

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов»*

Факультет физико-математических и естественных наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины ЭЛЕКТРОДИНАМИКА ПЛАЗМЫ

Рекомендуется для направления(ий) подготовки (специальности(ей))

03.06.01 – Физика и астрономия

Направленность программ (профилей)

Профили:

«Физика плазмы»

Квалификация (степень) выпускника

Исследователь. Преподаватель-исследователь.

1. Цели и задачи дисциплины

Цели и задачи дисциплины: Целью курса является углубление и закрепление на более высоком математическом уровне знаний в области физики плазмы, полученных в специальных курсах бакалавриата и магистратуры, для их дальнейшего использования в практической деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина относится к вариативной части. Курс по выбору

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- владение фундаментальными знаниями в основных разделах физики плазмы, обладание навыками современных методов исследования, умение использовать информационно-поисковые системы в физике плазмы, а также владение техникой экспериментальных исследований ПК-3

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- фундаментальные понятия, законы, теории классической и современной электродинамики плазмы;
- порядки численных величин, характерные для различных разделов электродинамики;
- современные проблемы теплофизики, энергетики, физики земли, математики, для которых применимы методы электродинамики плазмы.

Уметь:

- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных, прикладных и технологических задач; делать правильные выводы из сопоставления результатов теории и эксперимента;
- производить численные оценки по порядку величины;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- видеть в технических задачах физическое содержание;
- осваивать новые предметные области, теоретические подходы и экспериментальные методики электродинамики плазмы.

Владеть:

- культурой постановки и моделирования физических задач;
- навыками грамотной обработки результатов экспериментов и сопоставления с теоретическими и литературными данными;

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов
Аудиторные занятия (всего)	40
В том числе:	-
<i>Лекции</i>	20
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	-
<i>Семинары (С)</i>	20
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	-
Самостоятельная работа (всего)	68
Общая трудоемкость	час
	зач. ед.
	108
	3

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

Название разделов (тем) дисциплины	Краткое содержание разделов (тем) дисциплины:
1. Основные представления электродинамики плазмы.	Уравнения Максвелла. Материальные уравнения.
2. Тензор комплексной проводимости и тензор диэлектрической проницаемости	Применительно к однородной и стационарной среде. Дисперсионное уравнение для электромагнитных волн.
3. Тензор энергии-импульса.	Вектор Пойнтинга. Уравнение сохранения энергии. Укороченные уравнения для квазимонохроматической волны.
4. Кинетические уравнения для плазмы.	Моменты функции распределения. Дрейфово-кинетическое уравнение. Уравнения для моментов.
5. Уравнения сохранения массы, импульса и энергии.	Уравнения для магнитного поля. Идеальная МГД. Вмороженность и диффузия магнитного поля.
6. Равновесие цилиндрического плазменного шнура.	Аксиально-симметричные конфигурации. Уравнение Шафранова-Грэда.
7. Спектры колебаний плазмы.	Спектры колебаний однородной изотропной плазмы. Спектры колебаний однородной магнитоактивной плазмы.
8. Взаимодействие пучков заряженных частиц с плазмой. Плазма во внешнем электрическом поле.	Эффекты связанные с взаимодействием пучков заряженных частиц с плазмой. Влияние внешнего электрического поля на плазму.

9. Пространственно-неоднородная плазма. Плазменный волновод.	Распространение электромагнитных волн в плазменном волноводе
---	--

5.2 Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практические занятия и лабораторные работы		СРС	Всего час.
			ПЗ/С	ЛР		
1.	Основные представления электродинамики плазмы. Тензор комплексной проводимости и тензор диэлектрической проницаемости Тензор энергии-импульса. Кинетические уравнения для плазмы.	5	5	-	17	27
2.	Уравнения сохранения массы, импульса и энергии. Взаимодействие пучков заряженных частиц с плазмой.	5	5	-	17	27
3.	Равновесие цилиндрического плазменного шнура. Спектры колебаний плазмы.	5	5	-	17	27
4.	Плазма во внешнем электрическом поле.	5	5		17	27
		20	20	-	68	108

6. Лабораторный практикум не предусмотрен

7. Структура курса

Количество аудиторных часов: 10 лекций по 2 аудиторных часа; 10 семинаров по 2 аудиторных часа. Всего: 40 аудиторных часов.

Самостоятельная работа: 68 часов.

Итого: 108 часов.

Темы занятий

1–2. Основные представления электродинамики плазмы. Уравнения Максвелла. Материальные уравнения.

3–4. Тензор комплексной проводимости и тензор диэлектрической проницаемости в случае однородной и стационарной среды. Дисперсионное уравнение для электромагнитных волн.

5–6. Тензор энергии-импульса. Вектор Пойнтинга. Уравнение сохранения энергии. Укороченные уравнения для квазимонохроматической волны.

7–8. Кинетические уравнения для плазмы. Моменты функции распределения. Дрейфово-кинетическое уравнение. Уравнения для моментов.

9–10. Уравнения сохранения массы, импульса и энергии. Уравнения для магнитного поля. Идеальная МГД. Вмороженность и диффузия магнитного поля.

11–12. Равновесие цилиндрического плазменного шнура. Аксиально-симметричные конфигурации. Уравнение Шафранова-Грэда.

13–14. Спектры колебаний однородной изотропной плазмы. Спектры колебаний однородной магнитоактивной плазмы.

15–16. Взаимодействие пучков заряженных частиц с плазмой. Плазма во внешнем электрическом поле.

17–18. Пространственно-неоднородная плазма. Плазменный волновод.

19–20. Квазилинейная теория плазмы. Основы нелинейной электродинамики плазмы.

Темы семинарских занятий

1–2. Электро- и магнитостатика. Квазистационарное приближение.

3–4. Начальная и граничная задачи. Затухание и нарастание волн

5–6. Тензор энергии-импульса Абрагама и тензор Минковского.

7–8. Модельные интегралы столкновений.

9–10. Уравнения Чу-Гольдбергера-Лоу.

11–12. Бессилловые конфигурации магнитного поля. Равновесие цилиндрического плазменного шнура.

13–14. Продольные колебания бесстолкновительной плазмы. Циклотронные волны в плазме.

15–16. Пучковая неустойчивость. Циклотронная неустойчивость. Параметрическое взаимодействие СВЧ электрического поля с плазмой.

17–18. Приближение геометрической оптики. Дрейфовые колебания слабо-неоднородной плазмы.

19–20. Рассеяние и трансформация волн в плазме. Нелинейное взаимодействие волн в плазме.

Учебно-тематический план

№ п/п	Наименование раздела	Лекц.	Практические занятия и лабораторные работы			СР С	Всего
			ПЗ/С	ЛР	из них в ИФ		
1.	Основные представления электродинамики плазмы. Уравнения Максвелла. Материальные уравнения	2	2		4	6	10
2.	Тензор комплексной проводимости и диэлектрической проницаемости в случае однородной и стационарной среды. Дисперсионное уравнение	2	2		4	6	10
3.	Тензор энергии-импульса. Вектор Пойнтинга. Уравнение сохранения энергии. Укороченные уравнения для квазимонохроматической волны	2	2		4	6	10
4.	Кинетические уравнения для плазмы. Моменты функции распределения. Дрейфово-кинетическое уравнение. Уравнения для моментов.	2	2		4	6	10
5.	Уравнения сохранения массы, импульса и энергии. Уравнения для магнитного поля. Идеальная МГД. Вмороженность и диффузия магнитного поля.	2	2		4	6	10
6.	Равновесие цилиндрического плазменного шнура. Аксиально-симметричные конфигурации.	2	2		4	6	10

	Уравнение Шафранова-Грэда.						
7.	Спектры колебаний однородной изотропной плазмы. Спектры колебаний магнитоактивной плазмы.	2	2		4	6	10
8.	Пространственно-неоднородная плазма. Плазменный волновод.	2	2		4	8	12
9.	Взаимодействие пучков заряженных частиц с плазмой. Плазма во внешнем электрическом поле.	2	2		4	8	12
10.	Квазилинейная теория плазмы. Нелинейная электродинамика плазмы.	2	2		4	10	14
	Итого:	20	20		40	68	108

Описание интерактивных занятий

№ п/п	Тема интерактивного занятия	Вид занятия	Трудоемкость (час.)
1.	Основные представления электродинамики плазмы. Уравнения Максвелла.	ПЗ беседа	4
2.	Тензор комплексной диэлектрической проницаемости. Дисперсионное уравнение	ПЗ беседа	4
3.	Тензор энергии-импульса. Вектор Пойнтинга. Уравнение сохранения энергии. Укороченные уравнения для квазимонохроматической волны.	ПЗ беседа	4
4.	Кинетические уравнения для плазмы. Моменты функции распределения. Дрейфово-кинетическое уравнение.	ПЗ беседа	4
5.	Уравнения сохранения массы, импульса и энергии. Идеальная МГД.	ПЗ беседа	4
6.	Аксиально-симметричные конфигурации. Уравнение Шафранова-Грэда.	ПЗ беседа	4
7.	Спектры колебаний однородной изотропной плазмы. Спектры колебаний магнитоактивной плазмы.	ПЗ беседа	4
8.	Пространственно-неоднородная плазма. Плазменный волновод.	ПЗ беседа	4
9.	Взаимодействие пучков заряженных частиц с плазмой. Плазма во внешнем электрическом поле.	ПЗ беседа	4
10.	Квазилинейная теория плазмы. Нелинейная электродинамика плазмы.	ПЗ беседа	4

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Мультимедийная аудитория или учебная аудитория с возможностью использования проектора и компьютерной техники для занятий по представлению презентационных материалов обучающимися. Компьютерные (дисплейные) классы с доступом к сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета для проведения обучающимися самостоятельной работы и проведения компьютерного тестирования обучающихся (при необходимости).

9. Информационное обеспечение дисциплины:

а) программное обеспечение:

- ОС Windows, MS Office (программа корпоративного лицензирования (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions), браузер Firefox (лицензия MPL-2.0) или браузер Chrome (лицензия Google Chrome Terms of Service); Adobe Reader (Adobe Software License Agreement).
- ОС Linux, офисный пакет LibreOffice (лицензия MPL-2.0), ПО для просмотра pdf (например, evince (лицензия GPL-2+ CC-BY-SA-3.0)).

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

- Электронная библиотека РГБ <http://www.rsl.ru/>
- Сайт библиотеки РУДН <http://lib.rudn.ru/>
- Springer/Kluwer <http://www.springerlink.com>. Журналы и книги издательства Springer/Kluwer охватывают различные области знания и разбиты на предметные категории.
- Taylor & Francis <http://www.informaworld.com>. Коллекция журналов насчитывает более 1000 наименований по всем областям знаний.
- Электронная библиотека <http://www.rsl.ru/>

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

Литература

основная:

1. Александров А.Ф., Кузелев М.В. Радиофизика. Физика электронных пучков и основы высокочастотной электроники: учебное пособие. М.: КДУ, 2007, 300 с.
2. Ю.В. Бобылев, М.В. Кузелев. Нелинейные явления при электромагнитных взаимодействиях электронных пучков с плазмой. М.: Физматлит, 2009, 456 с

дополнительная

1. Б.Б. Кадомцев. Коллективные явления в плазме. М.: Наука, 2008.
2. Н. Кролл, А. Трайвелпис. Основы физики плазмы. М.: Мир, 1975
3. Л.М. Горбунов. Введение в электродинамику плазмы. М.: Изд. УДН, 1990
4. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Электродинамика сплошных сред. М.: 2003
5. Александров А.Ф., Кузелев М.В. Радиофизика. Физика электронных пучков и основы высокочастотной электроники: учебное пособие. М.: КДУ, 2007, 300 с.
6. базы данных, информационно-справочные и поисковые системы <http://www.physics.ucla.edu/plasma-exp/> – основы физики плазмы.

2. УЧЕБНИК

А.Ф. Александров, Л.С. Богданкевич, А.А. Рухадзе. Основы электродинамики плазмы. М.: Изд. Высшая школа, 1988.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Организационно-методическое построение курса.

Курс состоит из лекций, практических занятий (семинаров), предусмотрено проведение консультаций. Лекции проводятся в интерактивном режиме – слушатели вовлекаются в дискуссию методом постановки вопросов по представленному материалу, а также по материалу, отвечающему базовому уровню подготовки. Вопросы формулируются в форме, провоцирующей активную реакцию слушателей.

Формат семинара – разбор материала, данного слушателям для самостоятельной проработки с целью лучшего усвоения и закрепления полученных знаний, а также для получения опыта их практического использования. Материал имеет форму практических задач, решение которых требует как аналитических, выкладок так иногда и ограниченного компьютерного моделирования. Семинар проходит в дискуссионной форме и носит характер мастер-класса.

Промежуточная аттестация в течение семестра проводится в виде теста по пройденному материалу. В конце семестра – экзамен в письменной форме. Экзаменационная задание содержит только задачи, решение которых требует активного использования полученных в течение семестра знаний. После собеседования выставляется итоговая оценка.

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Электродинамика плазмы» (оценочные материалы), включающие в себя перечень компетенций с указанием этапов их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, разработаны в полном объеме и доступны для обучающихся на странице дисциплины в ТУИС РУДН.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Руководитель направления 03.06.01 «Физика и астрономия»

Директор института физических исследований и технологий,

д.ф.-м.н., профессор



О.Т. Лоза