

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Саровский физико-технический институт -

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Радиофизика и электроника»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФТФ,

член-корреспондент РАН

_____ **А.К. Чернышев**

« ____ » _____ **2022 г.**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Волны и неустойчивости в плазме

наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность)	<u>11.04.04 Электроника и нанoeлектроника</u>
Наименование образовательной программы	<u>Электронные приборы и устройства</u>
Квалификация (степень) выпускника	<u>магистр</u>
Форма обучения	<u>очная</u>

Программа одобрена на заседании кафедры

протокол № 3 от 17.12.2021г.

Зав. кафедрой РФЭ

д.т.н., доцент

_____ **Д.Б. Николаев**

« ____ » _____ **2022г.**

г. Саров, 2022 г.

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202____/202____ учебный год.
Заведующий кафедрой РФЭ, д.т.н., доцент Д.Б. Николаев

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202____/202____ учебный год.
Заведующий кафедрой РФЭ, д.т.н., доцент Д.Б. Николаев

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202____/202____ учебный год.
Заведующий кафедрой РФЭ, д.т.н., доцент Д.Б. Николаев

Программа переутверждена на 202____/202____ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ на 202____/202____ учебный год.
Заведующий кафедрой РФЭ, д.т.н., доцент Д.Б. Николаев

Семестр	В форме практической подготовки	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	КР/КП	Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗСО/
3		5	180	16	32	-	96		Экзамен
ИТОГО		5	180	16	32	-	96		36

АННОТАЦИЯ

Учебная дисциплина «Волны и неустойчивости в плазме» предполагает изучение элементарных и коллективных процессов, происходящих в плазме. Цель, а также развитие навыков проведения экспериментов в специализированных лабораториях. Основной целью дисциплины «Волны и неустойчивости в плазме» является формирование базового уровня специальных теоретических и практических знаний, которые обеспечили бы возможность применять современные теоретические концепции в области физики волновых процессов в плазме.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Волны и неустойчивости в плазме» имеет цель – формирование у студентов профессиональных компетенций, связанных с использованием современных теоретических концепций в области физики волновых процессов в плазме. Основной акцент делается на развитие умений, основанных на полученных теоретических знаниях, позволяющих на творческом уровне создавать и применять физические модели для решения задач, связанных с линейными и нелинейными волновыми процессами в космической плазме. Задачами курса является получение студентами навыков самостоятельной исследовательской работы, предполагающей изучение специфических методов решения задач физики волновых процессов в средах с дисперсией, а также получение практических навыков использования данных современных космических экспериментов для решения волновых задач физики космической плазмы.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Волны и неустойчивости в плазме» является продолжением изучения курса общей радиотехники, электротехники, физических основ электроники СВЧ, электродинамики и микроволновой техники, компьютерного моделирования и проектирования электронных приборов и устройств. Знания и практические навыки, полученные в курсе «Волны и неустойчивости в плазме» используются обучаемыми при разработке курсовых и дипломных работ. Для успешного освоения дисциплины необходимы знания по курсам общей физики и математики. Необходимо знать дифференциальное и интегральное исчисление, основы теории цепей, основы радиотехники и электротехники, физики плазмы. Необходимо ориентироваться в задачах радиофизики и радиотехники, электродинамики и микроволновой техники.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский и инновационный			
Сбор, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи	Материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, проектирования и конструирования, математические модели, алгоритмы решения типовых задач, современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и нанoeлектроники	ПК-1 способен формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач Профессиональный стандарт «40.008. Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами» А/01.6. Разработка и организация выполнения мероприятий по тематическому плану	З-ПК-1 Знать: современное состояние, тенденции и перспективы развития электроники, нанoeлектроники и смежных областей науки и техники. У-ПК- Уметь: формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники, нанoeлектроники, физики конденсированных сред и других смежных областей науки и техники В-ПК-1 Владеть: навыками обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач в области электроники и нанoeлектроники
		ПК-6 Способен использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического и компьютерного моделирования в теоретических и расчетно- экспериментальных исследованиях Профессиональный стандарт «40.008. Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно- конструкторскими работами» В/03.6. Организация анализа и оптимизации процессов управления жизненным циклом проектирования научно-исследовательских и опытно- конструкторских работ	З З-ПК-6 Знать: основные законы высшей математики, физики конденсированных сред и других естественнонаучных дисциплин. У-ПК-6 Уметь: использовать основные законы физики конденсированных сред, методы высшей математики в теоретических и расчетно-экспериментальных исследованиях по электронике и нанoeлектронике. В-ПК-6 Владеть: навыками математического и компьютерного моделирования в исследованиях по электронике и нанoeлектронике.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ*

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	№ недели	Виды учебной работы					Текущий контроль (форма)*	Максимальный балл (см. п. 6.3)
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы	СРС			
			16	32		96			
Семестр № 1									
1.	Общие понятия о плазме. Элементарные процессы в плазме		8	16		48			
1.1.	Тема 1		2	4		12	УО	2	
1.2.	Тема 2		2	4		12	УО	2	
1.3	Тема 3		2	4		12	УО	3	
1.4	Тема 4		2	4		12	УО	3	
Рубежный контроль		8						УО	10
2.	Неустойчивости в плазме		8	16		48			
2.1.	Тема 5		2	4		12	УО	3	
2.2.	Тема 6		2	4		12	УО	3	
2.3.	Тема 7		2	4		12	УО	4	
2.4.	Тема 8		2	4		12	УО	5	
Рубежный контроль		16 (15)						Тест	10
Промежуточная аттестация			Зач				36	0 - 50	
Посещаемость									5
Итого:								100	

*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

УО – устный опрос

Контр. – контрольная работа

Тест – тестирование (письменный опрос)

ДЗ – домашнее задание

РГР – расчетно-графическая работа

Э/Зач/ЗсО – экзамен/зачет/зачет с оценкой и др.

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Общие понятия о плазме. Элементарные процессы в плазме	
1.1.	Тема 1	Введение. Понятие плазмы. Плазма в природе и лаборатории. Плазменная частота. Экранировка зарядов и дебаевская длина экранирования (Теория Дебая-Хюккеля).
1.2.	Тема 2	Изотермическая (равновесная) плазма. Уравнение Саха.
1.3.	Тема 3	Элементарные процессы в плазме. Понятие сечения.
1.4.	Тема 4	Парная рекомбинация положительного и отрицательного ионов. Прилипание электрона. Диссоциативная рекомбинация электрона и молекулярного иона.
2.	Неустойчивости в плазме	
2.1.	Тема 5	Кулоновские столкновения. Кулоновский логарифм. Кулоновское сечение и частота потери направленного импульса.
2.2.	Тема 6	Плазма во внешнем электрическом поле. Движение электронов и ионов в газе во внешних полях. Дрейф и подвижность электронов и ионов в постоянном электрическом поле.
2.3.	Тема 7	Нелинейные явления и неустойчивости в плазме. Виды неустойчивостей плазмы. Неустойчивость плазменного шнура в магнитном поле (перетяжки и изгибы), стабилизация внешним магнитным полем.
2.4.	Тема 8	Пучковая неустойчивость. Буннемановская (двухпотоковая) неустойчивость. Уединенные волны.

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Общие понятия о плазме. Элементарные процессы в плазме	
1.1.	Тема 1	Диаграмма состояний плазмы в различных условиях. Классификация плазмы: высоко- и низко-температурная, изотермическая и т.д.
1.2.	Тема 2	Идеальность плазмы, критерии неидеальности. Примеры плазмы. Генераторы плазмы.
1.3	Тема 3	Расходимость статистических сумм атома, методы ограничения статистических сумм в плазме. Снижение потенциала ионизации.
1.4	Тема 4	Ионизационные процессы при столкновении атомов и молекул в основном и возбужденном состояниях, реакция Пеннинга, ассоциативная ионизация.
1.5.	Тема 5	Ионизация электронным ударом. Ступенчатая ионизация атома электронным ударом. Фотоионизация.
1.6.	Тема 6	Упругие столкновения частиц, частота упругих соударений и транспортная частота. Неупругие столкновения.
1.7	Тема 7	Возбуждение, метастабильные частицы. Диссоциация. Резонансная перезарядка.
1.8	Тема 8	Тройная рекомбинация электронов и ионов. Тройная рекомбинация положительных и отрицательных ионов в газе. Кинетические уравнения образования и гибели. Уравнение диффузии.
2.	Неустойчивости в плазме	
2.1.	Тема 9	Время максвеллизации и выравнивания энергии в при электрон-электронных и электрон-ионных взаимодействиях.
2.2.	Тема 10	Электропроводность частично и полностью ионизованной плазмы. Баланс энергий в плазме.
2.3.	Тема 11	Средняя энергия электронов в газе, находящемся во внешнем поле. Неизотермическая плазма. Свободная и амбиполярная диффузия заряженных частиц.
2.4.	Тема 12	Ионизационно-перегревная неустойчивость газового разряда, контракция газового разряда, методы стабилизации.
2.5	Тема 13	Роль нелинейных явлений в плазме. Взаимодействие плазменных колебаний с электронами плазмы.
2.6	Тема 14	Парадокс Ленгмюра, затухание Ландау.
2.7	Тема 15	Солитоны и автоволны. Уравнение Кортевега-де-Вриза. Ленгмюровский солитон в плазме.
2.8	Тема 16	Нелинейный ионный звук. Эффект Гана.

4.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов

1. Методические указания по выполнению тестовых и практических заданий по дисциплине «Волны и неустойчивости в плазме» / СарФТИ НИЯУ МИФИ, Саров, 2020.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Раздел	Темы занятий	Компетенция	Индикаторы освоения	Текущий контроль, неделя
Семестр 3				
Раздел 1	Тема 1.	ПК-1	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	УО - 1
	Тема 2.		З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	УО - 3
	Тема 3.	ПК-6	З-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	УО - 5
	Тема 4.		З-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	УО - 7
Рубежный контроль		ПК-1 ПК-6	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1 З-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	УО – 7
Раздел 2	Тема 5.	ПК-1	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	УО - 9
	Тема 6.		З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1	УО - 11
	Тема 7.	ПК-6	З-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	УО - 13
	Тема 8.		З-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	УО - 15
Рубежный контроль		ПК-1 ПК-6	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1 З-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	Тест – 15 (16)
Промежуточная аттестация		ПК-1 ПК-6	З-ПК-1; У-ПК-1; В-ПК-1 З-ПК-6; У-ПК-6; В-ПК-6	Зачет

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.2.1. Примерные вопросы к экзамену или зачету

а) типовые вопросы (задания):

1. Плазма в природе и лаборатории.
2. Плазменная частота.
3. Экранировка зарядов и дебаевская длина экранирования.
4. Уравнение Саха.
5. Расходимость статистических сумм, методы ограничения статистических сумм в уравнении Саха.
6. Упругие столкновения частиц. Сечение и частота упругих соударений и передачи импульса.
7. Кулоновские столкновения.
8. Основные элементарные процессы в плазме: ионизации, рекомбинации, диффузии.
9. Образование и рекомбинация заряженных частиц в плазме.
10. Двухжидкостная гидродинамическая модель плазмы. Примеры.
11. Дрейф и подвижность электронов и ионов в постоянном электрическом поле.
12. Электропроводность частично ионизованной плазмы.
13. Электропроводность полностью ионизованной плазмы.
14. Средняя энергия электронов в газе, находящемся во внешнем поле.
15. Неизотермическая плазма. Баланс энергий в плазме.
16. Амбиполярная диффузия заряженных частиц.
17. Вмороженность магнитного поля в плазму.
18. Диффузия магнитного поля в плазме.
19. Прохождение электронного пучка через газ и плазму.
20. Ионизационное размножение, лавина. Пробой газов низкого давления.
21. Таунсендовский механизм пробоя, ионизационные коэффициенты.
22. Закон Пашена для пробоя газов.
23. Пробой газов при высоком давлении. Самоторможение лавин. Стример.
24. Стример в длинных промежутках, стримерная корона, лидер, искровой канал.
25. Молния. Шаровая молния и ее модели.
26. Пробой в высокочастотном поле. Оптический пробой.
27. Тлеющий разряд. Структура тлеющего разряда, катодный слой, положительный столб. Теория Шоттки.
28. Изотермическая (равновесная) плазма. Электрическая дуга.
29. Альфвеновские волны.
30. Ионный звук.
31. Прохождение поперечных электромагнитных волн через плазму, “отсечка”.
32. Виды неустойчивостей плазмы.
33. Ионизационно-перегревная неустойчивость. Контракция газового разряда.
34. Взаимодействие плазменных колебаний с электронами плазмы. Парадокс Ленгмюра. Затухание Ландау.
35. Пучковая неустойчивость.
36. Буннемановская неустойчивость.
37. Солитоны. Уравнение Кортевега-де Вриза.
38. Ленгмюровский солитон в плазме.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

балльно-рейтинговая система

в) описание шкалы оценивания:

приведено в п 5.3.

5.2.2. Примерные вопросы для устного опроса

а) типовые задания (вопросы) - образец:

1. На основе уравнений геометрической оптики доказать, что время распространения высокочастотной электромагнитной волны вблизи максимума электронной плотности в ионосфере логарифмически стремится к бесконечности при приближении частоты волны к максимальной плазменной частоте.

2. Показать, что для квазирезонансных свистовых волн групповая скорость перпендикулярна волновому вектору.

3. Как меняется кинетическая энергия захваченной по фазе резонансной частицы, взаимодействующей со свистовой волной, распространяющейся вдоль внешнего неоднородного магнитного поля, при движении частицы от экватора к полюсу.

4. На основе критерия Лайтхилла доказать, что нелинейность, связанная с силой высокочастотного давления электромагнитного поля, приводит к самофокусировочной неустойчивости электромагнитной волны в плазме.

5. Получить выражение для не равного нулю угла между волновым вектором и внешним магнитным полем (угла Жандрэна), для которого групповая скорость свистовой волны направлена вдоль внешнего магнитного поля. При каком условии такой угол существует?

6. Получить выражение для экваториального питч-угла конуса потерь в магнитной ловушке с пробочным отношением K . Пробочным отношением называется отношение максимального значения магнитного поля в магнитной пробке к минимальному значению поля в центре ловушки.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

балльная система

в) описание шкалы оценивания:

правильный ответ – весовой коэффициент оценки в баллах, неправильный ответ – 0 баллов.

5.2.3. Наименование оценочного средства (тест)

а) типовые задания (вопросы) - образец:

1. Если наземный приемник не находится в зоне прямой видимости наземного передатчика, то для осуществления радиосвязи используется не прямой сигнал от передатчика, а сигнал, отраженный от ионосферы. Считая максимальную концентрацию электронов в ионосфере равной $3 \times 10^9 \text{ см}^{-3}$, оценить максимальную допустимую частоту высокочастотного передатчика, которую можно использовать для радиосвязи с наземным приемником.

2. Доказать теорему Стори, устанавливающую максимальный угол отклонения низкочастотной свистовой волны от направления внешнего магнитного поля.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

балльная система

в) описание шкалы оценивания:

правильный ответ – весовой коэффициент оценки в баллах, неправильный ответ – 0 баллов.

5.3. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. М.: Интеллект, 2009.
2. Фортов В.Е., Храпак А.Г., Якубов И.Т. Физика неидеальной плазмы. М.: Физматлит, 2010.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том VIII. Электродинамика сплошных сред. М.: Физматлит, 2003.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Райзер Ю.П. Основы современной физики газоразрядных процессов. М.:Наука, 1980.

2. Биберман Л.М., Воробьев В.С., Якубов И.Т. Кинетика неравновесной низкотемпературной плазмы. М: Наука, 1982.
3. Базелян Э.М., Райзер Ю.П. Искровой разряд. МФТИ, 1997.
4. Диагностика плазмы. Под ред. Хаддлстоуна, 1977, М.: ИЛ, 360 с.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. Национальная платформа открытого образования

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины производится на базе учебных лабораторий кафедры в СарФТИ НИЯУ МИФИ. Лаборатории оснащены современным оборудованием, позволяющим проводить практические и лабораторные занятия. Выполнение лабораторных работ, а также самостоятельной работы студентов осуществляется на рабочих местах, оснащенных макетами.

В качестве материально-технического обеспечения используются также ресурсы и программно-аппаратное обеспечение компьютерного класса.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При чтении лекционного материала используется электронное сопровождение курса: справочно-иллюстративный материал воспроизводится и озвучивается в аудитории с использованием проектора и переносного компьютера в реальном времени.

По дисциплине «Волны и неустойчивости в плазме» в рабочем учебном плане предусмотрены интерактивные часы для проведения практических занятий.

Данный вид деятельности реализуется с помощью видео лекций ведущих специалистов в области исследования.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение данного курса обеспечивает студента сведениями о современном состоянии в области моделирования электронной техники. Курс существенно расширяет и углубляет знания, полученные студентами при изучении дисциплины «Волны и неустойчивости в плазме». Материал курса основан на последних достижениях зарубежных и отечественных специалистов, как в классических областях применения, так и в новых, связанных с новыми информационными технологиями.

Существенное место в курсе уделено стандартным методам и рекомендациям, позволяющим существенно ускорить разработку и внедрение новых систем.

Рекомендации преподавателю

Предлагается:

При изучении теоретического курса работать с обучающими и контролирующими программами, содержащими учебный материал по отдельным вопросам курса.

При проведении практических работ применять расчетные программы, а также контролирующие программы по проверке усвоения студентом знаний, полученных при выполнении практических работ.

Рекомендации студенту

Предлагается:

- Самостоятельно прорабатывать лекционный материал для более полного усвоения материала;
- В учебном процессе при выполнении практикума эффективно использовать методические пособия и методический материал;
- Активно использовать Интернет-ресурсы для получения актуального материала по изучаемой дисциплине;
- Активно использовать Интернет-ресурсы для обновления инструментальной базы (систем программирования, инструментальных сред и т.д.) при выполнении лабораторных работ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ (ФГОС) и учебным планом основной образовательной программы (программ).

Автор(ы): профессор кафедры РФЭ

В.А. Терехин