

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета РТЭ _____ Небольсин В.А.
«27» марта 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Физика плазмы»

Направление подготовки 16.03.01 Техническая физика

Профиль Физическая электроника

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2024

Автор программы

Стогней О.В.

Заведующий кафедрой
Твердотельной электроники

Небольсин В.А.

Руководитель ОПОП

Янченко Л.И.

Воронеж 2024

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формирование широких, систематических представлений об основных явлениях в плазме, способах описания ансамбля заряженных частиц и их взаимодействия с электромагнитными полями для использования этих знаний при решении различных задач, возникающих в области электронной техники.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Формирование у студентов знаний и практических навыков в области основных разделов физики плазмы:

- виды плазмы и ее характеристики;
- физические процессы в плазме, определяющие ее свойства;
- влияние электромагнитных полей на плазменные процессы;
- основные параметры плазмы;
- виды газовых разрядов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Физика плазмы» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Физика плазмы» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике профессиональной деятельности

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	знать основы физики газового разряда; физические процессы, происходящие в газоразрядной среде.
	уметь прогнозировать поведение плазмы при изменении внешних макроскопических параметров плазменного разряда.
	владеть информацией о предельных возможностях лучевых и плазменных технологий.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Физика плазмы» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Самостоятельная работа	126	126
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	216	216
зач.ед.	6	6

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия и свойства плазмы	Образование плазмы, ее основные свойства Дебаевский радиус, дебаевский слой Идеальность плазмы Элементарные процессы в плазме. Упругие соударения. Неупругие процессы	6	2	20	28
2	Стабильность плазмы	Равновесия в плазме Неравновесность плазменных систем Процессы релаксации в плазме Процессы переноса в плазме Диэлектрическая проницаемость плазмы	12	6	42	60
3	Плазма в магнитном поле	Одночастичное рассмотрение Движение в постоянном и однородном магнитном поле Движение в сильном медленно меняющемся поле Дрейфовое приближение Движение частицы в однородном магнитном поле под действием постоянной силы Дрейф заряженных частиц вдоль плоскости скачка магнитного поля Важнейшие типы дрейфовых движений частиц в плазме Адиабатические инварианты	9	4	31	44
4	Газовый разряд	Электрический ток в газах Теория электронных лавин Тлеющий разряд Дуговые разряды Искровой и коронный, ВЧ и СВЧ разряды Магнетронный разряд Плазменно-пучковый разряд.....	9	6	33	48
Итого			36	18	126	180

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	знать основы физики газового разряда; физические процессы, происходящие в газоразрядной среде.	Активная работа на лекциях и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь прогнозировать поведение плазмы при изменении внешних макроскопических параметров плазменного разряда.	Написание коллоквиумов, прохождение тестов.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть информацией о предельных возможностях лучевых и плазменных технологий.	Написание коллоквиумов, прохождение тестов.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	знать основы физики газового разряда; физические процессы, происходящие в газоразрядной среде.	Коллоквиум, Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 75-90%	Выполнение теста на 50-75%	В тесте менее 50% правильных ответов
	уметь прогнозировать поведение плазмы при изменении внешних макроскопических параметров плазменного разряда.	Коллоквиум, Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 75-90%	Выполнение теста на 50-75%	В тесте менее 50% правильных ответов
	владеть информацией о предельных возможностях лучевых и плазменных технологий.	Коллоквиум, Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 75-90%	Выполнение теста на 50-75%	В тесте менее 50% правильных ответов

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

- В чём заключается отличие свойств плазмы от свойств обычного газа?
 - взаимодействие частиц в обычном газе значительно более интенсивное по сравнению с частицами, находящимися в плазме;
 - взаимодействие частиц плазмы между собой определяется кулоновскими силами, а в обычном газе необходим физический контакт частиц;
 - в отличие от обычного газа в плазме частицы не могут взаимодействовать друг с другом.
- Влияют ли магнитные и электрические поля на частицы, находящиеся в плазме и в обычном газе?
 - нет, на свободные частицы поля не влияют;
 - да, влияют независимо от типа газовой среды;
 - влияют только на частицы в плазме;
 - влияют только на частицы в обычном газе.
- Что такое идеальная плазма?
 - плазма, в которой средняя потенциальная энергия взаимодействия частиц гораздо меньше средней кинетической энергии;
 - плазма, в которой возможно существование «самостоятельного тлеющего разряда»;

- плазма, формирующаяся в среде инертного одноатомного газа (например, аргона).

4. Что понимается под «термодинамически равновесной» плазмой?

- концентрации ионов, электронов и нейтральных атомов постоянны, скорости прямых и обратных реакций равны между собой, нет передачи энергии между компонентами плазмы;

- плазма, для поддержания которой не требуется внешний источник энергии (высоковольтное напряжение);

- плазма, в которой концентрация электронов и ионов одинакова.

5. В том случае, когда на плазму начинает действовать магнитное поле, под действием силы Лоренца частицы, в свою очередь, начинают:

- прямолинейно ускоряться;

- двигаться по спирали;

- тормозиться (снижать свою скорость до нуля в течение времени релаксации);

- движение частиц не меняется.

6. На плазму действуют взаимно перпендикулярные электрическое и магнитное поле. Будет ли скорость электрического дрейфа для электронов и ионов различаться?

- нет, она будет одинакова;

- конечно, электроны более легкие, поэтому их скорость дрейфа будет выше;

- да, масса ионов выше, чем у электронов, поэтому они сильнее будут ускоряться в электрическом поле и их скорость будет выше.

7. Как зависит средняя длина свободного пробега частиц плазмы от концентрации (частиц)?

- линейно пропорциональна;

- обратно пропорциональна;

- не зависит от концентрации, поскольку определяется напряженностью электрического поля.

8. При анализе проводимости плазмы, на которую не действует магнитное поле, необходимо учитывать:

- только движение электронов;

- только движение ионов;

- необходимо учитывать оба типа частиц (и электроны и ионы).

9. В том случае, когда плазма используется для распыления твердых веществ (распыления мишени), что понимается под «коэффициентом распыления»?

- интервал времени, в течение которого распыляется моноатомный слой с поверхности мишени;

- число атомов, выбитых с единичной площади поверхности мишени за единицу времени;

- число атомов, выбитых с поверхности мишени одним ионом.

10. Что такое «абиполярная» диффузия

- равновесное разделение зарядов, при котором электроны и ионы дрейфуют с одинаковыми скоростями;

- диффузия, при которой диффундируют только заряженные частицы противоположного знака;

- диффузия, при которой происходит перемещение как заряженных частиц, так и электрически нейтральных частиц.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Степень ионизации низкотемпературной плазмы

- А. $\approx 100\%$
- Б. $\leq 90\%$
- В. $\geq 20\%$
- Г. $\approx 0,1\%$

2. От чего зависит значение давления насыщенного пара?

- А. От размеров вакуумной камеры.
- Б. От температуры плавления испаряемого вещества.
- В. От температуры, до которой нагрето испаряемое вещество.
- Г. От остаточного давления до которого откачена камера.

3. Меняется ли скорость и направление движения частиц при их упругом столкновении?

- А. Нет
- Б. Увеличивается
- В. Уменьшается
- Г. Да

4. За счет чего в методах ионно-плазменного напыления осуществляется формирование атомного потока, направленного к подложке?

- А. Вследствие термического нагрева мишени.
- Б. За счет разности концентрации атомов в газовой фазе вблизи мишени и вблизи подложки.
- В. За счет электрического поля, ориентированного от подложки к мишени.
- Г. Вследствие выбивания атомов мишени ионами.

5. За счет какого процесса происходит образование ионов плазмы в методах ионно-плазменного распыления?

- А. За счет эмиссии ионов с поверхности мишени.
- Б. За счет разогрева термокатода.
- В. За счет взаимодействия свободных электронов с атомами инертного газа (Аргона).
- Г. За счет подачи высоковольтного напряжения (1-3 кВ) на мишень.

6. Почему ионы в методах ионно-плазменного напыления движутся по направлению к мишени и бомбардируют её?

- А. Потому что мишень нагрета до высокой температуры.
- Б. Потому что на мишень подается большое (1-3 кВ) отрицательное напряжение.
- В. Потому что на мишень подается большое (1-3 кВ) положительное напряжение.
- Г. Потому что потенциалы мишени и подложки значительно различаются.

7. Какие процессы происходят в области «темного катодного пространства» в методе катодного распыления?

- А. Диффузионное перемещение атомов от мишени к подложке.
- Б. Ионизация атомов инертного газа.
- В. Взаимодействие электронов с приповерхностной областью подложки.
- Г. Ускорение ионов и электронов электрическим полем.

8. Как должна соотноситься друг с другом длина свободного пробега испаренных атомов (λ) и расстояние мишень-подложка (L) при термо-вакуумном

напылении?

- А. $\lambda > L$
 - Б. $\lambda < L$
 - В. $\lambda = L$
 - Г. Это не существенно, важна скорость, с которой летят испаренные атомы.
9. Что меняется у частиц при их упругом столкновении?
- А. Внутренняя энергия
 - Б. Потенциальная энергия
 - В. Кинетическая энергия
 - Г. Ядерная энергия
10. Каким должен быть газ в плазменном состоянии?
- А. Возбужденным
 - Б. Раскаленным
 - В. Диссоциированным
 - Г. Ионизованным

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. В чем заключается особенность магнетронного ионно-плазменного распыления?

- А. Позволяет легко распылять магнитные материалы.
 - Б. Ускорение ионов, распыляющих мишень, осуществляется с помощью магнитного поля.
 - В. В единый узел собраны мишень, магнит и катод.
 - Г. В единый узел собраны магнит, катод и подложка.
2. В чем заключается основная особенность реактивного ионно-плазменного напыления?

- А. Достигается чрезвычайно высокая скорость напыления материалов.
- Б. Напыление осуществляется в высоком вакууме, следовательно получаемая пленка максимально свободна от загрязнений.
- В. Напыление осуществляется в среде активного газа, поэтому напыляется не распыляемый материал, а его химическое соединение.
- Г. Напыляемый материал испаряется в реактивной дуге, а затем уже испарённые атомы конденсируются на подложку.

3. Что такое "давление насыщенного пара"? Определение.

- А. Это давление при котором начинается испарение вещества.
- Б. Это давление при котором начинается сублимация твердого вещества, то есть испарение без плавления.
- В. Это давление при котором в камере наступает равновесное состояние газовой фазы: число атомов, покидающих поверхность вещества, равно числу атомов, возвращающихся в вещество.
- Г. Это значение давления в камере при котором скорость испарения перестаёт зависеть от температуры испаряемого вещества.

4. Что является рабочей атмосферой в методах ионно-плазменного напыления тонких пленок?

- А. Вакуум.
- Б. Инертный газ.
- В. Пары того вещества, которое распыляется.

Г. Электронный газ.

5. *От чего зависит длина свободного пробега испаренного атома (λ) в вакуумной камере при термо-вакуумном напылении?*

А. От температуры, до которой нагрето испаряемое вещество.

Б. От давления внутри камеры.

В. От типа испаряемого материала (металл, диэлектрик или полупроводник).

Г. От расстояния мишень - подложка.

6. *С помощью чего происходит испарение материала в методе электронно-лучевого испарения?*

А. С помощью лазерного луча.

Б. С помощью ионного пучка.

В. С помощью электронного пучка.

Г. С помощью атомного пучка.

7. *Что является источником электронов в методе трех-электродного ионно-плазменного распыления?*

А. Мишень, выполняющая роль катода.

Б. Магнитное поле.

В. Эмиссионный катод.

Г. Термонакаливаемый катод.

8. *В чем заключается основная особенность реактивного ионно-плазменного напыления?*

А. Достигается чрезвычайно высокая скорость напыления материалов.

Б. Напыление осуществляется в высоком вакууме, следовательно получаемая пленка максимально свободна от загрязнений.

В. Напыление осуществляется в среде активного газа, поэтому напыляется не распыляемый материал, а его химическое соединение.

Г. Напыляемый материал испаряется в реактивной дуге, а затем уже испарённые атомы конденсируются на подложку.

9. *Какие газы помимо аргона чаще всего используются для реактивного ионно-плазменного напыления?*

А. В аргон добавляют кислород или азот.

Б. Только чистый аргон.

В. В аргон добавляют атмосферный воздух.

Г. В аргон добавляют гелий или криптон.

10. *Почему в методах ионно-плазменного распыления сложно распылять диэлектрические материалы?*

А. У них низкая теплопроводность, поэтому мишень перегревается.

Б. На диэлектрическую мишень невозможно подать отрицательное смещение.

В. На мишени формируется положительный заряд.

Г. Плазма "закорачивается" на мишени и ионы не набирают требуемую энергию.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

1. Идеальность. Вырождение. Квазинейтральность

2. Способы классификации ионно-электронной плазмы

3. Дебаевская экранировка. Энергия кулоновского взаимодействия частиц в плазме
4. Степень ионизации термодинамически равновесной плазмы. Формула Саха
5. Кулоновские столкновения. Кулоновский логарифм
6. Релаксация импульса и энергии. Динамика установления равновесной функции распределения. Выравнивание электронной и ионной температур. Проводимость плазмы, убегание электронов
7. Движение частиц в электрическом и магнитном полях.
8. Дрейфовое приближение.
9. Электрический дрейф
10. Центробежный дрейф
11. Градиентный дрейф
12. Кинетическое уравнение с самосогласованным полем
13. Моменты кинетического уравнения
14. Уравнение непрерывности
15. Уравнение движения
16. Уравнение теплопереноса
17. Приближение одножидкостной гидродинамики
18. Коэффициенты переноса
19. Подвижность
20. Проводимость
21. Диффузия
22. Амбиполярная диффузия

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 3 вопроса.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент не ответил ни на один вопрос.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент ответил на один вопрос и дополнительные качественные вопросы.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент ответил на два вопроса и дополнительные качественные вопросы.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент ответил на три вопроса по билету и дополнительные вопросы.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия и свойства плазмы	ПК-1	Коллоквиум, тест, экзамен

2	Стабильность плазмы	ПК-1	Коллоквиум, тест, экзамен
3	Плазма в магнитном поле	ПК-1	Коллоквиум, тест, экзамен
4	Газовый разряд	ПК-1	Коллоквиум, тест, экзамен

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Коллоквиумы проводятся в виде письменных ответов на предложенные качественные вопросы. Обычно в одном коллоквиуме предлагается ответить на 15 – 19 вопросов. Время написания 45 мин, после чего коллоквиумы проверяются преподавателем. Оценка за коллоквиум выставления согласно методики оценки при проведении промежуточной аттестации. После проверки результатов и их анализа проводится обсуждение результатов коллоквиума с анализом неправильных ответов.

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 40 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором, выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации. После этого проводится обсуждение полученных результатов в режиме вопрос-ответ, с анализом неправильных ответов.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Теплофизические свойства горячей плотной плазмы / Эбелинг Вернер, Фёрстер Андреас, В. Фортов [и др.] ; перевод Ю. В. Колесниченко. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 400 с. [Текст : электронный] // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : URL: <https://www.iprbookshop.ru/92008.html>

2. Кузенов, В. В. Численное моделирование разреженной плазмы : учебное пособие / В. В. Кузенов, С. В. Рыжков. — 2-е изд. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2019. — 112 с. [Текст : электронный] // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/111341.html>

3. Бельков, С. А. Основы физики плазмы / С. А. Бельков. — Саров : Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2002. — 99 с. [Текст : электронный] // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : URL: <https://www.iprbookshop.ru/60860.html>

4. Лекции по основам физики плазмы / С.Н. Янин – Томск: Изд-во

Томского политехнического университета. - 2012. – 78 с.

5. Берлин, Е. В. Индуктивные источники высокоплотной плазмы и их технологические применения / Е. В. Берлин, В. Ю. Григорьев, Л. А. Сейдман. — Москва : Техносфера, 2018. — 464 с. [Текст : электронный] // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : URL: <https://www.iprbookshop.ru/93367.html>

6. Основы физических процессов в плазме и плазменных установках / С.К. Жданов, В.А. Курнаев, М.К. Романовский, И.В. Цветков - М: МИФИ. - 2007. - 368 с.

7. Физика и техника низкотемпературной плазмы / С.В. Дресвин, А.В.Донской, В.М.Гольдфарб, В.С.Клубникин – М.: Атомиздат. – 1972. – 352 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:
Электронная информационная образовательная среда ВГТУ, код доступа:

<http://eios.vorstu.ru/>

Программное обеспечение компьютеров для самостоятельной и аудиторной работы:

Операционные системы семейства MSWindows;

Пакет программ семейства MS Office;

Пакет офисных программ OpenOffice;

Программа просмотра файлов Djview;

Программа просмотра файлов формата pdf AcrobatReader;

Интернет-браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

Используемые электронные библиотечные системы:

Модуль книгообеспеченности АИБС «МАРК SQL», код доступа:

<http://bibl.cchgeu.ru/provision/struct/>;

Университетская библиотека онлайн, код доступа: <http://biblioclub.ru/>;

ЭБС Издательства «ЛАНЬ», код доступа <http://e.lanbook.com/>;

ЭБС IPRbooks, код доступа: <http://www.iprbookshop.ru>;

научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, код доступа:

<http://elibrary.ru/>.

Информационные справочные системы:

портал федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования, код доступа <http://fgosvo.ru>;

единое окно доступа к образовательным ресурсам, код доступа <http://window.edu.ru/>;

открытый образовательный ресурс НИЯУ МИФИ, код доступа <http://online.mephi.ru/>;

открытое образование, код доступа: <https://openedu.ru/>;

физический информационный портал, код доступа:

<http://phys-portal.ru/index.html>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оснащенная доской, экраном, проектором.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Физика плазмы» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе, а также проведение блиц-опроса по предыдущему материалу.

Практические занятия направлены на приобретение навыков теоретического анализа свойств и характеристик конденсированных сред. Занятия проводятся в режиме диалога и обсуждения наиболее сложных вопросов в аудитории.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой коллоквиумов, тестов, устных опросов. Освоение дисциплины оценивается на экзамене.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов;

	- работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП