Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Макаренко Елена Николаевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.08.2026 10:48:05
Уникальный программный ключ:
c098bc0c1041cb2a4cf926cf171d6715d99a6ae00adc8e27b55cbe1e2dbd7c78

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)»

УТВЕРЖДАЮ
Начальник
учебно-методического управления
Т.К. Платонова
«25» мая 2026 г.

**Рабочая программа дисциплины**
**Основы параллельного программирования**

Направление подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) программы бакалавриата
01.03.02.02 Математическое и программное обеспечение систем искусственного интеллекта

Для набора 2026 года

Квалификация
Бакалавр

КАФЕДРА **Информационных систем и прикладной информатики**

**Распределение часов дисциплины по семестрам / курсам**

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | **8 (4.2)** | | Итого | |
|---|---|---|---|---|
| Недель | 15 2/6 | | | |
| Вид занятий | УП | РП | УП | РП |
| Лекции | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Практические | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Итого ауд. | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Контактная работа | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Сам. работа | 191 | 191 | 191 | 191 |
| Часы на контроль | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Итого | 216 | 216 | 216 | 216 |

**ОСНОВАНИЕ**

Учебный план утвержден учёным советом Университета (протокол № 9 от 03.03.2026 г.).

Программу составил(и): к.э.н., доцент, Прохорова А.М.

Зав. кафедрой: д.э.н., профессор С.М. Щербаков

Методический совет: д.э.н., профессор Е.Н. Тищенко

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| | |
|---|---|
| 1.1 | формирование способности разрабатывать алгоритмы и программы параллельных и распределенных вычислений в информационных и автоматизированных системах, а также компоненты комплексов параллельной и распределенной обработки информации и автоматизированного проектирования. |

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ПК-2. Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта**

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**Знать:**

методы и инструменты параллельных и распределенных вычислений и программирования (соотнесено с индикатором ПК-2.1)

**Уметь:**

планировать процесс моделирования и вычислительного эксперимента (соотнесено с индикатором ПК-2.2)

**Владеть:**

практическими навыками параллельного программирования при решении профессиональных задач (соотнесено с индикатором ПК-2.3)

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Раздел 1. Виды и уровни параллелизма.

| № | Наименование темы, краткое содержание | Вид занятия / работы / форма ПА | Семестр / Курс | Количество часов | Компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.1 | Тема 1. Виды и уровни параллельности, их реализация в общедоступных компьютерных архитектурах и системах программирования. Обоснование необходимости и ограничения параллельных вычислений. Виды и уровни параллелизм. Наблюдение Мура Закон Амдала. Классификация параллельных вычислительных систем. Таксономия Флинна. | Лекционные занятия | 8 | 2 | ПК-2 |
| 1.2 | Тема 2. Профилирование параллельных программ. Моделирование и анализ параллельных вычислений. Показатели качества параллельных алгоритмов: ускорение, масштабируемость, пропускная способность Оценка вычислительной и коммуникационной трудоемкости алгоритма. Алгоритмы, ограниченные памятью (memory-bound) и вычислениями (compute-bound). | Лекционные занятия | 8 | 2 | ПК-2 |
| 1.3 | Тема 1. Распределенная обработка в ММР. Системы с массовым параллелизмом. Обмен сообщениями как основа межпроцессорных коммуникаций в системах с распределенной памятью. | Практические занятия | 8 | 2 | ПК-2 |
| 1.4 | Тема 2. Интерфейс MPI, группы процессов и коммуникаторы, двухточечные и коллективные обмены. Вычислительная парадигма MapReduce, фреймворк Apache Hadoop. | Практические занятия | 8 | 2 | ПК-2 |
| 1.5 | Параллельное программирование с использованием OpenMP | Самостоятельная работа | 8 | 32 | ПК-2 |
| 1.6 | Параллельные вычисления | Самостоятельная работа | 8 | 32 | ПК-2 |
| 1.7 | Параллельные вычисления и многопоточное программирование | Самостоятельная работа | 8 | 32 | ПК-2 |

### Раздел 2. Параллелизм

| № | Наименование темы, краткое содержание | Вид занятия / работы / форма ПА | Семестр / Курс | Количество часов | Компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.1 | Тема 3. Многопоточная обработка в SMP. Симметричные мультипроцессорные системы. Интерфейс OpenMP. Средства организации многопоточности в современных языках программирования, фреймворки и библиотеки времени исполнения. | Лекционные занятия | 8 | 4 | ПК-2 |
| 2.2 | Тема 3. Векторная обработка средствами SIMD и GPU. Векторные процессоры и наборы инструкций. Вычислительная SIMD-модель на основе наборов инструкций MMX/ | Практические занятия | 8 | 4 | ПК-2 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | SSE/AV.Оптимизирующие компиляторы с автоматической генерацией SIMD-инструкций. Аппаратура и программные интерфейсы для организации вычислений общего назначения на основе GPU. Платформа Nvidia CUDA. Стандарт OpenCL. | | | | |
| 2.3 | Теория и практика параллельных вычислений | Самостоятельная работа | 8 | 32 | ПК-2 |
| 2.4 | Программирование GPU при помощи Python и CUDA | Самостоятельная работа | 8 | 32 | ПК-2 |
| 2.5 | Современные технологии разработки распределенных вычислительных систем | Самостоятельная работа | 8 | 31 | ПК-2 |
| 2.6 | Подготовка к промежуточной аттестации | Экзамен | 8 | 9 | ПК-2 |

## 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Структура и содержание фонда оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Учебные, научные и методические издания

| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год | Библиотека / Количество |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Емельянов А. А. | Прикладная информатика: журнал | Москва: Синергия ПРЕСС, 2013 | ЭБС «Университетская библиотека онлайн» |
| 2 | Левин М. П. | Параллельное программирование с использованием OpenMP: учебное пособие | Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)\| Бином. Лаборатория знаний, 2008 | ЭБС «Университетская библиотека онлайн» |
| 3 | Антонов А. С. | Параллельное программирование с использованием технологии MPI: курс: учебное пособие | Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2008 | ЭБС «Университетская библиотека онлайн» |
| 4 | Туральчук К. А. | Параллельное программирование с помощью языка С: учебное пособие | Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016 | ЭБС «Университетская библиотека онлайн» |
| 5 | Фарафонов, А. С. | Программирование на языке высокого уровня: методические указания к проведению лабораторных работ по курсу «программирование» | Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013 | ЭБС «IPR SMART» |

### 5.2. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

ИСС «КонсультантПлюс»
ИСС «Гарант»
Национальная электронная библиотека (НЭБ), https://rusneb.ru/

### 5.3. Перечень программного обеспечения

Операционная система РЕД ОС
ОС Linux Ubuntu,
Библиотека MPI,
LibreOffice,
Octave,
ParaView

### 5.4. Учебно-методические материалы для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости по заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья учебно-методические материалы предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям здоровья и восприятия информации. Для лиц с нарушениями зрения: в форме аудиофайла; в печатной форме увеличенным шрифтом. Для лиц с нарушениями слуха: в форме электронного документа; в печатной форме. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в форме электронного документа; в печатной форме.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Помещения для всех видов работ, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения:

- столы, стулья;
- персональный компьютер / ноутбук (переносной);
- проектор;
- экран / интерактивная доска.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.

## 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические указания по освоению дисциплины представлены в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

**Приложение 1**

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## 1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

1.1. Показатели и критерии оценивания компетенций:

| ЗУН, составляющие компетенцию | Показатели оценивания | Критерии оценивания | Средства оценивания |
|---|---|---|---|
| ПК-2: Способен классифицировать и идентифицировать задачи искусственного интеллекта, выбирать адекватные методы и инструментальные средства решения задач искусственного интеллекта | | | |
| Знать методы и инструменты параллельных и распределенных вычислений и программирования | Назначения, архитектуры и принципов функционирования аппаратно-программных средств высокопроизводительной параллельной обработки информации. Языки и технологий параллельного и распределенного программирования. | Полнота и содержательность ответа<br>Умение приводить примеры | Вопросы к экзамену (1-10), опрос (вариант 1-4), практические задания (1-6) |
| Уметь планировать процесс моделирования и вычислительного эксперимента | Программные технологии и аппаратные архитектуры и концепции: OpenMP. MPI. SMP. MMP. SIMD. GPU | Полнота и содержательность ответа<br>Умение приводить примеры<br>Умение самостоятельно находить решение поставленных задач | Вопросы к экзамену (1-10), опрос (вариант 1-4), практические задания (1-6) |
| Владеть практическими навыками параллельного программирования при решении профессиональных задач | Параллельные декомпозиции вычислительных задач. Проектирование, реализацию и сопровождение программных компонентов параллельных и распределенных вычислительных систем для решения научно-технических задач в различных сферах профессиональной деятельности. | Полнота и содержательность ответа<br>Умение приводить примеры<br>Умение самостоятельно находить решение поставленных задач | Вопросы к экзамену (1-10), опрос (вариант 1-4), практические задания (1-6) |

1.2 Шкалы оценивания:

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация осуществляется в рамках накопительной балльно-рейтинговой системы в 100-балльной шкале:

84-100 баллов (оценка «отлично»),

67-83 баллов (оценка «хорошо»),

50-66 баллов (оценка «удовлетворительно»),

0-49 баллов (оценка «неудовлетворительно»).

## 2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

## Вопросы к экзамену

1. Способы параллельной обработки данных.
2. Закон Амдала, гипотеза Минского.
3. Ускорение и эффективность.
4. Информационная зависимость. Граф информационных зависимостей.
5. Концепция неограниченного параллелизма.
6. Крупноблочное распараллеливание.
7. Низкоуровневое распараллеливание. Разбиение итераций цикла.
8. Технология программирования OpenMP.
9. Система программирования MPI. (Общие функции. Функции передачи сообщений. Тупиковые ситуации. Коллективные взаимодействия процессов. Пересылка разнотипных данных.)
10. Гибридная модель параллельного программирования.

Экзаменационное задание включает 3 вопроса – один теоретический вопрос и два практико-ориентированных задания из числа приведенных ниже практических заданий.

**Критерии оценивания:**

– 84-100 баллов (оценка «отлично») – изложенный материал фактически верен, наличие глубоких исчерпывающих знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с поставленными программой курса целями и задачами обучения; правильные, уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой;

– 67-83 баллов (оценка «хорошо») – наличие твердых и достаточно полных знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с целями обучения, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала, допускаются отдельные логические и стилистические погрешности, обучающийся усвоил основную литературу, рекомендованную в рабочей программе дисциплины;

– 50-66 баллов (оценка «удовлетворительно») – наличие твердых знаний в объеме пройденного курса в соответствии с целями обучения, изложение ответов с отдельными ошибками, уверенно исправленными после дополнительных вопросов; правильные в целом действия по применению знаний на практике;

– 0-49 баллов (оценка «неудовлетворительно») – ответы не связаны с вопросами, наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

## Опрос

Вариант 1
Способы параллельной обработки данных.
Информационная зависимость.
Крупноблочное распараллеливание.

Вариант 2
Закон Амдала, гипотеза Минского.
Граф информационных зависимостей.
Низкоуровневое распараллеливание.

Вариант 3
Ускорение и эффективность.
Технология программирования OpenMP.
Гибридная модель параллельного программирования.

Вариант 4

Концепция неограниченного параллелизма.
Разбиение итераций цикла.
Система программирования MPI.

**Критерии оценивания:**
Максимальное количество баллов за опрос – 10 баллов.

- 8-10 б. – ответы на все три вопроса варианта даны верно;
- 6-7 б. – один ответ из 3-х с неточностями;
- 4-5 б. – 2 ответа из 3-х с неточностями;
- 2-3 б. – 3 ответа с неточностями;
- 0-1 б. – нет ответа на один вопрос из 3-х;

**Практические задания**

Практическое задание 1. Параллелизм и его использование. Построение графа информационных зависимостей Параллельный алгоритм умножения двух матриц.

Практическое задание 2. Технология программирования OpenMP. Задания на общие и защищенные переменные, разграничение доступа к переменным, конструкции разделения работ не итерационного типа, конструкции разделения работ итерационного типа, операции синхронизации работ.

Практическое задание 3. Технология программирования MPI. Задания на взаимодействие процессов типа "точка-точка", коллективное взаимодействие процессов, группы коммуникаторов, пересылку разнотипных данных.

Практическое задание 4. Параллельная программа, реализующая итерационный метод Удзавы для решения стационарной задачи Пуассона с использованием технологии MPI. Сравнить время работы последовательной и параллельной программы, найти ускорение, эффективность.

Практическое задание 5. Гибридная модель параллельного программирования. Параллельная программа решения СЛАУ одним из предложенных итерационных методов с использованием всех изученных возможностей технологий OpenMP и MPI. Сравнить время работы последовательной и параллельной программы, найти ускорение, эффективность.

Практическое задание 6. Параллельная программа вычисления определенного интеграла по заданной квадратурной формуле с использованием всех изученных возможностей технологии OpenMP.

**Критерии оценивания:**
Максимальное количество баллов за все практические задания – 90 баллов (6 заданий по 15 баллов).

- 13-15 б. – задание выполнено верно;
- 9-12 б. – при выполнении задания были допущены неточности, не влияющие на результат;
- 5-8 б. – при выполнении задания были допущены ошибки;
- 0-4 б. – при выполнении задания были допущены существенные ошибки.

**3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов освоения образовательной программы**

Процедуры оценивания включают в себя текущий контроль и промежуточную аттестацию.

**Текущий контроль** успеваемости проводится с использованием оценочных средств, представленных в п. 2 данного приложения. Результаты текущего контроля доводятся до сведения студентов до промежуточной аттестации.

**Промежуточная аттестация** проводится в форме экзамена.

Экзамен проводится по расписанию промежуточной аттестации. Количество вопросов в задании – 3. Проверка ответов и объявление результатов производится в день экзамена. Результаты

аттестации заносятся в ведомость и зачетную книжку студента. Студенты, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

**Приложение 2**

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебным планом предусмотрены следующие виды занятий:

- лекции;
- практические занятия.

В ходе лекционных занятий рассматриваются основные теоретические вопросы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям.

В ходе практических занятий углубляются и закрепляются знания студентов по ряду рассмотренных на лекциях вопросов, развиваются навыки практической работы.

При подготовке к практическим занятиям каждый студент должен:

– изучить рекомендованную учебную литературу;

– изучить конспекты лекций;

– подготовить ответы на все вопросы по изучаемой теме.

В процессе подготовки к практическим занятиям студенты могут воспользоваться консультациями преподавателя.

Вопросы, не рассмотренные на лекциях и практических занятиях, должны быть изучены студентами в ходе самостоятельной работы. Контроль самостоятельной работы студентов над учебной программой курса осуществляется путем опроса и выполнения практических заданий. В ходе самостоятельной работы каждый студент обязан прочитать дополнительную литературу по изучаемой теме, дополнить конспекты лекций недостающим материалом, выписками из рекомендованных первоисточников, выделить непонятные термины, найти их значение в энциклопедических словарях.

Студент должен готовиться к предстоящему практическому занятию по всем обозначенным в рабочей программе дисциплины вопросам.

Для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации студенты могут воспользоваться электронно-библиотечными системами. Также обучающиеся могут взять на дом необходимую литературу на абонементе университетской библиотеки или воспользоваться читальными залами.