

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой программного обеспечения  
и администрирования информационных систем



Артемов М. А.

08.06.2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
Б1.В.ДВ.06.02 Разработка многопоточных приложений

**1. Шифр и наименование направления подготовки:**

02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

**2. Магистерская программа:** Информационные системы и базы данных

**3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

программного обеспечения и администрирования информационных систем

**6. Составители программы:** Золотарев Сергей Владимирович, к.ф.-м.н.

**7. Рекомендована:** НМС факультета ПММ протокол № 10 от 18.06.2018 г

**8. Учебный год:** 2018/2019

**Семестр(ы):** 7

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:** Цель курса - приобретение знаний и навыков в области проектирования многопоточных приложений

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** (цикл, к которому относится дисциплина, требования к входным знаниям, умениям и компетенциям, дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей)

Целью курса является приобретение базовых знаний и навыков в области разработки многопоточных приложений.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные способы объектов синхронизации;
- методы организации выполнения нескольких потоков;
- методы обработки ошибок при работе во многих потоках. Уметь:
- выбирать оптимальных объекты синхронизации для конкретной ситуации; □ безопасно организовывать работу приложения в многопоточной среде.

Владеть: навыками создания многопоточных приложений.

### 11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

ОПК-7	способность использовать знания основных концептуальных положений функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования, методов, способов и средств разработки программ в рамках этих направлений	Знать: основные управляющие конструкции языка C/C++, типы данных и операторы языка C++, методы проектирования приложений на языке C/C++, принципы объектно-ориентированного и обобщенного программирования на языке C/C++, типы контейнеров и алгоритмы стандартной библиотеки. Уметь: проектировать и реализовать приложение на языке C/C++, в том числе с использованием методов ООП, выбрать оптимальный контейнер данных и реализовать приложение с использованием алгоритмов стандартной библиотеки. Владеть: навыками практического программирования конкретных задач с использованием языка программирования C/C++.
ОПК-10	способность использовать знания методов архитектуры, алгоритмов функционирования систем реального времени	Знать: основные управляющие конструкции языка C/C++, типы данных и операторы языка C++, методы проектирования приложений на языке C/C++, принципы объектно-ориентированного и обобщенного программирования на языке C/C++, типы контейнеров и алгоритмы стандартной библиотеки. Уметь: проектировать и реализовать приложение на языке C/C++, в том числе с использованием методов ООП, выбрать оптимальный контейнер данных и реализовать приложение с использованием алгоритмов стандартной библиотеки. Владеть: навыками практического программирования конкретных задач с использованием языка программирования C/C++.

### 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 3/108. 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)	
	Всего	Сем.7
Аудиторные занятия	34	34
в том числе:		
лекции		
лабораторные	34	34
практические		
Самостоятельная работа	74	74
<b>Итого:</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
Форма промежуточной аттестации		Зачет с оценкой

### 13.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
<b>2. Практические занятия</b>		
2.1	Введение в параллельное программирование с использованием MPI.	Операции обмена сообщениями. Организация MPICH. Подпрограммы MPI_Init, MPI_Finalize, MPI_Comm_size, MPI_Comm_rank, MPI_Send, MPI_Recv. Структура MPI программы.
2.2	Обмен данными в MPI. Двухточечный обмен сообщениями.	Стандартная передача. Синхронная передача. Буферизованная передача. Передача «по готовности». Совместные прием и передача. Блокирующие и неблокирующие операции.
2.3	Коллективный обмен данными.	Управление окружающей средой. Таймеры и синхронизация. Широковещательная рассылка. Операция приведения и сканирования.
2.4	Обмен с синхронизацией. Управление областью взаимодействия и группой процессов.	Создание групп процессов. Получение информации о группе. Управление коммутаторами. Операции обмена между группами процессов.
2.5	Определяемые пользователем типы данных и упаковка данных. Строители типов.	MPI_Type_extent, MPI_Type_size, MPI_Type_contiguous, MPI_Type_vector, MPI_Type_hvector, MPI_Type_commit, MPI_Type_indexed, MPI_Type_hindexed, MPI_Type_struct
2.6	Виртуальные топологии.	Понятие виртуальной топологии. Перекрытие топологий. Функции декартовых топологий. MPI_Cart_create, MPI_Cartdim_get, MPI_Cart_get, MPI_Cart_rank, MPI_Cart_coords, MPI_Cart_shift.
2.7	Пример использования виртуальной топологии.	Произведение двух матриц в топологии "двухмерная решетка".
2.8	Примеры реализации и оценки параллельных алгоритмов.	Параллельные методы умножения матрицы на вектор. Параллельные методы матричного умножения. Параллельные методы сортировки. Параллельные методы на графах.
<b>3. Лабораторные работы</b>		
3.1	Установить Visual Studio	Установить и настроить среду разработки

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Лабораторные	Практические	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение в параллельное программирование с использованием MPI.		4		4	8
2	Обмен данными в MPI. Двухточечный обмен сообщениями.		4		10	14
3	Коллективный обмен данными.		4		10	14
4	Обмен с синхронизацией. Управление областью взаимодействия и группой процессов.		4		10	14

5	Определяемые пользователем типы данных и упаковка данных. Строители типов.		4		10	14
6	Виртуальные топологии.		4		10	14
7	Пример использования виртуальной топологии.		4		10	14
8	Примеры реализации и оценки параллельных алгоритмов.		6		10	16
Итого:			54		54	108

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа с конспектами практических заданий для самостоятельной работы, выполнение лабораторных работ по дисциплине, использование рекомендованной литературы и методических материалов, в том числе находящихся в личном кабинете.

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Туральчук К.А. Параллельное программирование с помощью языка C# / К. А. Туральчук. – Москва : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016, 190с. // "Университетская библиотека online": электронно – библиотечная система . — URL : <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	Богачев К.Ю. Основы параллельного программирования : учебное пособие/ К.Ю.Богачев – Москва, 2013. <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
3	Сальников А.М. Введение в параллельные вычисления. Основы программирования на языке Си с использованием интерфейса MPI / А.М.Сальников, Е.А. Ярошенко, О.С. Гребенник, С.В.Спиридонов – Москва, 2010. <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
4	Гергель В.П. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем: учебник для вузов / В.П.Гергель – Москва : Изд-во Московского университета, 2010. – 543с.
5	Немнюгин, С. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем / С. Немнюгин, О. Стесик. — Санкт-Петербург : БХВ – Петербург, 2002. — 396 с.
6	Воеводин, В.В. Параллельные вычисления : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлению 510200 "Прикладная математика и информатика" / В.В. Воеводин, Вл.В. Воеводин. — Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2002.
7	Параллельное программирование : Message Passing Interface : справ. материалы: Для студ. 3 к. д/о / Воронеж. гос. ун-т. Каф. информ. систем; Сост. В.В.Фертиков. Ч. 1. — 2002. — 56 с.
8	Параллельное программирование : Message Passing Interface: Справ. материалы: Для студ. 3 к. д/о / Воронеж. гос. ун-т. Каф. информ. систем. Сост. В.В. Фертиков. Ч. 2. — 2002. — 36 с.
9	Параллельное программирование в MPI : учебно-методическое пособие для вузов : [для проведения лаб. занятий по предмету "Параллельное программирование" со студ. 4 к. д/о специальности 010503-математическое обеспечение и администрирование информационных систем] / Воронеж. гос. ун-т ; сост. Г.Э. Вошинская. — Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2011. — 69 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
10	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – <a href="http://www.lib.vsu.ru/">http://www.lib.vsu.ru/</a>
11	ЭБС «Издательство Лань» <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Воронина И.Е., Огаркова Н.В. Программирование – Образовательный портал ВГУ: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2797">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2797</a> Режим доступа: личный кабинет студента
2	Воронина И.Е., Огаркова Н.В. Курсовая работа по программированию– Образовательный портал ВГУ: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2797">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2797</a> Режим доступа: личный кабинет студента

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

ОС Windows, Microsoft Visual Studio 2015, библиотека MPI.

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Аудитория с проектором, доска, лаборатория с компьютерами.

## 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-7); способность использовать знания основных концептуальных положений функционального, логического, объектноориентированного и визуального направлений программирования, методов, способов и средств	Знать: идеи, лежащие в основе распараллеливания алгоритмов; основные особенности архитектуры компьютеров, используемые в параллельном программировании; алгоритмы, используемые в параллельном программировании.	Разделы 1 - 12	Комплект КИМ.
	Уметь: выбрать подходящий алгоритм	— « —	

разработки программ в рамках этих направлений	при решении поставленной задачи; реализовать выбранный алгоритм, используя системные средства среды разработки.		лабораторного практикума.
(ОПК-10) способностью использовать знания методов архитектуры, алгоритмов функционирования систем реального времени.	Знать: идеи, лежащие в основе распределенной обработки данных; основные идеи параллельности и и конвейерности обработки данных.	— « —	Комплект КИМ.
	Уметь: использовать навыки выбора, проектирования, реализации, оценки качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях.	— « —	Выполнение индивидуальных заданий лабораторного практикума.
	Владеть: навыками проектирования, реализации параллельных программ.	— « —	Выполнение индивидуальных заданий лабораторного практикума.
<b>Промежуточная аттестация</b>			Комплект КИМ

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

Для оценивания результатов обучения на экзамене/зачете используются следующие показатели:

- 1) владение навыками реализации программ с использованием системных средств среды разработки;
- 2) знание основных идей распределенной обработки данных;
- 3) знание и умение реализовать алгоритмы, параллельной обработки данных; 4) знание теоретического материала.

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

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Отличное знание теоретического материала, правильное и эффективное решение задачи, правильные ответы на тестовые вопросы. Должны быть выполнены ВСЕ лабораторные работы по дисциплине <i>Параллельное программирование</i> .	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>

Хорошее знание теоретического материала, в целом правильное решение задачи. НО: допускает незначительные ошибки в решении задачи. Должны быть выполнены ВСЕ лабораторные работы по дисциплине <i>Параллельное программирование</i> .	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Решение задачи не доведено до конца или недостаточное знание теоретического материала, ошибки в тестах Неоптимальное	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
решение задачи и недостаточное владение теоретическим материалом.		
Не выполнены задачи лабораторного практикума или серьезные пробелы в знании теоретического материала по дисциплине <i>Параллельное программирование</i> .	–	<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 Перечень вопросов к зачету:**

1. Параллельные компьютеры и супер-ЭВМ.
2. Краткая история появления параллелизма в архитектуре ЭВМ.
3. Архитектура высокопроизводительных ЭВМ. Классификация Флинна.SISD- SIMD- MISD- MIMD- компьютеры. Основные элементы архитектуры высокопроизводительных систем. Суперскалярные процессоры. RISC- процессоры. Процессоры со сверхдлинным командным словом..
4. Организация оперативной памяти. Связь между элементами параллельных вычислительных систем. Статические топологии. Маршрутизация. Динамические топологии. Методы коммутации.
5. Особенности программирования параллельных вычислений. Последовательная и параллельная модели программирования. Парадигмы параллельного программирования. Параллелизм данных. Параллелизм задач.
6. Разработка параллельного алгоритма. Декомпозиция. Проектирование коммуникаций между задачами. Укрупнение. Планирование вычислений. Количественные характеристики быстродействия. Программные средства высокопроизводительных вычислений.
7. Введение в параллельное программирование с использованием MPI. Операции обмена сообщениями. Организация MPICH. Подпрограммы MPI\_INIT, MPI\_FINALIZE, MPI\_COMM\_SIZE, MPI\_COMM\_RANK, MPI\_SEND, MPI\_RECV. Структура MPI-программы.
8. Обмен данными в MPI. Двухточечный обмен сообщениями. Стандартная передача. Синхронная передача. Буферизованная передача. Передача «по готовности».
9. Совместные приём и передача.
10. Управление окружающей средой. Таймеры и синхронизация. Широковещательная рассылка. Операция приведения и сканирования.
11. Коллективный обмен данными. Обмен с синхронизацией. Управление областью взаимодействия и группой процессов. Создание групп процессов. Получение информации о группе. Управление коммутаторами. Операции обмена между группами процессов.
12. Виртуальные топологии. Перекрытие топологий. Функции декартовых топологий.
13. Определяемые пользователем типы данных и упаковка данных. Строители типов.
14. Ввод и вывод. Библиотека ROMIO. Пример вычисления произведения двух матриц в различных топологиях.

#### **19.3.2 Перечень практических заданий**

Иллюстрируется на примере КИМ ПРИМЕРЫ  
КИМ

Вопросы

1. Потоки в Windows.
2. Основные объекты синхронизации.

### 19.3.3 Перечень заданий для лабораторных работ

Иллюстрируется на примерах индивидуальных заданий

#### Пример задания № 1

Требуется вычислить значения суммы ряда в  $n$  точках заданного интервала  $[A, B]$  с точностью  $\varepsilon$ . Процесс-мастер вводит с клавиатуры  $A, B, \varepsilon$  и  $n$ , вычисляет аргументы  $x_1=A, x_2, \dots, x_n=B$  и рассылает каждому процессу  $n/k$  ( $k$  – количество запущенных процессов) значений, используя функцию `MPI_Scatter` и значение  $\varepsilon$  с помощью функции `MPI_Bcast`. Каждый процесс вычисляет значения функции в полученных точках и отправляет процессу-мастеру с помощью функции `MPI_Gather`. Процесс-мастер выводит полученные результаты и точные значения функции в соответствующих точках в виде таблицы.  $\sin(x) \quad x^2 \quad x^4 \quad x^6$

\_\_\_\_\_ □ / □ □ □ □ ... \_\_\_\_\_

$x \quad 3! \quad 5! \quad 7! \quad (R=\square)$ .

#### Пример задания № 2 Получить результат операции

пересечения двух множеств, хранимых как вектора произвольной длины.

#### Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если задача решена правильно (возможно с небольшими недочетами);
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если задача решена правильно с небольшими недочетами при выборе алгоритма или реализации;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если программа работает, но алгоритм не полностью соответствует поставленной задаче, либо в реализации допущены ошибки;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не выполняются вышеуказанные критерии оценки.

### 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 форме сдачи лабораторных заданий.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя вопросы, позволяющие оценить степень сформированности умений и навыков.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.