

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Математического обеспечения ЭВМ



Абрамов Г. В.
23.03.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.04 Параллельное программирование

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:
02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии
2. Профиль подготовки/специализация:
Инженерия программного обеспечения
3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: МО ЭВМ
6. Составители программы: Каплиева Наталья Алексеевна
кандидат физико-математических наук, доцент
7. Рекомендована: НМС факультета ПММ протокол №5 от 22.03.2024 г.

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2026/2027

Семестр(ы): 5

9. Цели и задачи учебной дисциплины: Цели дисциплины – освоение базовых знаний по вопросам организации параллельных вычислительных систем, а также основных технологий организации параллельных вычислений в системах с распределенной или общей оперативной памятью.

Объектами изучения в данной дисциплине являются: основные принципы организации параллельной обработки данных; модели, методы и технологии параллельного программирования; средства и методы отладки параллельных приложений; библиотеки, надстройки к компиляторам для создания параллельных приложений.

Основными **задачами** изучения дисциплины являются:

- знакомство с основными направлениями в области организации параллельных вычислений;
- знакомство с технологиями параллельного программирования;
- приобретение навыков параллельного программирования.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина «Параллельное программирование» входит в вариативную часть программы бакалавриата и является дисциплиной по выбору. Изучение данного курса должно базироваться на знаниях студентами материала дисциплин «Информатика», «Языки и методы программирования», «Объектно-ориентированное программирование», «Операционные системы», изучаемых в рамках программы подготовки бакалавра.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

| Компетенция | | Планируемые результаты обучения |
|-------------|--|--|
| Код | Название | |
| ОПК-4 | способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности | Знать классификацию архитектур вычислительных систем, основные методы разработки программного обеспечения, стандарты оформления программной документации и причины нарушения компьютерной безопасности; Уметь использовать научные и методические ресурсы сети интернет для разработки программного обеспечения и программной документации с учетом требований информационной безопасности Владеть навыками системного и объектно-ориентированного программирования для решения стандартных прикладных задач в профессиональной деятельности. |
| ПК-7 | способность к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения | Знать основные типы технологий параллельных вычислений, область их применимости, базовые параллельные алгоритмы, особенности их реализации для высокопроизводительных вычислений; Уметь адаптировать типовые алгоритмы для решения конкретных задач, реализовывать параллельные алгоритмы с помощью технологий как с общей, так и с распределенной памятью; Владеть базовыми средствами разработки программного обеспечения для параллельных вычислительных систем. |

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 3/108.

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) зачет с оценкой.

13. Виды учебной работы

| Вид учебной работы | | Трудоемкость | |
|--|--------------|--------------|--------------|
| | | Всего | По семестрам |
| | | | 7 семестр |
| Аудиторные занятия | | 32 | 32 |
| в том числе: | лекции | 16 | 16 |
| | практические | | |
| | лабораторные | 16 | 16 |
| Самостоятельная работа | | 76 | 76 |
| в том числе: курсовая работа (проект) | | | |
| Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – __ час.) | | | |
| Итого: | | 108 | 108 |

13.1. Содержание дисциплины

| п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины |
|-------------------------------|--|--|
| 1. Лекции | | |
| 1.1 | Общая характеристика параллельных вычислительных систем. | Классификация вычислительных систем. Процессы и потоки. |
| 1.2 | Создание потоков. | Создание потоков средствами операционной системы. Создание потоков средствами языка программирования |
| 1.3 | Проектирование параллельных взаимодействующих процессов. | Атомарный доступ: семейство Interlocked-функций. Синхронизация потоков с использованием объектов ядра. |
| 3. Лабораторные работы | | |
| 3.1 | Создание потоков. | Создание потоков средствами операционной системы. |
| 3.2 | Создание потоков. | Создание потоков средствами языка программирования |
| 3.3 | Проектирование параллельных взаимодействующих процессов. | Атомарный доступ: семейство Interlocked-функций. |
| 3.4 | Проектирование параллельных взаимодействующих процессов. | Синхронизация потоков с использованием объектов ядра. |
| 3.5 | Классические задачи параллельного программирования | Производители-Потребители. Читатели-Писатели. Обедаящие философы. Спящий парикмахер. |

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Виды занятий (часов) | | | | Всего |
|--------|--|----------------------|--------------|--------------|------------------------|-------|
| | | Лекции | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | |
| 1 | Общая характеристика параллельных вычислительных систем. | 2 | | | 6 | 8 |
| 2 | Создание потоков. | 6 | | 8 | 34 | 48 |
| 3 | Проектирование параллельных взаимодействующих процессов. | 8 | | 8 | 36 | 52 |
| Итого: | | 16 | | 16 | 76 | 108 |

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа с конспектами лекций, выполнение практических и лабораторных заданий, заданий текущей и промежуточной аттестаций.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины *(список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)*

а) основная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 1 | Туральчук, К.А. Параллельное программирование с помощью языка C# / К.А. Туральчук. - 2-е изд., испр. – М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 190 с. : – URL: https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&id=429098 (16.09.2016). |
| 2 | Алексеев, А.А. Основы параллельного программирования с использованием Visual Studio 2010 / А.А. Алексеев. - 2-е изд., испр. – М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 332 с. – URL: https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&id=428829 (16.09.2016). |
| 3 | Биллиг, В.А. Параллельные вычисления и многопоточное программирование / В.А. Биллиг. - 2-е изд., испр. – М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 311 с. – URL: https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&id=428948 (16.09.2016). |
| 4 | Левин, М.П. Параллельное программирование с использованием OpenMP : учебное пособие / М.П. Левин. – М. : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2008. - 120 с. – URL: https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&id=233111 (16.09.2016). |
| 5 | Антонов, А.С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI : курс / А.С. Антонов. – М. : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2008. - 71 с. – URL: https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book&id=233577 (16.09.2016). |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 6 | Хьюз К. Параллельное и распределенное программирование с использованием C++ / К. Хьюз, Т. Хьюз. – М. : Вильямс, 2004. – 672 с. |
| 7 | Параллельное программирование в MPI / В.Д. Корнеев. – М. ; Ижевск : Ин-т компьютерных исследований, 2003. – 303 с. |

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 8 | www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ |
| 9 | Богачёв К.Ю. Основы параллельного программирования: учебное пособие / К.Ю. Богачёв – М. : "Лаборатория знаний", 2013. – 342 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42626 |
| 10 | Федотов И.Е. Модели параллельного программирования. – М. : СОЛОН-Пресс, 2012. – 384 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=13807 |

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

| № п/п | Источник |
|-------|--|
| 1 | Энтони Уильямс Параллельное программирование на C++ в действии. Практика разработки многопоточных программ: учебное пособие. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 672 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4813 |

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

Для реализации учебного процесса используется бесплатная полнофункциональная интегрированная среда разработки Visual Studio Community 2015.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Мультимедийная лекционная аудитория (корп. 1, ауд. 433), рабочее место преподавателя ПК Intel Pentium DualCore, мультимедиа-проектор Optoma EP780, микрофон, аудиосистема. Доски меловые 2 шт., столы 60 шт., лавки 30 шт. доступ к фондам учебно-методической документации, электронным библиотечным системам, выход в Интернет.

2. Компьютерный класс (корп. 1, ауд. 20) Коммутатор HP ProCurve 1400-24G, Мультимедиа-проектор Acer x1161, ПК Intel Core i3 4160 (3600) (14 шт.), ПК AMD Phenom II X4 (10 шт.), ПК AMD Athlon 64 X2 (1 шт.). Специализированная мебель; столы 16 шт, стулья 20 шт., доступ к фондам учебно-методической документации, электронным библиотечным системам, выход в Интернет.

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

| Код и содержание компетенции (или ее части) | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков) | Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование) | ФОС* (средства оценивания) |
|---|--|--|---|
| ОПК-4, способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности | Знать классификацию архитектур вычислительных систем, основные методы разработки программного обеспечения, стандарты оформления программной документации и причины нарушения компьютерной безопасности; Уметь использовать научные и методические ресурсы сети интернет для разработки программного обеспечения и программной документации с учетом требований информационной безопасности Владеть навыками системного и объектно-ориентированного программирования для решения стандартных прикладных задач в профессиональной деятельности. | Разделы 1–3 Общая характеристика параллельных вычислительных систем. Создание потоков. Проектирование параллельных взаимодействующих процессов. | КИМы (для проведения текущей и итоговой аттестации) Задания для лабораторных работ |
| ПК-7, способность к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного | Знать основные типы технологий параллельных вычислений, область их применимости, базовые параллельные алгоритмы, особенности их реализации для высокопроизводительных вычислений; Уметь адаптировать типовые алгоритмы для решения конкретных задач, реализовывать параллельные алгоритмы с помощью технологий, как с общей, так и с распределенной | Разделы 1–3 Общая характеристика параллельных вычислительных систем. Создание потоков. Проектирование параллельных взаимодействующих процессов. | КИМы (для проведения текущей и итоговой аттестации) Задания для лабораторных работ |

| | | | |
|---------------------------------|--|--|--|
| программного обеспечения | памятью; Владеть базовыми средствами разработки программного обеспечения для параллельных вычислительных систем. | | |
| Промежуточная аттестация | | | КИМы для проведения текущей аттестации |

* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Пример:

Для оценивания результатов обучения на экзамене/зачете используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

1. Знание основных типов технологий параллельных вычислений, область их применимости, базовые параллельные алгоритмы, особенности их реализации для высокопроизводительных вычислений;
2. Уметь адаптировать типовые алгоритмы для решения конкретных задач, реализовывать параллельные алгоритмы с помощью технологий, как с общей, так и с распределенной памятью;
3. Владение базовыми средствами разработки программного обеспечения для параллельных вычислительных систем.

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

| Критерии оценивания компетенций | Уровень сформированности компетенций | Шкала оценок |
|---|--------------------------------------|----------------|
| Сформированные знания основных типов технологий параллельных вычислений, область их применимости, базовые параллельные алгоритмы, особенности их реализации для высокопроизводительных вычислений. Сформированные умения адаптировать типовые алгоритмы для решения конкретных задач, реализовывать параллельные алгоритмы с помощью технологий, как с общей, так и с распределенной памятью; Сформированные навыки владения базовыми средствами разработки программного обеспечения для параллельных вычислительных систем | <i>Повышенный уровень</i> | <i>Отлично</i> |
| Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания основных типов технологий параллельных вычислений, область их применимости, базовые параллельные алгоритмы, особенности их реализации для высокопроизводительных вычислений. Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, умения адаптировать типовые алгоритмы для решения конкретных задач, реализовывать параллельные алгоритмы с помощью технологий, как с общей, так и с распределенной памятью; | <i>Базовый уровень</i> | <i>Хорошо</i> |

| | | |
|---|--------------------------|----------------------------|
| Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, навыки владения базовыми средствами разработки программного обеспечения для параллельных вычислительных систем | | |
| Неполное представление об основных типах технологий параллельных вычислений, области их применимости, базовых параллельных алгоритмах, особенностях их реализации для высокопроизводительных вычислений. Успешное, но не системное умение адаптировать типовые алгоритмы для решения конкретных задач, реализовывать параллельные алгоритмы с помощью технологий, как с общей, так и с распределенной памятью; Неполное представление о базовых средствах разработки программного обеспечения для параллельных вычислительных систем. | <i>Пороговый уровень</i> | <i>Удовлетворительно</i> |
| Фрагментарные знания или отсутствие знаний. Фрагментарные умения или отсутствие умений. Фрагментарные навыки или отсутствие навыков | – | <i>Неудовлетворительно</i> |

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

19.3.1 Примеры контрольных работ

Тема «Параллелизм в вычислительных системах»

Вариант 1

Задание 1

Опишите классификация вычислительных систем (систематика Флинна).

Задание 2

Опишите алгоритм использования объекта синхронизации «Мьютекс».

Вариант 2

Задание 1

Опишите классификацию многопроцессорных систем, основанную на используемых способах организации оперативной памяти в этих системах

Задание 2

Опишите алгоритм использования объекта синхронизации «Событие».

19.3.2 Примеры лабораторных работ

1. Разработайте и реализуйте параллельный алгоритм для вычисления определенного интеграла методом трапеций.

Вариант 1. Потоки создаются с помощью WinAPI функций.

Вариант 1. Потоки создаются с помощью специализированных классов языка программирования.

2. Разработайте и реализуйте алгоритм синхронизированного доступа к стеку, используя объект синхронизации «Семафор».

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: устного опроса; защиты лабораторных работ, выполнения контрольных работ.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме зачета с оценкой и экзамена. Для получения положительной итоговой оценки необходимо выполнение всех лабораторных и контрольных работ.

При оценивании используется следующая шкала:

5 баллов ставится, если обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач;

4 балла ставится, если обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач;

3 балла ставится, если обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач;

2 балла ставится, если обучающийся демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям.