

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 Ученого совет ННГУ  
протокол от  
«30» ноября 2022 г. № 13

**Рабочая программа дисциплины**

**Параллельное программирование в задачах стохастической динамики**

Уровень высшего образования  
**магистратура**

---

Направление подготовки  
**01.04.02 Прикладная математика и информатика**

---

Направленность образовательной программы  
**Математическое моделирование динамики систем и процессов управления**

---

Форма обучения  
**очная**

---

Нижний Новгород  
2023 год

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Параллельное программирование в задачах стохастической динамики» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Код дисциплины - **Б1.В.05**

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.05, «Параллельное программирование в задачах стохастической динамики» относится к части ООП направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, 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**	
<b>ПК-4.</b> Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	<b>ПК-4.1.</b> Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	<u>Знать</u> основы теории случайных процессов и методы численного анализа	Собеседование
	<b>ПК-4.2.</b> Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	<u>Уметь</u> корректно представить стохастическое дифференциальное уравнение в виде системы уравнений марковских процессов и построить численную схему	Задача
	<b>ПК-4.3</b> Имеет навыки применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	<u>Владеть</u> навыками применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	Собеседование

<b>ПК-5.</b>  Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной деятельности	<b>ПК-5.1.</b> Знает типовые математические методы и методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности	Знать основы построения численных схем стохастических дифференциальных уравнений	Собеседование
	<b>ПК-5.2.</b> Умеет применять типовые математические методы и методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности	Уметь эффективно распараллеливать численное решение стохастических дифференциальных уравнений, используя протокол OpenMP	Задача
	<b>ПК-5.3</b> Имеет навыки разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности	Владеть навыками разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности	Задача

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная форма обучения</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>2 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	<b>33</b>
- занятия лекционного типа	<b>16</b>
- занятия семинарского типа	<b>16</b>
- текущий контроль (КСР)	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>39</b>
<b>Промежуточная аттестация – зачет</b>	

#### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и	Всего	В том числе
--	-------	-------------

тем дисциплины	(часы)	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них				Самостоятельная работа обучающихся, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1. Вычислительные методы для сосредоточенных динамических систем с шумовыми источниками	23	5	5		10	13
2. Численное исследование неавтономных динамических систем с шумовыми источниками	25	6	6		12	13
3. Численное исследование распределенных систем с шумовыми источниками	23	5	5		10	13
Текущий контроль (КСР)	1				1	
Промежуточная аттестация – зачет						
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>33</b>	<b>39</b>

Текущий контроль успеваемости реализуется в форме решения задач на занятиях семинарского типа.

На проведение практических занятий (семинарских занятий) в форме практической подготовки отводится 16 часов.

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

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие

- знаний базовых структур данных и алгоритмов (компетенция -**ПК-5**).

- способности разрабатывать и анализировать теоретические модели решаемых научных проблем и задач – (компетенция **ПК-4**).

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачет).

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины включает выполнение заданий под контролем преподавателя, решение домашних заданий и подготовку к зачету. Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

#### 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:

##### 5.1 Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно

(индикатора достижения компетенций)	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 незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	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 незначительными 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 владения материалом. 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 оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	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»
	Очень хорошо	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»

	Хорошо	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»
	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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

### 5.2.1 Контрольные вопросы

Вопросы	Код формируемой компетенции
1. Численное моделирование динамических систем с шумовыми источниками. Стохастическое исчисление Ито и Стратоновича. Точность численного метода, зависимость от параметров метода детерминированной и случайной частей уравнения.	ПК-5
2. Типы генераторов случайных чисел и примеры верификации ГСЧ.	ПК-4
3. Плотность вероятности, характеристическая функция, моменты и кумулянты.	ПК-4
4. Время Крамерса и его обобщения.	ПК-4
5. Моменты времен первого достижения границ и их численное моделирование.	ПК-5
6. Моменты времен перехода и эффект шумовой задержки переключения систем.	ПК-5
7. Эффект стохастического резонанса и его проявления.	ПК-4
8. Эффект резонансной активации и особенности его численного наблюдения.	ПК-5
9. Эффект подавления шума внешним сигналом, временные характеристики и спектры.	ПК-4
10. Солитоны в распределенных системах и уравнение синус-Гордона.	ПК-4

### 5.2.2. Типовые задачи для оценки сформированности компетенции ПК-4, ПК-5

#### 5.2.2.1 Типовые задачи для оценки сформированности компетенции ПК-4

##### Задание 1

Численное решение уравнения первого порядка с шумовым источником, показать и пояснить типы движений в зависимости от формы потенциального профиля.

## **Задание 2.**

Исследование времени переключения, индуцированного шумом процесса, наблюдение эффекта замедления переключения из-за шума.

### **5.2.2.2 Типовые задачи для оценки сформированности компетенции ПК-5**

## **Задание 3.**

Проверка скорости работы программы при распараллеливании на 1, 2 и 4 процессорных ядрах.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

Рекомендуемая литература.

а) основная литература:

1. А.Н.Малахов, Кумулянтный анализ случайных негауссовских процессов и их преобразований, Москва, Советское радио, 1978). 101 экз.  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=327761&DB=1>
2. В.И. Тихонов, М.А. Миронов, Марковские процессы, Москва, Советское радио, 1977. 4 экз  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=93399&DB=1>

б) дополнительная литература:

1. А.Л. Панкратов. Курс лекций «Случайные процессы в нелинейных системах»  
<http://www.itmm.unn.ru/files/2016/07/ALPStochasticProcesses.pdf>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Описание стандарта OpenMP. [http://parallel.ru/tech/tech\\_dev/openmp.html](http://parallel.ru/tech/tech_dev/openmp.html)

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и 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 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

Автор:

проф. каф. Прикладной математики, д.ф.-м.н. Панкратов А.Л.

Рецензент \_\_\_\_\_

Зав. каф. прикладной математики,

д.ф.-м.н., проф Иванченко М.В.

Программа одобрена на заседании методической комиссии Института информационных технологий, математики и механики от 30 ноября 2022 года, протокол № 3.