

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Высшая школа общей и прикладной физики

УТВЕРЖДЕНО решением Ученого совета ННГУ
протокол от «31» мая 2023 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

Основы кинетики и электродинамики плазмы

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
03.03.02 – Физика

Направленность образовательной программы
Фундаментальная физика

Форма обучения
Очная

Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.01 «Основы кинетики и электродинамики плазмы» относится к части ООП направления подготовки 03.03.02 Физика, формируемой участниками образовательных отношений.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
<i>ПК-2. Способен применять в научно-исследовательской деятельности профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных дисциплин</i>	<i>ПК-2.1: Демонстрация способности применять в научноисследовательской деятельности профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных дисциплин</i>	<i>ПК-2.1: Обладать знаниями в области кинетики и электродинамики плазмы необходимыми для осуществления научно-исследовательской деятельности Уметь применять полученные знания при проведении научных исследований в области кинетики и электродинамики плазмы Владеть методами исследования кинетических и электро-динамических свойств плазмы</i>	<i>Задачи</i>	<i>Задачи Собеседование</i>
<i>ПК-4. Способен использовать полученные профессиональные знания при реализации научноисследовательских, научно-инновационных и практических проектов</i>	<i>ПК-4.1: Демонстрация способности использовать полученные профессиональные знания при реализации научноисследовательских, научно-инновационных и практических проектов</i>	<i>ПК-4.1: Знать теорию кинетики и электродинамики невырожденной плазмы в комплексе с основами курсов теоретической физики, на которых базируется физика плазмы. Уметь пользоваться основными уравнениями кинетики и электродинамики невырожденной плазмы для описания физических процессов в плазме.</i>	<i>Задачи</i>	<i>Задачи Собеседование</i>

		Владеть навыками решения задач кинетики и электродинамики невырожденной плазмы.		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	Очная
Общая трудоемкость	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	24
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	24
- КСР	2
самостоятельная работа	22
Промежуточная аттестация	36 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
	Очная	очная	очная	очная	очная	Очная
Тема 1. Общие сведения о плазме	6	2	2	0	4	2
Тема 2. Столкновения в плазме	6	2	2	0	4	2
Тема 3. Кинетические уравнения для плазмы	6	2	2	0	4	2

Тема 4. Гидродинамическое описание плазмы	6	2	2	0	4	2
Тема 5. Процессы переноса в плазме	6	2	2	0	4	2
Тема 6. Уравнения электромагнитного поля в среде с временной и пространственной дисперсией	6	2	2	0	4	2
Тема 7. Волны в изотропной плазме	6	2	2	0	4	2
Тема 8. Кинетическая теория плазменных волн	6	2	2	0	4	2
Тема 9. Электромагнитные волны в неоднородной изотропной плазме	6	2	2	0	4	2
Тема 10. Взаимодействие пучков заряженных частиц с плазмой	6	2	2	0	4	2
Тема 11. Квазилинейная теория	10	4	4	0	8	2
Аттестация	36					
КСР	2				2	
Итого	108	24	24	0	50	22

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Для самостоятельной работы обучающимся предлагается использовать основную и дополнительную литературу и/или электронные Интернет-ресурсы.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-2

Задача 1.1 Построить ВКБ решение для наклонного падения ТЕ волны на плоский слой.

Задача 1.2 Качественно оценить эффективность возбуждения плазменных колебаний для наклонного падения ТМ волны на плоский слой.

Задача 1.3 Найти транспортную частоту для кулоновских соударений.

Задача 2.1 В рамках реалистической модели слабоионизованной плазмы оценить коэффициент диффузии и подвижность.

Задача 2.2 Оценить теплопроводность слабоионизованной плазмы.

Задача 2.3 Определить коэффициент прохождения ТЕМ волны через слой слабоионизованной плазмы.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-4

Задача 1.1 Построить ВКБ решение для наклонного падения ТЕ волны на плоский слой.

Задача 1.2 Качественно оценить эффективность возбуждения плазменных колебаний для наклонного падения ТМ волны на плоский слой.

Задача 1.3 Найти транспортную частоту для кулоновских соударений.

Задача 2.1 В рамках реалистической модели слабоионизованной плазмы оценить коэффициент диффузии и подвижность.

Задача 2.2 Оценить теплопроводность слабоионизованной плазмы.

Задача 2.3 Определить коэффициент прохождения ТЕМ волны через слой слабоионизованной плазмы.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка		Критерии оценивания
Зачтено	Превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
	Отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
	Очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
	Хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
	Удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для

Оценка		Критерии оценивания
		решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
Не зачтено	Неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
	Плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			Зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
Зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации

5.3.2 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-2

Задача 1.1 Построить ВКБ решение для наклонного падения ТЕ волны на плоский слой.

Задача 1.2 Качественно оценить эффективность возбуждения плазменных колебаний для наклонного падения ТМ волны на плоский слой.

Задача 1.3 Найти транспортную частоту для кулоновских соударений.

Задача 2.1 В рамках реалистической модели слабоионизованной плазмы оценить коэффициент диффузии и подвижность.

Задача 2.2 Оценить теплопроводность слабоионизованной плазмы.

Задача 2.3 Определить коэффициент прохождения ТЕМ волны через слой слабоионизованной плазмы.

Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-4

Задача 1.1 Построить ВКБ решение для наклонного падения ТЕ волны на плоский слой.

Задача 1.2 Качественно оценить эффективность возбуждения плазменных колебаний для наклонного падения ТМ волны на плоский слой.

Задача 1.3 Найти транспортную частоту для кулоновских соударений.

Задача 2.1 В рамках реалистической модели слабоионизованной плазмы оценить коэффициент диффузии и подвижность.

Задача 2.2 Оценить теплопроводность слабоионизованной плазмы.

Задача 2.3 Определить коэффициент прохождения ТЕМ волны через слой слабоионизованной плазмы.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
Превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
Отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
Очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.

Оценка	Критерии оценивания
	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
Хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
Удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
Неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продemonстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продemonстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
Плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-2

- 1) Общие сведения о плазме
- 2) Столкновения в плазме
- 3) Кинетические уравнения для плазмы
- 4) Гидродинамическое описание плазмы
- 5) Процессы переноса в плазме
- 6) Уравнения электромагнитного поля в среде с временной и пространственной дисперсией
- 7) Волны в изотропной плазме
- 8) Кинетическая теория плазменных волн
- 9) Электромагнитные волны в неоднородной изотропной плазме
- 10) Взаимодействие пучков заряженных частиц с плазмой
- 11) Квазилинейная теория

Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-4

- 1) Общие сведения о плазме
- 2) Столкновения в плазме

- 3) Кинетические уравнения для плазмы
- 4) Гидродинамическое описание плазмы
- 5) Процессы переноса в плазме
- 6) Уравнения электромагнитного поля в среде с временной и пространственной дисперсией
- 7) Волны в изотропной плазме
- 8) Кинетическая теория плазменных волн
- 9) Электромагнитные волны в неоднородной изотропной плазме
- 10) Взаимодействие пучков заряженных частиц с плазмой
- 11) Квазилинейная теория

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
Превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
Отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
Очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
Хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
Удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.
Неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.

Оценка	Критерии оценивания
Плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература:

- 1) Б.Б. Кадомцев. Коллективные явления в плазме. М.: Наука, 1988. -304 с. -13 экз.
- 2) В.Л. Гинзбург. Теоретическая физика и астрофизика. М.: Наука, 1987,1981,1979. -450с. -11 экз.
- 3) А.Ф.Александров, Л.С. Богданкевич, А.А. Рухадзе. Основы электродинамики плазмы. М.: Высшая школа,1989.- 407с.— 9 экз.

б) дополнительная литература:

- 1) В.Е. Голант, А.П. Жилинский, А.С. Сахаров. Основы физики плазмы. Атоммз-дат, 1977. - 384 с. — 6экз. — Режим доступа: ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/book/1550> (2011, 448 с.)
- 2) Н. Кролл, А. Трайвелпис. Основы физики плазмы. М.: Мир, 1975.-526 с. -3 экз.
- 3) Л.А. Арцимович, Р.З. Сагдеев. Физика плазмы для физиков. Атомиздат, 1979. -317 с. -6 экз.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины)

- 1) Physics of Plasmas <http://phys.org/journals/physics-of-plasmas/>
- 2) ИЯФ им Г.И.Будкера, Поступаев В.В. Магнитное удержание плазмы. Токамак. (58 с.) http://www.inp.nsk.su/chairs/plasma/sk/fpl-postupaev/Plasma_2011_part_11.pdf

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: для проведения лекций и практических занятий требуется типовое оборудование лекционной аудитории. Для подготовки самостоятельных контрольных работ и для их графического представления (если это необходимо), а также для расширения коммуникационных возможностей студенты имеют возможность работать в компьютерных классах с соответствующим лицензионным программным обеспечением и выходом в Интернет. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 03.03.02 - Физика.

Автор(ы): В.А. Миронов

Заведующий кафедрой: Господчиков Егор Дмитриевич, кандидат физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 30.06.2022 г., протокол № 3.