

МИНОБРНАУКИ РОССИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«**Российский государственный гуманитарный университет**»  
(ФГБОУ ВО «РГГУ»)

ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
Факультет информационных систем и безопасности  
Кафедра информационных технологий и систем

## **СИСТЕМЫ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**01.03.04 Прикладная математика**

*Код и наименование направления подготовки/специальности*

**Математика информационных сред**

*Наименование направленности (профиля)/ специализации*

Уровень высшего образования: *бакалавриат*

Форма обучения: *очная*

РПД адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями  
здоровья и инвалидов

Москва 2024

*СИСТЕМЫ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ*

Рабочая программа дисциплины

Составитель:

к.с.-х..н., доцент Н.Ш. Шукенбаева

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания кафедры  
информационных технологий и систем  
№ 8 от 04.03.2024

## Оглавление

1. Пояснительная записка.....	4
1.1. Цель и задачи дисциплины.....	4
1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций.....	4
1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
2. Структура дисциплины.....	5
3. Содержание дисциплины.....	5
4. Образовательные технологии.....	5
5. Оценка планируемых результатов обучения.....	6
5.1 Система оценивания.....	6
5.2 Критерии выставления оценки по дисциплине.....	7
5.3 Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	8
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	9
6.1 Список источников и литературы.....	9
6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».....	9
6.3 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы.....	9
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	9
8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов.....	10
9. Методические материалы.....	11
9.1 Планы практических занятий.....	11
Приложение 1. Аннотация рабочей программы дисциплины.....	13

## 1. Пояснительная записка

### 1.1. Цель и задачи дисциплины

**Цель дисциплины:** приобретение знаний, навыков и умений в области параллельного программирования, систем и специализированных библиотек, реализующих программно-аппаратные реализации распараллеливания алгоритмов.

**Задачи:**

1. Изучение принципов распараллеливания алгоритмов;
2. Изучение архитектур параллельных вычислительных систем;
3. Формирование представления о многопоточности и многозадачности в параллельных вычислениях;
4. Приобретение навыков и умений создания параллельных алгоритмов;
5. Изучение и приобретение навыков параллельного программирования.

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
ПК-3. Способен осуществлять поиск, изучение и разработку новых теоретических или практических проблем, сведений, относящихся к решению текущих научных исследований, производственных задач; в информационных средах находить, создавать основные элементы будущих математических структур или конструктивных математических моделей	ПК-3.1. Владеет навыками работы с информационными системами для разработки новых теоретических положений и решения практических проблем.	<i>Знать:</i> назначение и виды параллельной обработки информации; <i>Уметь:</i> определять виды данных и их связи; выбирать структуры параллельных систем, соответствующие специфике решаемой задачи; <i>Владеть:</i> методами распараллеливания циклов;
	ПК-3.2. Рассматривает социотехнические системы как сложные информационные системы для создания моделей разного типа.	<i>Знать:</i> принципы построения и основные характеристики параллельных вычислительных структур; <i>Уметь:</i> оценивать эффективность различных методик распараллеливания последовательных алгоритмов; <i>Владеть:</i> статическими и динамическими методами управления параллелизмом;
	ПК-3.4. Строит математические модели различных типов, исследует их.	<i>Знать:</i> принципы и методы разделения и совместного использования адресного пространства различными процессами <i>Уметь:</i> создавать, ликвидировать, блокировать, разблокировать процессы, устранять явления гонок и клинчей. <i>Владеть:</i> инструментами замков, общих переменных, флагов, протоколов согласования при программировании параллельных процессов.

### 1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системы параллельного программирования» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока дисциплин учебного плана.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и владения, сформированные в ходе изучения следующих дисциплин (модулей): «Математический анализ», «Линейная

алгебра», «Аналитическая геометрия», «Информационные технологии», «Введение в теоретическую информатику».

В результате освоения дисциплины формируются знания, умения и владения, необходимые для изучения следующих дисциплин и прохождения практик: «Квантовые вычисления и квантовая криптография», «Математическое моделирование», Производственная практика (Проектно-технологическая практика), Производственная практика (Научно-исследовательская работа).

## 2. Структура дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 академических часа (ов).

### Структура дисциплины для очной формы обучения

Объем дисциплины в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Семестр	Тип учебных занятий	Количество часов
6	Лекции	14
6	Практические занятия	14
	Всего:	28

Объем дисциплины в форме самостоятельной работы обучающихся составляет 44 академических часа(ов).

## 3. Содержание дисциплины

**Тема 1. Архитектуры систем параллельного программирования. Связи данных в параллельных алгоритмах.**

Параллельные архитектуры. Разделение и совместное использование адресного пространства. Статические и динамические связи данных. Зависимость данных и функциональный параллелизм.

**Тема 2. Оценка эффективности параллельных алгоритмов. Структуры параллельных систем.**

Эффективность использования параллелизма. Ускорение; закон Амдала. Многофазные сети и многомерные сетки, связи поперечными шинами. Протоколы согласования.

### Тема 3. Организация многопроцессного параллелизма

Создание и ликвидация, блокировка и разблокирование процессов. Механизмы предотвращения конфликтов в параллельных системах.

**Тема 4. Статическое и динамическое управление параллельными циклическими процессами.**

Распаралеливание циклов и управление параллельными циклами. Статическое чередование, блоки, общие счётчики.

## 4. Образовательные технологии

№	Наименование раздела	Виды учебных	Образовательные технологии
---	----------------------	--------------	----------------------------

п/п		занятий	
1	2	3	4
1	Архитектуры систем параллельного программирования. Связи данных в параллельных алгоритмах	Лекция  Практические занятия  Самостоятельная работа	Лекция-визуализация с применением слайд-проектора  Решение типовых задач для закрепления и формирования знаний, умений, навыков  Консультирование домашних заданий посредством электронной почты
2	Оценка эффективности параллельных алгоритмов. Структуры параллельных систем.	Лекция  Практические занятия  Самостоятельная работа	Лекция-визуализация с применением слайд-проектора  Решение типовых задач для закрепления и формирования знаний, умений, навыков  Консультирование домашних заданий посредством электронной почты
3	Организация многопроцессного параллелизма	Лекции  Практические занятия  Самостоятельная работа	Лекция-визуализация с применением слайд-проектора  Решение типовых задач для закрепления и формирования знаний, умений, навыков  Консультирование домашних заданий посредством электронной почты
4	Статическое и динамическое управление параллельными циклическими процессами.	Лекция  Практическое занятие  Самостоятельная работа	Лекция-визуализация с применением слайд-проектора  Решение типовых задач для закрепления и формирования знаний, умений, навыков  Консультирование домашних заданий посредством электронной почты

В период временного приостановления посещения обучающимися помещений и территории РГГУ для организации учебного процесса с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий могут быть использованы следующие образовательные технологии:

- видео-лекции;
- онлайн-лекции в режиме реального времени;
- электронные учебники, учебные пособия, научные издания в электронном виде и доступ к иным электронным образовательным ресурсам;
- системы для электронного тестирования;
- консультации с использованием телекоммуникационных средств.

## 5. Оценка планируемых результатов обучения

### 5.1 Система оценивания

Форма контроля	Макс. количество баллов	
	За одну работу	Всего
Текущий контроль: - практические задания 1-4	15 баллов	60 баллов

Промежуточная аттестация - зачет (ответы на вопросы)		40 баллов
<b>Итого за семестр</b>		<b>100 баллов</b>

Полученный совокупный результат конвертируется в традиционную шкалу оценок и в шкалу оценок Европейской системы переноса и накопления кредитов (European Credit Transfer System; далее – ECTS) в соответствии с таблицей:

100-балльная шкала	Традиционная шкала		Шкала ECTS
95 – 100	отлично	зачтено	A
83 – 94			B
68 – 82	хорошо		C
56 – 67	удовлетворительно		D
50 – 55			E
20 – 49	неудовлетворительно		не зачтено
0 – 19		F	

## 5.2 Критерии выставления оценки по дисциплине

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
100-83/ A,B	зачтено	<p>Выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, может продемонстрировать это на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения.</p> <p>Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «высокий».</p>
82-68/ C	зачтено	<p>Выставляется обучающемуся, если он знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его на занятиях и в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей.</p> <p>Обучающийся правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами.</p> <p>Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «хороший».</p>
67-50/ D,E	зачтено	<p>Выставляется обучающемуся, если он знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами.</p> <p>Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне –</p>

Баллы/ Шкала ECTS	Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
		«достаточный».
49-0/ F,FX	не зачтено	<p>Выставляется обучающемуся, если он не знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации.</p> <p>Обучающийся испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами.</p> <p>Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине.</p> <p>Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.</p> <p>Компетенции на уровне «достаточный», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</p>

### 5.3 Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

#### Текущий контроль

*Практические задания 1-4 см. в Планах практических занятий (п. 9.1).*

#### Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)

##### *Контрольные вопросы по дисциплине:*

1. Сущность, цели и виды параллельной обработки информации.
2. Архитектуры параллельных систем.
3. Разделение адресного пространства.
4. Совместное использование адресного пространства.
5. Статические и динамические связи параллельных процессов.
6. Операционные системы для параллельных вычислений.
7. Виды зависимости данных.
8. Данные и функциональный параллелизм.
9. Ускорение параллельных процессов, эффективность использования.
10. Закон Амдала, масштабируемость, изоэффективность.
11. Параллельные архитектуры с разделением памяти.
12. Системы шин и поперечные связи структур.
13. Многофазные сети.
14. Многомерные сетки.
15. Скрытые хранилища данных.
16. Протоколы согласования.
17. Создание и ликвидация процессов.
18. Блокировка и разблокирование процессов.
19. Механизм общих переменных.
20. Переменные-замки.
21. Гонки и их устранение.
22. Барьерная синхронизация.
23. Распараллеливание циклов.
24. Непрямое управление циклами.
25. Статическое блочное управление.
26. Управление методом статического чередования.
27. Динамическое управление с общим счётчиком.



## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Список источников и литературы

#### Литература

##### Основная

1. Грекул В. И. Проектирование информационных систем: учеб. пособие / В. И. Грекул, Г. Н. Денищенко, Н. Л. Коровкина. - М.: Интернет-Ун-т информ. технологий: БИНОМ, Лаб. знаний, 2008. - 303 с.
2. Заботина Н. Н. Проектирование информационных систем: Учебное пособие; ВО - Бакалавриат / Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016. - 331 с. - ВО - Бакалавриат. - [ЭБС Znanium.com]

##### Дополнительная

1. Воеводин В. В. Параллельные вычисления: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 510200 "Прикладная математика и информатика" / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. - СПб. : БХВ-Петербург, 2004. - 599 с.
3. Немнюгин, С. А., Стесик О.Л. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем - СПб: БХВ-Петербург, 2014. - 397 с. - [ЭБС Znanium.com]

### 6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

Национальная электронная библиотека (НЭБ) [www.rusneb.ru](http://www.rusneb.ru)  
 ELibrary.ru Научная электронная библиотека [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)  
 Cambridge University Press  
 SAGE Journals

### 6.3 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

Доступ к профессиональным базам данных: <https://liber.rsuh.ru/ru/bases>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс
2. Гарант

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обеспечения дисциплины используется материально-техническая база образовательного учреждения:

- для лекций: учебные аудитории, оснащённые доской, компьютером или ноутбуком, проектором (стационарным или переносным) для демонстрации учебных материалов.

Состав программного обеспечения:

1. Windows
2. Microsoft Office
3. Kaspersky Endpoint Security

- для практических занятий: компьютерный класс или лаборатория, оснащённые доской, компьютером или ноутбуком для преподавателя, компьютерами для обучающихся, проектором (стационарным или переносным) для демонстрации учебных материалов.

Состав программного обеспечения:

1. Windows
2. Microsoft Office
3. Microsoft Visual Professional 2019
4. Mozilla Firefox

## **8. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- для слепых и слабовидящих: лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением; письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или могут быть заменены устным ответом; обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; письменные задания оформляются увеличенным шрифтом; экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

- для глухих и слабослышащих: лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме; экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением; письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением; экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- для слепых и слабовидящих: в печатной форме увеличенным шрифтом, в форме электронного документа, в форме аудиофайла.

- для глухих и слабослышащих: в печатной форме, в форме электронного документа.

- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме, в форме электронного документа, в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

- для слепых и слабовидящих: устройством для сканирования и чтения с камерой SARA CE; дисплеем Брайля PAC Mate 20; принтером Брайля EmBraille ViewPlus;
- для глухих и слабослышащих: автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих; акустический усилитель и колонки;
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата: передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1; компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

## 9. Методические материалы

### 9.1 Планы практических занятий

#### **Тема 1. Архитектуры систем параллельного программирования. Связи данных в параллельных алгоритмах.**

**Цель занятия:** рассмотрение основных структур и алгоритмов

Форма проведения – решение типовых задач для закрепления и формирования знаний, умений, навыков

##### ***Практическое задание 1:***

1. Реализовать параллельный алгоритм модели конечных разностей с о статическими и динамическими связями данных.
2. Подготовить развернутый отчет о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Архитектуры параллельных систем.
2. Разделение адресного пространства.
3. Совместное использование адресного пространства.
4. Статические и динамические связи параллельных процессов.
5. Операционные системы для параллельных вычислений.
6. Виды зависимости данных.
7. Данные и функциональный параллелизм.

#### **Тема 2. Оценка эффективности параллельных алгоритмов. Структуры параллельных систем.**

**Цель занятия:** рассмотрение основных структур и алгоритмов

Форма проведения – решение типовых задач для закрепления и формирования знаний, умений, навыков

##### ***Практическое задание 2:***

1. Реализовать и сравнить параллельные алгоритмы для трёхфазной сети и трёхразмерной сетки.
2. Подготовить развернутый отчет о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Ускорение параллельных процессов, эффективность использования.
2. Закон Амдала, масштабируемость, изоэффективность.
3. Параллельные архитектуры с разделением памяти.
4. Системы шин и поперечные связи структур.
5. Многофазные сети.
6. Многомерные сетки.

### **Тема 3. Организация многопроцессного параллелизма**

**Цель занятия:** рассмотрение основных структур и алгоритмов

Форма проведения – решение типовых задач для закрепления и формирования знаний, умений, навыков

***Практическое задание 3:***

1. Реализовать и сравнить параллельные алгоритмы для блокирования и барьерной синхронизации процессов.
2. Подготовить развернутый отчет о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Скрытые хранилища данных.
2. Протоколы согласования.
3. Создание и ликвидация процессов.
4. Блокировка и разблокирование процессов.
5. Механизм общих переменных.
6. Переменные-замки.
7. Гонки и их устранение.
8. Барьерная синхронизация.

### **Тема 4. Статическое и динамическое управление параллельными циклическими процессами.**

**Цель занятия:** рассмотрение основных структур и алгоритмов

Форма проведения – решение типовых задач для закрепления и формирования знаний, умений, навыков

***Практическое задание 4:***

1. Реализовать и сравнить параллельные алгоритмы циклов для статического чередования и динамического управления с общим счётчиком.
2. Подготовить развернутый отчет о проделанной работе.

Контрольные вопросы:

1. Распараллеливание циклов.
2. Непрямое управление циклами.
3. Статическое блоковое управление.
4. Управление методом статического чередования.
5. Динамическое управление с общим счётчиком.

## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Системы параллельного программирования» реализуется на факультете Информационных систем и безопасности кафедрой информационных технологий и систем.

Цель дисциплины: приобретение знаний, навыков и умений в области параллельного программирования, систем и специализированных библиотек, реализующих программно-аппаратные реализации распараллеливания алгоритмов.

Задачи дисциплины:

1. Изучение принципов распараллеливания алгоритмов;
2. Изучение архитектур параллельных вычислительных систем;
3. Формирование представления о многопоточности и многозадачности в параллельных вычислениях;
4. Приобретение навыков и умений создания параллельных алгоритмов;
5. Изучение и приобретение навыков параллельного программирования.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

- ПК-3. Способен осуществлять поиск, изучение и разработку новых теоретических или практических проблем, сведений, относящихся к решению текущих научных исследований, производственных задач; в информационных средах находить, создавать основные элементы будущих математических структур или конструктивных математических моделей.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*Знать:* назначение и виды параллельной обработки информации; принципы построения и основные характеристики параллельных вычислительных структур; принципы и методы разделения и совместного использования адресного пространства различными процессами.

*Уметь:* определять виды данных и их связи; выбирать структуры параллельных систем, соответствующие специфике решаемой задачи; оценивать эффективность различных методик распараллеливания последовательных алгоритмов; создавать, ликвидировать, блокировать, разблокировать процессы, устранять явления гонок и клинчей.

*Владеть:* методами распараллеливания циклов; статическими и динамическими методами управления параллелизмом; инструментами замков, общих переменных, флагов, протоколов согласования при программировании параллельных процессов.

По дисциплине предусмотрена промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ<sup>1</sup>**

№	Текст актуализации или прилагаемый к РПД документ, содержащий изменения	Дата	№ протокола

---

<sup>1</sup> Для ОП ВО магистратуры изменения только за 2020 г.