оборудования |
| Помещения для самостоятельной работы | 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 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

Магнитное удержание плазмы

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа 1. Равновесие и устойчивость плазмы в магнитном поле (Контрольная работа)
 КМ-2 Контрольная работа 2. Процессы переноса и методы нагрева плазмы (Контрольная работа)
 КМ-3 Домашнее задание. Радиационные потери энергии из плазмы (Домашнее задание)
 КМ-4 Расчетное задание. Выполнение расчета энергобаланса в термоядерном реакторе-токамаке (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 14 |
| 1 | Проблема УТС и подходы к ее решению | | | | | |
| 1.1 | Проблема УТС и подходы к ее решению | | + | | | |
| 2 | Равновесие плазмы в магнитном поле | | | | | |
| 2.1 | Равновесие плазмы в магнитном поле | | + | + | + | + |
| 3 | Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле | | | | | |
| 3.1 | Устойчивость равновесной плазмы в магнитном поле | | + | + | + | + |
| 4 | Процессы переноса в плазме | | | | | |
| 4.1 | Процессы переноса в плазме | | | + | + | + |
| 5 | Радиационные потери энергии из плазмы | | | | | |
| 5.1 | Радиационные потери энергии из плазмы | | | | + | + |
| 6 | Методы нагрева плазмы | | | | | |
| 6.1 | Методы нагрева плазмы | | | | | + |
| 7 | Энергобаланс в термоядерном реакторе с магнитным удержанием | | | | | |
| 7.1 | Энергобаланс в термоядерном реакторе с магнитным удержанием | | | | | + |

| | | | | | |
|------------|---------------------------------------|----|----|----|----|
| 8 | Виды установок с магнитным удержанием | | | | |
| 8.1 | Виды установок с магнитным удержанием | | | | + |
| Вес КМ, %: | | 20 | 20 | 20 | 40 |