

Таджикский национальный университет
Физический факультет
Кафедра теоретической физики



СИЛЛАБУС (РАСШИРЕННАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА)
ПО СПЕЦИАЛЬНОМУ КУРСУ НЕЛИНЕЙНАЯ
ЭЛЕКТРОДИНАМИКА ПЛАЗМЫ ДЛЯ СТУДЕНТОВ 4-ГО
КУРСА СПЕЦИАЛЬНОСТИ 31040103 – «ФИЗИКА»

**Предмет: Нелинейная электродинамика плазмы
курс 4, семестр 8**

Специальность: 31040103 - «Физика»

Общее количество кредитов и учебных часов: 192 часов (8 кредит)

лекция –48 часов (2 кредит)

практическое занятие (СРСП)–48 часов (2 кредит)

спец.лаб. –48 часов (2 кредит)

СРС - 48 часов (2 кредит)

Душанбе - 2025

Силлабус (расширенная рабочая программа) составлен профессором кафедры теоретической физики Солиховым Д.К. для студентов 4-го курса специальности 31040103 – «физика».

Ф.И.О. преподавателя	Курс	4	Расписание занятий
Рахими Фарход	Семестр	8	
	Кредит	8	
Адрес преподавателя: г. Душанбе, Таджикский национальный университет, «Студенческий городок», физический факультет.	Лекция	2	
	СРСП	2	
	Спец. лаб	2	
	СРС	2	
	Приём СРС		
	Форма итогового контроля	Экзамен	

Силлабус (расширенная рабочая программа) составлен на основе государственного стандарта высшего профессионального образования Республики Таджикистана, утверждённый Министерством образования и науки Республики Таджикистана 11.06.2005 г., Положение о кредитной системе обучения в высших учебных заведениях Республики Таджикистана (Постановление совета Министерство образования и науки Республики Таджикистана от 30.12.2016, № 19/24) и государственного образовательного стандарта специальности 31040103 – «физика».

Силлабус (расширенная рабочая программа) утвержден на заседании кафедры протокол № 7 от «24» 01 2025г.

Заведующий кафедрой



Одилов О.Ш.

Утверждена методическим советом физического факультета протокол № 5 от «25» 01 2025г.

Председатель НМС физического факультета



Истамов Ф.



ГЛАВА I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Спецкурс «Нелинейная электродинамика плазмы» входит в учебный план специальности «физика» физического факультета и занимает особое место в формировании студента как высококвалифицированного специалиста. В ходе преподавания курса даются сведения о нелинейных процессах в плазме и взаимодействии частиц с высокотемпературной плазмой и др.

1.2. Краткое описание предмета

В спецкурсе представлено взаимодействие трех волн, начальные и краевые задачи нелинейной электродинамики. Также определены различные типы параметрических неустойчивости. В нелинейной электродинамике представлены понятия нелинейного роста электрической проницаемости, стрикционной силы, а также нелинейных волн и солитонов.

1.3. Цель и задачи предмета

Основной целью данного курса является формирование у студентов первоначальных представлений о нелинейном взаимодействии трех волн, начальные и краевые задачи нелинейной электродинамики, объяснение им природы взаимодействия частиц в плазме, а также математическое описание основных закономерностей природы. Студент должен иметь знания об элементарных плазменных процессах и линейных процессах.

Задачи курса:

- объяснение основных понятий нелинейной электродинамики плазмы;
- объяснение сущности физических законов, действующих в нелинейной электродинамике плазмы;
- способствовать формированию умений и навыков учащихся при изучении естественных наук;
- объяснить роль и связь данного курса с другими естественными науками (физикой, химией и биологией)..

1.4. Пререквизиты: (связь дисциплины с другими предметами, осваиваемыми студентом) предметы освоенные студентом в период обучения в общеобразовательном учреждении среднего образования: биология, химия, математика, информатика.

1.5. Постреквизиты: (связь дисциплины с другими предметами, которые студент изучает в период обучения): теоретическая механика, электродинамика, квантовая механика, статистическая физика и т.д.

1.6. Основные требования к разделам предмета и его изучению:

1.6.1. Требования к владению предметом (профессиональные навыки).

В результате изучения дисциплины студент должен:

- освоить основные понятия нелинейной электродинамики плазмы;
- овладеть математическим аппаратом физических явлений;
- понять сущность существующих закономерностей, возникающих в нелинейной электродинамике плазмы;
- иметь представление о физической картине мира;
- уметь решать поставленные физические задачи.

Форму урока – лекция, практические аудиторные занятия, подготовка докладов к конференции, самостоятельная текущая работа, выполнение индивидуальных заданий для каждой темы

Методы обучения – решение заданий, подготовка докладов, выполнение самостоятельных работ, дискуссия, прием тестов и т.д.

ГЛАВА II. КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ТЕМЫ СПЕЦИАЛЬНОГО КУРСА

Общее количество кредитов 8 кредит (192 часов)
Аудиторные лекционно-теоретические занятия – 48 часов
Аудиторные практические занятия – 48 часов
Специальные лабораторные работы
Самостоятельные работы студентов – 48 часов

2.1. Общий календарный план темы учебного предмета

Содержание темы

№	Неделя	Наименование тем и параграфов	Аудиторные занятия			СРС	Всего	Литература
			Лекция	СРС	Спец.лаб			
1.	I	Тема 1. Нелинейное материальное уравнение.	3	3	3	3	12	1-5
2.	II	Тема 2. Основные нелинейные процессы.	3	3	3		12	1-5
3.	III	Тема 3. Взаимодействие трех волн.	3	3	3	3	12	1-5
4.	IV	Тема 4. Приближение заданного поля.	3	3	3		12	1-5
5.	V	Тема 5. Краевая задача в приближении заданного поля.	3	3	3	3	12	1-5
6.	VI	Тема 6. Параметрические неустойчивости.	3	3	3	3	12	1-5
7.	VII	Тема 7. Нелинейное взаимодействие волн с случайными фазами.	3	3	3	3	12	1-5
8.	VIII	Тема 8. Основные нелинейные процессы в плазме.	3	3	3	3	12	1-5
9.	IX	Тема 9. Одночастичной модел плазмы в квадратичном приближении.	3	3	3	3	12	1-5
10.	X	Тема 10. Ток увлечения.	3	3	3	3	12	1-5
11.	XI	Тема 11. Нелинейная диэлектрическая проницаемость плазмы.	3	3	3	3	12	1-5
12.	XII	Тема 12. Процессы взаимодействия трех волн в плазме.	3	3	3	3	12	1-5
13.	XIII	Тема 13. Пондеромоторные(стриксионные) силы.	3	3	3	3	12	1-5
14.	XIV	Тема 14. Параметрические неустойчивости в плазме.	3	3	3	3	12	1-5
15.	XV	Тема15. Нелинейные волны.	3	3	3	3	12	1-5
16.	XVI	Тема 16. Солитони.	3	3	3	3	12	1-5
<i>Всего:</i>			48	48	48	48	192	

2.2 Содержание глав темы спецкурса

- Тема 1. Нелинейное материальное уравнение.
- Тема 2. Основные нелинейные процессы.
- Тема 3. Взаимодействие трех волн.
- Тема 4. Приближение заданного поля.
- Тема 5. Краевая задача в приближении заданного поля.
- Тема 6. Параметрические неустойчивости.
- Тема 7. Нелинейное взаимодействие волн со случайными фазами.
- Тема 8. Основные нелинейные процессы в плазме.
- Тема 9. Одночастичной модел плазмы в квадратичном приближении.
- Тема 10. Ток увлечения.
- Тема 11. Нелинейная диэлектрическая проницаемость плазмы.
- Тема 12. Процессы взаимодействия трех волн в плазме.
- Тема 13. Пондеромоторные(стриксионные) силы.
- Тема 14. Параметрические неустойчивости в плазме.
- Тема15. Нелинейные волны.
- Тема 16. Солитони.

2.3 Содержание самостоятельной работы студента

Самостоятельная работа студента как его самостоятельное занятие в освоения образовательной программы спецкурса по темам и заданиям, полностью обеспечивается учреждением высшего профессионального образования (факультетом) учебно-методическими литературами и инструкциями. Самостоятельная работа студента в условиях реализации кредитной системы обучения осуществляется в двух формах:

- самостоятельная работа студента под руководством преподавателя (СРСП);
- самостоятельная работа студента (СРС)

Содержание СРСП

Самостоятельная работа студента под руководством преподавателя осуществляется в виде контрольных заданий, рефератов, домашних задания, презентаций собранных материалов, защиты курсовых работ (проектов), отчетов и др. и оценивается учителем.

Тема	Недел я	Содержание практических занятий (СРСП)
Тема 1. Нелинейное материальное уравнение.	I	Вывод нелинейных материальных уравнений.
Тема 2. Основные нелинейные процессы.	II	Нелинейные укороченные уравнения.
Тема 3. Взаимодействие трех волн.	III	Условия слияния и распада волн.
Тема 4. Приближение заданного поля.	IV	Начальная задача.
Тема 5. Краевая задача в приближении заданного поля.	V	Граничная задача.
Тема 6. Параметрические неустойчивости.	VI	Параметрический резонанс.
Тема 7. Нелинейное взаимодействие волн с случайными фазами.	VII	Вывод кинетического уравнения для квантов.
Тема 8. Основные нелинейные процессы в плазме.	VIII	Возбуждение второй гармоники.
Тема 9. Одночастичной модел плазмы в квадратичном приближении.	IX	Численный расчет для одночастичной модели плазмы.
Тема 10. Ток увлечения.	X	Численный расчет тока увлечения.
Тема 11. Нелинейная диэлектрическая проницаемость плазмы.	XI	Полуние выражения для нелинейной диэлектрической проницаемости плазмы.
Тема 12. Процессы взаимодействия трех волн в плазме.	XII	Обсуждение возможные трехволновые взаимодействия в изотропной плазме.
Тема 13. Пондеромоторные (стриксионные) силы.	XIII	Получение выражения для силы Миллера.
Тема 14. Параметрические неустойчивости в плазме.	XIV	Обсуждение плазменные неустойчивости и их последствия.
Тема 15. Нелинейные волны.	XV	Обсуждение нелинейные ионо-звуковые волны.
Тема 16. Солитоны.	XVI	Получение солитонных решений.

2.4 Содержание Специальной лаборатории

Специальная лаборатория представляет собой исследование обучающегося по реализации образовательной программы спецкурса по специальным темам и задачам и полностью обеспечена учреждением высшего профессионального образования (факультетом) учебно-методической литературой и инструкциями.

Содержимое специальной лаборатории

Специальная лаборатория для студента реализуется в виде конкретных задач и т. д. и оценивается преподавателем.

Лабораторная работа №	недел и	Содержание лабораторных занятий
1. Основные понятия плазмы.	I	Решение задач и проведение численных расчетов.
2. Показатель преломления для первой поляризации.	II	Решение задач и проведение численных расчетов.
3. Показатель преломления для обыкновенных волн.	III	Решение задач и проведение численных расчетов.
4. Проницаемость для поперечных волн.	IV	Решение задач и проведение численных расчетов.
5. Дисперсионные соотношения для продольных магнитогидродинамических волн.	V	Решение задач и проведение численных расчетов.
6. Условия возбуждения электромагнитных волн.	VI	Решение задач и проведение численных расчетов.
7. Уравнения диффузии.	VII	Решение задач и проведение численных расчетов.
8. Скорость течения вязкой плазмы.	VIII	Решение задач и проведение численных расчетов.
9. Плазменная частота в общей теории.	IX	Решение задач и проведение численных расчетов.
10. Диэлектрическая проницаемость в модели независимых частиц.	X	Решение задач и проведение численных расчетов.
11. Скин-эффект.	XI	Решение задач и проведение численных расчетов.
12. Уравнения гидродинамики для неоднородной плазмы.	XII	Решение задач и проведение численных расчетов..
13. Энергия плазмы в конечном цилиндре.	XIII	Решение задач и проведение численных расчетов.
14. Кинетический модел плазмы.	XIV	Решение задач и проведение численных расчетов.
15. Двухжидкостная гидродинамика. Ионный звук.	XV	Решение задач и проведение численных расчетов.
16. Дисперсионные соотношения для поперечных магнитогидродинамических волн	XVI	Решение задач и проведение численных расчетов.

2.5 Содержание СРС

Самостоятельная работа студента (СРС) представляет собой активный и целенаправленный способ приобретения знаний, развития его продуктивных умений и навыков без активного участия в этом процессе преподавателя. Все виды самостоятельной работы студентов являются обязательными и контролируются. Самостоятельная работа студента обеспечивает подготовку студента к текущим урокам. Результат самостоятельной работы студента выражается в активном участии в лекционно-теоретических и практических занятиях, семинарах, лабораторных работах и сдаче зачетных и других форм. Оценка, полученная в результате самостоятельной работы студентов, является основанием для общей оценки усвоения ими учебных предметов. Подведение итогов и оценка самостоятельной работы студента проводится периодически в присутствии всех студентов академической группы. Результаты самостоятельной работы студента учитываются при проведении итоговой аттестации по учебному предмету.

Способы выполнения самостоятельной работы студента на основе образовательной программы Спецкурса «Нелинейная электродинамика плазмы» и учебного плана данной специальности устанавливаются следующим образом:

Наименование темы	Задание	Срок	Выполнение заданий
		выполне ня	
Тема 1. Нелинейное материальное уравнение.	Домашнее задание – Решение задач и проведение численных расчетов.	Неделя	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы

Тема 2. Основные нелинейные процессы.	Домашнее задание – Решение задач и проведение численных расчетов.	Неделя 2	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 3. Взаимодействие трех волн.	Домашнее задание – Решение задач и проведение численных расчетов.	Неделя 3	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 4. Приближение заданного поля.	Домашнее задание – Решение задач и проведение численных расчетов.	Неделя 4	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 5. Краевая задача в приближении заданного поля.	Домашнее задание – Решение задач и проведение численных расчетов.	Неделя 5	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 6. Параметрические неустойчивости.	Домашнее задание – Решение задач и проведение численных расчетов.	Неделя 6	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 7. Нелинейное взаимодействие волн с случайными фазами.	Домашнее задание – Решение задач и проведение численных расчетов.	Неделя 7	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 8. Основные нелинейные процессы в плазме.	Домашнее задание – Решение задач и проведение численных расчетов.	Неделя 8	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 9. Одночастичной модел плазмы в квадратичном приближении.	Домашнее задание – Решение задач и проведение численных расчетов.	Неделя 9	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 10. Ток увлечения.	Домашнее задание – Решение задач и проведение численных расчетов.	Неделя 10	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 11. Нелинейная диэлектрическая проницаемость плазмы.	Домашнее задание – Решение задач и проведение численных расчетов.	Неделя 11	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 12. Процессы взаимодействия трех волн в плазме.	Домашнее задание – Решение задач и проведение численных расчетов.	Неделя 12	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 13. Пондеромоторные(стриксионы) силы.	Домашнее задание – Решение задач и проведение численных расчетов.	Неделя 13	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 14. Параметрические неустойчивости в плазме.	Домашнее задание – Решение задач и проведение численных расчетов.	Неделя 14	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 15. Нелинейные волны.	Домашнее задание – Решение задач и проведение численных расчетов.	Неделя 15	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы
Тема 16. Солитоны.	Домашнее задание – Решение задач и проведение численных расчетов.	Неделя 16	Предоставление письменного отчета и ответы на вопросы

ГЛАВА III. КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ

К критериям оценки знаний относятся логичность изложения ответа, умение анализировать, активное участие на занятиях.

На результат оценки также будут влиять невыполнение задания, пропущенные без уважительных причин занятия, неподобающее поведение во время занятий.

При посещении занятий следует соблюдать следующие правила:

1. Не опаздывать на занятия.
2. Не пропускать занятия без уважительной причины.
3. Пропущенные занятия отрабатывать в указанное преподавателем время.
4. Активно участвовать на занятиях, добросовестно выполнять все задания.

5. Согласно календарному графику учебного процесса вовремя сдавать все виды контрольных заданий.
6. Не выходить из аудитории без разрешения преподавателя.
7. Выключать сотовые телефоны и плееры.
8. Вести себя подобающе, соблюдать этику поведения в общественном месте.

Оценка, выставляемая за предмет, представляет собой сумму баллов, полученных в течение недели, и результата итогового экзамена. Очки начисляются следующим образом:

№	Форма контроля	Недели и минимальное количество баллов																ТЭ	Σ балл	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
1	За активность на лекциях	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		64	
2	За выполненную работу (семинар, практику и т.д.)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		96	
3	За выполненные работы СРС	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5		40	
4	В недели	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5		200	
Всего																			100	300

Общий балл по предмету рассчитывается по следующей формуле:

$$ИЭ = \frac{ПЭ_1 + ПЭ_2}{2} \cdot 0,5 + ТЭ \cdot 0,5.$$

ИЭ – итоговый экзамен,

ПЭ – промежуточный экзамен,

ТЭ – текущий экзамен.

ГЛАВА IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Литература

1. Горбунов Л.М. Введение в электродинамику плазмы. М: Издательство университета дружба народов, 1990.
2. Александров А.Ф., Богданкевич Л.С., Рухадае А.А. Основы электродинамики плазмы. – М.: Высш.шк., 1978.
3. Арцимович Л.А., Сагдеев Р.З. Физика плазмы для физиков. – М.: Атомиздат, 1979.
4. Галеев А.А., Сагдеев Р.З. Нелинейная теория плазмы// Вопросы теории плазмы. – М.:Атомиздат.-1973. – Вып.7, с.3-145.
5. Горбунов Л.М. Гидродинамика плазмы в сильном высокочастотном поле//Успехи физических наук. -1973. – Т.109. – с.631-667.