

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Динамика распределенных систем

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы

Математическое моделирование и вычислительная математика

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.11.02 Динамика распределенных систем 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-4: Способен применять методы математического и компьютерного исследования при анализе задач на основе знаний фундаментальных математических и компьютерных наук	ПК-4.1: Знает фундаментальные и теоретические основы, необходимые для исследования научных проблем ПК-4.2: Умеет самостоятельно применять полученные знания для анализа объекта исследования, определять цели и задачи исследования, а также выбирать корректный метод исследования научной проблемы ПК-4.3: Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности, а именно решения научных задач в соответствии с поставленной целью и выбранной методикой	ПК-4.1: Знать – методы и приемы решения базовых задач математической физики; – основные положения анализа размерности; базовые уравнения теории нелинейных волн и основные свойства их решений. ПК-4.2: Уметь – применять базовые знания естественных наук, математики и информатики в задачах исследования распределенных систем; – решать математические задачи и проблемы методами теории распределенных систем, аналогичные ранее изученным; - Уметь – самостоятельно осваивать дополнительный теоретический и практический материал по рекомендуемым источникам (книгам и ссылкам в сети Интернет). ПК-4.3: Владеть – навыками поиска информации в рамках	Задания Контрольная работа	Зачёт: Контрольные вопросы Задания

		предметной области в сети Интернет и других источниках; – методами анализа решений и случаями интегрируемости.		
--	--	---	--	--

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	20
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	20
- КСР	1
самостоятельная работа	31
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	
	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0
1. Уравнение простой волны. Возможность однозначного продолжения решения по времени.	10	3	2	5	5
2. Уравнение Бюргерса. Подстановка Коула-Хопфа. Начально-краевые задачи с уравнением Бюргерса.	11	3	2	5	6
3. Ударная волна Бюргерса и парадокс Осена.	15	4	4	8	7
4. Уравнение Кортевега-де Вриза (КДВ). Солитоны.	17	5	6	11	6
5. Уравнение Колмогорова-Пискунова-Петровского. Задача о волне гена.	18	5	6	11	7
Аттестация	0				
КСР	1				1
Итого	72	20	20	41	31

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Уравнение простой волны. Возможность однозначного продолжения решения по времени.
2. Уравнение Бюргерса. Подстановка Коула-Хопфа. Начально-краевые задачи с уравнением Бюргерса.
3. Ударная волна Бюргерса и парадокс Осеена.
4. Уравнение Кортевега-де Вриза (КДВ). Солитоны.
5. Уравнение Колмогорова-Пискунова-Петров-ского. Задача о волне гена.

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.

Виды самостоятельной работы студентов:

- проработка теоретического материала лекционных занятий;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к выполнению письменной контрольной работы;
- подготовка к промежуточной аттестации

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 - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-4:

1. Дать описание методов и приемов решения базовых задач математической физики.
2. Сформулировать основные положения анализа размерности; базовые уравнения теории нелинейных волн и основные свойства их решений.
3. Решить предложенные математические задачи и проблемы методами теории распределенных систем, аналогичные ранее изученным.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя
не зачтено	Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих

Оценка	Критерии оценивания
	вопросах преподавателя

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-4:

Вариант 1.

1. Дан оператор $-i(\bar{v}\nabla) = \hat{A}$, определенный на множестве гладких функций $\psi(x, y, z)$ интегрируемых с квадратом. Здесь $\text{div } \bar{v} = 0$. Показать, что этот оператор симметричен $\int -i(\bar{v}\nabla)\psi_1 \cdot T_2 dx dy dz = \int \psi_1 i(\bar{v}\nabla)\psi_2 dx dy dz$.

2. Найти стационарные состояния и уровни энергии частицы в потенциальной яме с бесконечно высокими бортами.

Вариант 2.

1. Показать, что операторы $\hat{L}, \hat{A}$ - пары для уравнения КДВ симметричны на множестве гладких функций координат достаточно быстро убывающих на бесконечности.

2. Дано уравнение КДВ $u_t + uu_x + \beta u_{xxx} = 0$. Показать, что $u = \frac{A}{ch^2(\lambda(x - Vt))}$ удовлетворяет этому уравнению. Каковы при этом λ, V, A ?

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три не существенные ошибки, исправленные по требованию преподавателя
не зачтено	Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя

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 отдельными 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 некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми 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 - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-4

1. Что такое дисперсионное соотношение? Фазовая и групповая скорость волн?
2. Что такое амплитудная дисперсия?
3. Уравнение простой волны. Как оно получено?
4. Построить формальное решение уравнения простой волны.
5. Условия продолжения по времени решения уравнения простой волны.
6. Уравнение Бюргерса и его интегрирование с помощью подстановки Коула-Хопфа. Позволит ли эта подстановка проинтегрировать векторное уравнение Бюргерса?
7. Ударная волна Бюргерса. Парадокс Осеена на примере ударной волны Бюргерса.
8. Солитонные решения уравнения КДВ. Могут ли при фиксированных параметрах существовать солитоны (КДВ) обеих полярностей?
9. Уравнение (КПП) и его решение в виде волны гена. При каких условиях такое решение существует?
10. Спектр скоростей волны гена. С какой же скоростью она распространяется в действительности?

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок

Оценка	Критерии оценивания
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки

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

1. Что такое дисперсионное соотношение? Фазовая и групповая скорость волн?
2. Что такое амплитудная дисперсия?
3. Уравнение простой волны. Как оно получено?
4. Построить формальное решение уравнения простой волны.
5. Условия продолжения по времени решения уравнения простой волны.
6. Уравнение Бюргерса и его интегрирование с помощью подстановки Коула-Хопфа. Позволит ли эта подстановка проинтегрировать векторное уравнение Бюргерса?
7. Ударная волна Бюргерса. Парадокс Осеена на примере ударной волны Бюргерса.
8. Солитонные решения уравнения КДВ. Могут при фиксированных параметрах существовать солитоны (КДВ) обеих полярностей?
9. Уравнение (КПП) и его решение в виде волны гена. При каких условиях такое решение существует?
10. Спектр скоростей волны гена. С какой же скоростью она распространяется в действительности?

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя
не зачтено	Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя

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

Основная литература:

1. Годунов Сергей Константинович. Уравнения математической физики : учеб. пособие для студентов физ.-мат. специальностей ун-тов. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Наука, 1979. - 391 с. - 1.10., 61 экз.

Дополнительная литература:

1. Теория солитонов : метод обрат. задачи / под ред. С. П. Новикова. - М. : Наука, 1980. - 319 с. : ил. - 1.90., 2 экз.

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

1. Научная электронная библиотека Elibrary.ru. URL: <http://elibrary/> – доступ свободный.
2. Современная цифровая образовательная среда РФ. [сайт]. Учебные курсы. URL: <https://online.edu.ru/public/courses?faces-redirect=true>
3. Дерендяев Н.В. Анализ размерности и автомодельные решения (в примерах и задачах). Учебное пособие. Н.Новгород: ННГУ, 2007. Электронное издание. URL: <http://www.unn.ru/pages/e-library/aids/2007/3.pdf> – доступ свободный

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 ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 01.03.02 - Прикладная математика и информатика.

Автор(ы): Осипов Григорий Владимирович, доктор физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Осипов Григорий Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.