



**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 алгебраических и информационных систем



**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Б1.В.14 Параллельное программирование**

Направление подготовки информационные технологии	02.03.02	Фундаментальная информатика и	и
Направленность (профиль) подготовки информационные технологии		Фундаментальная информатика и	
Квалификация выпускника	бакалавр		
Форма обучения	очная		

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель

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.

### Задачи:

- приобретение навыков анализа алгоритмов на предмет построения их параллельных схем реализации;
- приобретение навыков анализа структуры информационной модели задачи или программы с целью преобразования ее в вариант с минимизацией ссылок между подструктурами, обрабатываемыми параллельно;
- научиться реализовывать параллельные программы при помощи современных библиотек OpenMP, MPI.
- Освоить технологии построения распределенных вычислительных процессов в локальной вычислительной сети на основе сервисов организации очередей сообщений (RabbitMQ).

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина (модуль) относится к части программы, формируемой участниками образовательных отношений, и изучается на четвертом курсе.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- Информатика и программирование.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Научно-исследовательская работа,
- Функциональное программирование,
- Подготовка выпускной квалификационной работы.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций (элементов следующих компетенций) в соответствии с ФГОС ВО по соответствующему направлению подготовки.

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК–3 Способность понимать и применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат, теоретические основы информатики	ИДК ПК–3.1 Способен понимать современный математический аппарат и теоретические основы информатики	<b>Знает</b> методики построения параллельных схем алгоритмов. <b>Умеет</b> анализировать алгоритмы и выявлять участки, которые могут быть выполнены параллельно. <b>Владет</b> методами организации взаимодействия вычислительных ветвей параллельных алгоритмов.
	ИДК ПК–3.2 Способен применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат	<b>Знает</b> свойства основных математических операций и возможности построения их параллельных схем. <b>Умеет</b> декомпозировать математиче-

		ские операции на элементарные, затем строить параллельные схемы вычисления этих выражений. <b>Владеет</b> программным обеспечением для реализации параллельных процессов в программном обеспечении.
	ИДК ПК–3.3 Способен применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности теоретические основы информатики	<b>Знает</b> методы анализа задач с целью выявления независимых подзадач. <b>Умеет</b> декомпозировать структуры данных и преобразовывать их ближе к древовидным с минимизацией зависимости между ветвями. <b>Владеет</b> методиками представления и передачи данных между процессами.
ПК–4 Способность понимать и применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности современные языки программирования и программное обеспечение; операционные системы и сетевые технологии; применять алгоритмы и структуры данных при разработке программных решений	ИДК ПК–4.1 Способен понимать современные языки программирования и программное обеспечение; операционные системы и сетевые технологии	<b>Знает</b> возможности синтаксических расширений языков C, C++, Fortran для реализации схемы OpenMP в архитектуре NUMA. <b>Умеет</b> пользоваться функциональными возможностями языков высокого уровня для разработки слабосвязанных параллельных программ. <b>Владеет</b> методами синхронизации параллельных потоков исполнения и вычисления агрегированных значений.
	ИДК ПК–4.2 Способен применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности современные языки программирования и программное обеспечение; операционные системы и сетевые технологии	<b>Знает</b> возможности сервисов организации очередей сообщений RabbitMQ и его аналогов. <b>Умеет</b> проектировать локальную распределенную вычислительную среду при помощи сервисов очередей сообщений. <b>Владеет</b> библиотеками передачи и приема сообщений из сервисов организации очередей сообщений.
	ИДК ПК–4.3 Способен применять алгоритмы и структуры данных при разработке программных решений	<b>Знает</b> общие свойства формата сообщений AMQP. <b>Умеет</b> кодировать, декодировать и интерпретировать сообщения AMQP при помощи прикладных библиотек. <b>Владеет</b> общими навыками организации очередей в прикладных задачах.

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часа, практическая подготовка \_\_\_\_\_.

Форма промежуточной аттестации: 7 семестр - зачет.

##### 4.1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ, С УКАЗАНИЕМ ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ И ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости
			Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа + контроль	
			Лекции	Семинарские (практические занятия)	Контроль обучения		
1	Тема 1. Введение в параллельное программирование, обзор технологий.	7	2	1	1	4	Обсуждение
2	Тема 2. Эффективность вычислений.	7	2	1	1	4	Обсуждение
3	Тема 3. Стандарт многоядерного программирования OpenMP.	7	2	4	2	8	Лабораторная работа
4	Тема 4. Стандарт интерфейса передачи сообщений MPI.	7	6	6	2	8	Лабораторная работа
5	Тема 5. Распределенные вычислительные процессы в локальной вычислительной сети.	7	4	4	2	8	Лабораторная работа
<b>Итого часов</b>			16	16	8	32	

##### 4.2. ПЛАН ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Затраты времени (час.)		
7	<b>Тема 1.</b> Введение в параллельное программирование, обзор технологий.	Подготовка к опросу	2 нед.	4	Опрос	
7	<b>Тема 2.</b> Эффективность вычислений.	Подготовка к опросу	3	4	Опрос	
7	<b>Тема 3.</b> Стандарт многоядерного программирования OpenMP.	Подготовка к защите лабораторной работы	6	8	Обсуждение результатов лабораторных работ	
7	<b>Тема 4.</b> Стандарт интерфейса передачи сообщений MPI.	Подготовка к защите лабораторной работы	10	8	Обсуждение результатов лабораторных работ	
7	<b>Тема 5.</b> Распределенные вычислительные процессы в локальной вычислительной сети.	Подготовка к защите лабораторной работы	15	8	Обсуждение результатов лабораторных работ	
Общая трудоемкость самостоятельной работы по дисциплине (час)				32		
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час)						

#### 4.3. 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 многоядерного программирования OpenMP.

Модель межпроцессного взаимодействия OpenMPI. Архитектуры микропроцессоров SMP, NUMA. Соотнесение модели OpenMP с различными архитектурами микропроцессоров. Библиотека PThreads. Директивы OpenMP. Управление Компиляцией программ. Декомпозиция программы на параллельные, последовательные участки, директивы задания участков. Синхронизация выполнения потоков исполнения. Обмен данными между потоками. Разделяемая память. Агрегативные функции.

**Тема 4.** Стандарт интерфейса передачи сообщений MPI.

Библиотека MPI, способы построения параллельных приложений на основе механизма обмена сообщениями. Базовые понятия, терминология. Функции без взаимодействия. Сервисные и вспомогательные функции MPI Функции индивидуального взаимодействия. Типизация сообщений. Понятие блокировки. Работа с тупиковыми ситуациями. Функции индивидуального взаимодействия с блокировкой. Функции индивидуального взаимодействия без блокировки. Особенности использования, специфика построения неблокирующихся приложений. 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. Работа с группами и коммутаторами. Управление группами, создание коммутаторов на основе групп. Перенумерация процессов. Виртуальные топологии. Топологии параллельных вычислительных систем. Виртуальные топологии MPI: декартова топология, топология графа.

**Тема 5.** Распределенные вычислительные процессы в локальной вычислительной сети.

Архитектура распределенных информационных систем. Методы передачи информации между распределенными компонентами. Сообщения. Основные форматы сообщений. Архитектура RabbitMQ приложения. Протокол AMQP. Терминология: Источник, потребитель сообщений, Очередь сообщений. Поименованные и анонимные очереди. Распределяющий узел. Типы распределяющий узлов. Интерфейс прикладного программирования. Автомат обработки сообщений. Подтверждение сообщений. Формат ключа сообщения. Установка и настройка сервера RabbitMQ. Взаимодействие RabbitMQ с базами данных.

**4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ**

№ п/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)*
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1,2	Семинар по теме построения параллельных схем программ и оценки их производительности	2	0	Дискуссия	a-1
2	Тема 3	Лабораторная работа 1. Разработка программы с использованием OpenMP	4	0	Обсуждение результатов лабораторной работы	a-2

3	Тема 4	Лабораторная работа 2. Разработка программы с использованием MPI	4	0	Обсуждение результатов лабораторной работы	а-3
4	Тема 4	Лабораторная работа 3. Коллективное взаимодействие в MPI	2	0	Обсуждение результатов лабораторной работы	а-3
5	Тема 5	Лабораторная работа 4. Проектирование локальной вычислительной среды с использованием RabbitMQ.	4	0	Обсуждение результатов лабораторной работы	а-1
		<b>Всего</b>	<b>16</b>	<b>0</b>		

**4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СР) «Не предусмотрено».**

#### **4.4. 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. Рекомендуется 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.

#### **4.5.ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ (ПРОЕКТОВ)**

«Не предусмотрено».

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### а) основная литература:

1. Богачёв, К. Ю. Основы параллельного программирования : учебное пособие / К. Ю. Богачёв. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 345 с. — ISBN 978-5-00101-758-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135516> (дата обращения: 31.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Левин, М. П. Параллельное программирование с использованием OpenMP : учебное пособие / М. П. Левин. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 133 с. — ISBN 978-5-94774-857-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/100358> (дата обращения: 31.10.2022). — Режим доступа: для авториз. Пользователей.
3. Антонов, А. С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI : учебное пособие / А. С. Антонов. — 2-е изд. — Москва : ИНТУИТ, 2016. — 83 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/100359> (дата обращения: 31.10.2022). — Режим доступа: для авториз. Пользователей.

### в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Литература по параллельному программированию [Сайт] – Информационные ресурсы ИДСТУ им. В.М.Матросова СО РАН – URL:<https://hpc.icc.ru/foruser/library.php> (дата обращения: 01.09.2022)
2. Messaging that just works — RabbitMQ [Сайт] – URL: <https://www.rabbitmq.com/> (дата обращения: 01.09.2022)

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ:

Классы, оборудованные персональными компьютерами с выходом в Интернет, презентационное оборудование, графический планшет (по желанию).

### 6.2. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

- Свободные и бесплатные трансляторы C, C++ (GCC), C#, Java, Python.
- Библиотеки OpenMP, OpenMPI (MPICH и аналоги), Библиотеки клиента RabbitMQ.
- Сервер RabbitMQ в LAN или Интернет с регулируемым доступом к его ресурсам.

### 6.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА:

ИОС <http://educa.isu.ru>, сайт <https://github.com/stud-labs>, презентационное оборудование, персональный компьютер с возможностью демонстрации презентаций в формате pdf.

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### Наименование тем занятий с указанием форм/ методов/ технологий обучения:

№ п/п	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы/технологии дистанционного, интерактивного обучения	Количество часов
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Тема 1,2	Дискуссия	Совместный просмотр лекций	2
2	Тема 3-5	Лабораторные работы 1-4	Использование интернет-мессендера	6

			или удаленного рабочего стола для обеспечения быстрой связи со студентом.	
<b>Итого часов:</b>				<b>8</b>

При реализации данного курса используются следующие образовательные технологии: технологии проблемного обучения, технологии обучения в сотрудничестве, технологии контекстного обучения, интерактивные технологии, технологии дистанционного обучения и дистанционного тьюторинга.

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И 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. Стандарт многоядерного программирования OpenMP.
19. Модель межпроцессного взаимодействия OpenMPI.
20. Архитектуры микропроцессоров SMP, NUMA. Соотнесение модели OpenMP с различными архитектурами микропроцессоров.
21. Библиотека PThreads. Директивы OpenMP.
22. Управление компиляцией программ.
23. Декомпозиция программы на параллельные, последовательные участки, директивы задания участков.
24. Синхронизация выполнения потоков исполнения.
25. Обмен данными между потоками. Разделяемая память.
26. Агрегативные функции.
27. MPI. Основные понятия и определения.
28. Минимальный набор функций MPI для разработки параллельных программ.
29. Коммуникаторы. Понятие. Цель использования.
30. Группы процессов. Понятие. Цель использования.
31. Функция MPI передачи данных.
32. Функция MPI приема данных.
33. Функция MPI рассылки данных.
34. Функция MPI редукции данных. Базовые операции редукции.
35. Функция MPI синхронизации вычислений.
36. Аварийное завершение параллельной программы.

37. Режимы передачи данных между процессами.
38. Неблокирующий обмен данными между процессами. Отличие от блокирующего.
39. Обобщенная передача данных от одного процесса всем процессам.
40. Обобщенная передача данных от всех процессов одному процессу.
41. Общая передача данных от всех процессов всем процессам.
42. Редукция данных на каждом из процессов коммуникатора.
43. Производные типы данных MPI. Понятие, способы конструирования.
44. Функции управления группами процессов.
45. Функции управления коммуникаторами.
46. Функция создания декартовой топологии.
47. Функция создания топологии графа.
48. Распределенные вычислительные процессы в локальной вычислительной сети.
49. Архитектура распределенных информационных систем.
50. Методы передачи информации между распределенными компонентами. Сообщения.
51. Основные форматы сообщений.
52. Архитектура RabbitMQ приложения.
53. Протокол AMQP.
54. Терминология: Источник, потребитель сообщений, Очередь сообщений.
55. Поименованные и анонимные очереди.
56. Распределяющий узел. Типы распределяющих узлов.
57. Интерфейс прикладного программирования.
58. Автомат обработки сообщений. Подтверждение сообщений.
59. Формат ключа сообщения.
60. Основные этапы установки и настройка сервера RabbitMQ.
61. Методики взаимодействия RabbitMQ с базами данных.

### **8.1. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ**

Входной контроль не предусмотрен.

### **8.2. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

Оценочные средства текущего контроля:

1. Перечень вопросов из раздела 8,
2. Экспертное заключение преподавателя в следствие обсуждения результатов лабораторных работ.

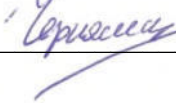
### **8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ**

**Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:**

<b>ы</b>	<b>Вид контроля</b>	<b>Контролируемые темы (разделы)</b>	<b>Контролируемые компетенции/ индикаторы</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1	Собеседование	Темы 1-5	ПК-3, ПК-4

*Вопросы для собеседования берутся из перечня вопросов в разделе 8 в соответствии с оцениваемой Темой.*

**Разработчики:**

  
\_\_\_\_\_

доцент / Черкашин Е.А.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 августа 2017 г. № 808, зарегистрированный в Минюсте России «14» сентября 2017 г. № 48185 с изменениями и дополнениями с изменениями и дополнениями от: 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021 г.

Программа рассмотрена на заседании кафедры Алгебраических и информационных систем ИМИТ ИГУ «04» апреля 2023 г.

Протокол № 9 Зав. кафедрой \_\_\_\_\_



Пантелеев В. И.

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*