

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Методы численного моделирования плазменной кинетики в
электромагнитных полях

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
03.04.03 - Радиофизика

Направленность образовательной программы
Квантовая радиофизика и лазерная физика

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.06.02 Методы численного моделирования плазменной кинетики в электромагнитных полях относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

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
ПК-1: Способен анализировать и обрабатывать научную информацию и результаты исследований в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники при решении задач своей профессиональной деятельности	ПК-1.1: Применяет принципы сбора и анализа информации, рассматривает и оценивает современные научные достижения, а также генерирует новые идеи при решении исследовательских и практических задач ПК-1.2: Работает с большим объемом данных, систематизирует и анализирует информацию, полученную из различных источников, в том числе с использованием современных информационных и коммуникационных технологий	ПК-1.1: Знать фундаментальные разделы физики и радиофизики, необходимые для решения научно-исследовательских задач в области голографии. Уметь использовать знание фундаментальных разделов физики и радиофизики при решении научно-исследовательских задач в области голографии Владеть опытом использования знаний по фундаментальным разделам физики и радиофизики для решения научно-исследовательских задач в области голографии ПК-1.2: Знать фундаментальные разделы физики и радиофизики, необходимые для решения научно-исследовательских задач в области голографии. Уметь использовать знание фундаментальных разделов физики и радиофизики при решении научно-исследовательских задач в области голографии Владеть опытом	Задачи	Зачёт: Проект

		использования знаний по фундаментальным разделам физики и радиофизики для решения научно-исследовательских задач в области голографии		
ПК-2: Способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным разделам тем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники и оформлять их результаты	<p>ПК-2.1: Анализирует современное состояние исследований в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники современные подходы к описанию и моделированию различных физических явлений и оценке полученных результатов</p> <p>ПК-2.2: Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи</p> <p>ПК-2.3: Участвует в планировании, подготовке и проведении НИР</p> <p>ПК-2.4: Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области квантовой радиофизики, лазерной физики и фотоники</p>	<p>ПК-2.1:</p> <p>Знать основные возможности современного оптического и лазерного оборудования, а также новейший отечественный и зарубежный опыт.</p> <p>Уметь использовать современное оптическое и лазерное оборудование и новейший отечественный и зарубежный опыт.</p> <p>Владеть опытом самостоятельной постановки научных задач в области квантовой радиофизики и лазерной физики и их решения с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта</p> <p>ПК-2.2:</p> <p>Знать основные возможности современного оптического и лазерного оборудования, а также новейший отечественный и зарубежный опыт.</p> <p>Уметь использовать современное оптическое и лазерное оборудование и новейший отечественный и зарубежный опыт.</p> <p>Владеть опытом самостоятельной постановки научных задач в области квантовой радиофизики и лазерной физики и их решения с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта</p> <p>ПК-2.3:</p> <p>Знать основные возможности</p>	Задачи	Зачёт: Проект

		<p>современного оптического и лазерного оборудования, а также новейший отечественный и зарубежный опыт.</p> <p>Уметь использовать современное оптическое и лазерное оборудование и новейший отечественный и зарубежный опыт.</p> <p>Владеть опытом самостоятельной постановки научных задач в области квантовой радиофизики и лазерной физики и их решения с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта</p> <p>ПК-2.4:</p> <p>Знать основные возможности современного оптического и лазерного оборудования, а также новейший отечественный и зарубежный опыт.</p> <p>Уметь использовать современное оптическое и лазерное оборудование и новейший отечественный и зарубежный опыт.</p> <p>Владеть опытом самостоятельной постановки научных задач в области квантовой радиофизики и лазерной физики и их решения с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта</p>		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	

- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

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

Наименование 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 (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	О Ф О	О Ф О	О Ф О	О Ф О	О Ф О
Тема 1. Кинетическое описание плазмы	4	4		4	
Тема 2. Методы моделирования электромагнитных полей	17	8		8	9
Тема 3. Эйлеровы методы моделирования кинетических уравнений	18	8		8	10
Тема 4. Метод частиц в ячейках	18	8		8	10
Тема 5. Технические детали реализации численных методов	14	4		4	10
Аттестация	0				
КСР	1				1
Итого	72	32	0	33	39

Содержание разделов и тем дисциплины

-

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

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-1:

Список тестовых программ:

1. Численное решение одномерных уравнений Максвелла одним из следующих методов: методом конечных разностей во временной области, методом преобразования Фурье, методом конечных объемов.
2. Численное решение одномерной задачи переноса фазовой жидкости одним из следующих методов: методом конечных разностей, методом конечных объемов, полулагранжевым методом, спектральным методом.

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

1. Реализация метода частиц в ячейках в одном измерении

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	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 ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо» ИЛИ 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	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» ИЛИ Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

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	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы 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 некоторым и недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован 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 с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Проект) для оценки сформированности компетенции ПК-1

Темы для проектов:

1. Программа для численного решения одномерной системы уравнений Власова — Пуассона методом конечных разностей.
2. Программа для численного решения одномерной системы уравнений Власова — Пуассона методом конечных объемов.
3. Программа для численного решения одномерной системы уравнений Власова — Пуассона полулагранжевым методом.
4. Программа для численного решения одномерной системы уравнений Власова — Пуассона спектральным методом.
5. Программа для численного решения одномерной системы уравнений Власова — Пуассона методом частиц в ячейках.

Этапы выполнения проекта, соответствующие компетенции ПК-1:

1. Выбор тематики проекта
2. Ознакомление с сутью выбранных методов численного моделирования

3. Развёртывание программной среды разработки

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

Темы для проектов:

1. Программа для численного решения одномерной системы уравнений Власова — Пуассона методом конечных разностей.

2. Программа для численного решения одномерной системы уравнений Власова — Пуассона методом конечных объёмов.

3. Программа для численного решения одномерной системы уравнений Власова — Пуассона полулагранжевым методом.

4. Программа для численного решения одномерной системы уравнений Власова — Пуассона спектральным методом.

5. Программа для численного решения одномерной системы уравнений Власова — Пуассона методом частиц в ячейках.

Этапы выполнения проекта, соответствующие компетенции ПК-2:

1. Программная реализация выбранных методов

2. Тестирование и доработка написанной программы

Критерии оценивания (оценочное средство - Проект)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	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 ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо» ИЛИ 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	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» ИЛИ Хотя бы одна компетенция

Оценка	Критерии оценивания
	сформирована на уровне «плохо»

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

Основная литература:

1. Калиткин Николай Николаевич. Численные методы : учеб. пособие для студентов вузов / под ред. А. А. Самарского. - М. : Наука, 1978. - 512 с., 26 табл., 103 рис. : ил. - 1.30., 3 экз.
2. Хокни Роджер. Численное моделирование методом частиц / пер. с англ. А. С. Липатова, А. Н. Полюдова ; под ред. Р. З. Сагдеева, В. И. Шевченко. - М. : Мир, 1987. - 638 с. : ил. - 4.10., 3 экз.
3. Бэдсел Чарльз К. Физика плазмы и численное моделирование / пер. с англ. под ред. А. А. Рухадзе. - М. : Энергоатомиздат, 1989. - 455 с. : ил. - 5.00., 3 экз.

Дополнительная литература:

1. Бэдсел Чарльз К. Физика плазмы и численное моделирование / пер. с англ. под ред. А. А. Рухадзе. - М. : Энергоатомиздат, 1989. - 455 с. : ил. - 5.00., 3 экз.

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

1. <https://www.python.org/> — Официальный сайт языка моделирования Python.
2. <http://www.numpy.org/> — Официальный сайт пакета NumPy.
3. <https://www.scipy.org/> — Официальный сайт пакета SciPy.
4. <http://jupyter.org/> — Официальный сайт проекта Jupyter.
5. <https://www.continuum.io/> — Официальный сайт дистрибутива Anaconda.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

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 подготовки 03.04.03 - Радиофизика.

Автор(ы): Коржиманов Артем Владимирович, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Бакунов Михаил Иванович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18.12.2023 г., протокол № 09/23.