



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**

Институт математики и информационных технологий  
Кафедра информационных технологий



**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Б1.В.06 Параллельное программирование**

Направление подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) подготовки	Системы искусственного интеллекта
Квалификация выпускника	бакалавр
Форма обучения	очная

Иркутск 2024 г.

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цели и задачи: ознакомление студентов с различными методами, языками и средствами параллельного программирования на вычислительных системах, формирование практических умений и навыков, необходимых для приобретения квалификации бакалавра прикладной информатики, формирование ключевых профильных компетенций.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Учебная дисциплина Б1.В.10 Параллельное программирование относится к части Блока 1 образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

## **3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем:

ПК-3 Способен применять современные информационные технологии при проектировании, реализации, оценке качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях;

ПК-5 Способен использовать основные концептуальные положения функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования, методы, способы и средства разработки программ в рамках этих направлений.

## 4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетных ед., 144 час.

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

### 4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

Раздел дисциплины / тема	Виды учебной работы			Самост. работа	Формы текущего контроля; Формы промежут. аттестации
	Контактная работа преподавателя с обучающимися				
	Лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия		
Тема 1. Введение в параллельное программирование, обзор технологий.	3	3		8	
Тема 2. Эффективность вычислений: переносимость и масштабирование, оптимизация систем параллельных вычислений.	3	3		8	
Тема 3. Стандарт интерфейса передачи сообщений MPI.	3	3		8	
Тема 4. Функции без взаимодействия.	3	3		8	
Тема 5. Функции индивидуального взаимодействия с блокировкой.	3	3		8	
Тема 6. Функции индивидуального взаимодействия без блокировки.	3	3		8	
Тема 7. Функции коллективного взаимодействия.	3	3		8	
Тема 8. Работа с группами и коммутаторами.	3	3		8	
Тема 9. Виртуальные топологии.	6	6		12	
Итого (7 семестр):	30	30		76	зач.с оц.

### 4.2. Содержание учебного материала

Тема 1. Введение в параллельное программирование, обзор технологий.

Область применения параллельных и распределенных систем. Программные и аппаратные средства для создания параллельных и распределенных вычислительных систем.

Современные технологии параллельных вычислений.

Построение алгоритмов параллельной обработки данных.

Разбиение задачи. Определение участков, пригодных к распараллеливанию.

Группировка функционала по процессам. Определение структуры передаваемых данных. Оценка производительности. Общие методы оценки производительности параллельных и распределенных вычислительных систем.

Тема 2. Эффективность вычислений: переносимость и масштабирование, оптимизация систем параллельных вычислений.

Оценка оптимальности механизма параллельных вычислений. Оценка оптимальности структуры передаваемых данных, оптимизация систем параллельных вычислений. Методы оптимизации алгоритмов параллельных и распределенных систем. Методы оптимизации структуры передаваемых данных.

Тема 3. Стандарт интерфейса передачи сообщений MPI.

Библиотека MPI, способы построения параллельных приложений на основе механизма обмена сообщениями. Базовые понятия, терминология.

Тема 4. Функции без взаимодействия.

Сервисные и вспомогательные функции MPI

Функции индивидуального взаимодействия. Типизация сообщений. Понятие блокировки. Работа с тупиковыми ситуациями.

Тема 5. Функции индивидуального взаимодействия с блокировкой.

Типизация сообщений. Понятие блокировки. Работа с тупиковыми ситуациями.

Тема 6. Функции индивидуального взаимодействия без блокировки.

Особенности использования, специфика построения неблокирующихся приложений.

Тема 7. Функции коллективного взаимодействия.

Передача данных "от одного многим", передача данных "от многих к одному", стандартные глобальные операции, слияние и разбиение данных, определение новых глобальных операций.

Тема 8. Работа с группами и коммутаторами.

Управление группами, создание коммутаторов на основе групп. Перенумерация процессов.

Тема 9. Виртуальные топологии.

Топологии параллельных вычислительных систем. Виртуальные топологии MPI: декартова топология, топология графа.

### **4.3. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего образования. Согласно требованиям нормативных документов самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, научно-исследовательской деятельности, подготовки к семинарам, лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов. Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ. Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие задачи:

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;
- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;
- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;
- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;
- развитие навыков самоорганизации;
- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

**Подготовка к лекции.** Качество освоения содержания конкретной дисциплины прямо зависит от того, насколько студент сам, без внешнего принуждения формирует у себя установку на получение на лекциях новых знаний, дополняющих уже имеющиеся по данной дисциплине. Время на подготовку студентов к двухчасовой лекции по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к практическому занятию.** Подготовка к практическому занятию включает следующие элементы самостоятельной деятельности: четкое представление цели и задач его проведения; выделение навыков умственной, аналитической, научной деятельности, которые станут результатом предстоящей работы. Выработка навыков осуществляется с помощью получения новой информации об изучаемых процессах и с помощью знания о том, в какой степени в данное время студент владеет методами исследовательской деятельности, которыми он станет пользоваться на практическом занятии. Подготовка к практическому занятию нередко требует подбора материала, данных и специальных источников, с которыми предстоит учебная работа. Студенты должны дома подготовить к занятию 3–4 примера формулировки темы исследования, представленного в монографиях, научных статьях, отчетах. Затем они самостоятельно осуществляют поиск соответствующих источников, определяют актуальность конкретного исследования процессов и явлений, выделяют основные способы доказательства авторами научных работ ценности того, чем они занимаются. В ходе самого практического занятия студенты сначала представляют найденные ими варианты формулировки актуальности исследования, обсуждают их и обосновывают свое мнение о наилучшем варианте. Время на подготовку к практическому занятию по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к семинарскому занятию.** Самостоятельная подготовка к семинару направлена: на развитие способности к чтению научной и иной литературы; на поиск дополнительной информации, позволяющей глубже разобраться в некоторых вопросах; на выделение при работе с разными источниками необходимой информации, которая требуется для полного ответа на вопросы плана семинарского занятия; на выработку умения правильно выписывать высказывания авторов из имеющихся источников информации, оформлять их по библиографическим нормам; на развитие умения осуществлять анализ выбранных источников информации; на подготовку собственного выступления по обсуждаемым вопросам; на формирование навыка оперативного реагирования на разные мнения, которые могут возникать при обсуждении тех или иных научных проблем. Время на подготовку к семинару по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к коллоквиуму.** Коллоквиум представляет собой коллективное обсуждение раздела дисциплины на основе самостоятельного изучения этого раздела студентами. Подготовка к данному виду учебных занятий осуществляется в следующем порядке. Преподаватель дает список вопросов, ответы на которые следует получить при изучении определенного перечня научных источников. Студентам во внеаудиторное время необходимо прочитать специальную литературу, выписать из нее ответы на вопросы, которые будут обсуждаться на коллоквиуме, мысленно сформулировать свое мнение по каждому из вопросов, которое они выскажут на занятии. Время на подготовку к коллоквиуму по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

**Подготовка к контрольной работе.** Контрольная работа назначается после изучения определенного раздела (разделов) дисциплины и представляет собой совокупность развернутых письменных ответов студентов на вопросы, которые они заранее получают от преподавателя. Самостоятельная подготовка к контрольной работе включает в себя: — изучение конспектов лекций, раскрывающих материал, знание которого проверяется контрольной работой; повторение учебного материала, полученного при подготовке к семинарским, практическим занятиям и во время их проведения; изучение дополнительной литературы, в которой конкретизируется содержание

проверяемых знаний; составление в мысленной форме ответов на поставленные в контрольной работе вопросы; формирование психологической установки на успешное выполнение всех заданий. Время на подготовку к контрольной работе по нормативам составляет 2 часа.

**Подготовка к зачету.** Самостоятельная подготовка к зачету должна осуществляться в течение всего семестра. Подготовка включает следующие действия: перечитать все лекции, а также материалы, которые готовились к семинарским и практическим занятиям в течение семестра, соотнести эту информацию с вопросами, которые даны к зачету, если информации недостаточно, ответы находят в предложенной преподавателем литературе. Рекомендуются делать краткие записи. Время на подготовку к зачету по нормативам составляет не менее 4 часов.

**Подготовка к экзамену.** Самостоятельная подготовка к экзамену схожа с подготовкой к зачету, особенно если он дифференцированный. Но объем учебного материала, который нужно восстановить в памяти к экзамену, вновь осмыслить и понять, значительно больше, поэтому требуется больше времени и умственных усилий. Важно сформировать целостное представление о содержании ответа на каждый вопрос, что предполагает знание разных научных трактовок сущности того или иного явления, процесса, умение раскрывать факторы, определяющие их противоречивость, знание имен ученых, изучавших обсуждаемую проблему. Необходимо также привести информацию о материалах эмпирических исследований, что указывает на всестороннюю подготовку студента к экзамену. Время на подготовку к экзамену по нормативам составляет 36 часов для бакалавров.

В ФБГОУ ВО «ИГУ» организация самостоятельной работы студентов регламентируется Положением о самостоятельной работе студентов, принятым Ученым советом ИГУ 22 июня 2012 г.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1. Литература, базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Якобовский М. В. Введение в параллельные методы решения задач [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундамент. информатика и информ. технологии" / М. В. Якобовский ; Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т). - М. : Изд-во МГУ, 2013. - 327 с. Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебная аудитория для проведения:**

- занятий лекционного типа,
- занятий семинарского (практического) типа,
- групповых и индивидуальных консультаций,
- текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оснащение:

Учебная аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории, для проведения занятий лекционного типа, практических занятий (семинарского

типа), курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Для проведения занятий лекционного типа обучающимся предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации.

### **6.2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.**

Оснащение:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные учебной мебелью. Рабочие места обучающихся оборудованы компьютерной техникой и подключены в локальную вычислительную сеть, в т.ч. с использованием беспроводного Wi-Fi подключения, с возможностью выхода в глобальную сеть Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду.

### **6.3. Программное обеспечение**

Приложение для чтения PDF-файлов, браузер для просмотра интернет контента, приложение для создания PDF-файлов.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **7.1. Оценочные средства для промежуточной аттестации**

**Список вопросов для промежуточной аттестации:**

1. Параллельные вычисления. Определение, способы организации.
2. Виды параллельного взаимодействия.
3. Параллельные вычислительные системы. Определение. Примеры.
4. Типы параллелизма. Параллелизм на уровне битов.
5. Типы параллелизма. Параллелизм на уровне инструкций.
6. Типы параллелизма. Параллелизм данных.
7. Типы параллелизма. Параллелизм задач.
8. Распределённые операционные системы.
9. Распределённые вычисления.
10. Пути достижения параллелизма.
11. Суперкомпьютеры. Определение. Достоинства и недостатки. Примеры.
12. Кластеры. Определение. Достоинства и недостатки. Примеры.
13. Классификация вычислительных систем (классификация Флинна).
14. Мультипроцессоры. Определение. Принцип работы.
15. Мультикомпьютеры. Определение. Принцип работы.
16. Виды топологий сети передачи данных.
17. Показатели эффективности параллельного алгоритма.
18. MPI. Основные понятия и определения.
19. Минимальный набор функций MPI для разработки параллельных программ.
20. Коммуникаторы. Понятие. Цель использования.
21. Группы процессов. Понятие. Цель использования.
22. Функция передачи данных.
23. Функция приема данных.
24. Функция рассылки данных.
25. Функция редукции данных. Базовые операции редукции.
26. Функция синхронизации вычислений.
27. Аварийное завершение параллельной программы.
28. Режимы передачи данных между процессами.
29. Неблокирующий обмен данными между процессами. Отличие от блокирующего.

30. Обобщенная передача данных от одного процесса всем процессам.
31. Обобщенная передача данных от всех процессов одному процессу.
32. Общая передача данных от всех процессов всем процессам.
33. Редукция данных на каждом из процессов коммутатора.
34. Производные типы данных MPI. Понятие, способы конструирования.
35. Функции управления группами процессов.
36. Функции управления коммутаторами.
37. Функция создания декартовой топологии.
38. Функция создания топологии графа. Виды топологий.