



Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московской области

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта А.А. Леонова



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

Е.К. Самаров

«27» июля 2021 г.

ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ
«Параллельные вычисления»

Направление подготовки: 09.03.02 Информационные системы и технологии

Направленность (профиль): Информационные технологии в технических системах

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Королев
2021

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

Автор: Бугай И.В. Рабочая программа дисциплины: Параллельные вычисления. – Королев МО: «Технологический Университет», 2021.

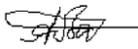
Рецензент: д.ф.-м.н. проф. Самаров К.Л.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки бакалавров 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом МГОТУ. Протокол № 13 от 22.06.2021 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Бугай И.В. к.т.н., доцент 			
Год утверждения (переутверждения)	2021			
Номер и дата протокола заседания кафедры	№15 от 02.06.2021			

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП ВО  к.т.н., доц. Аббасова Т.С.

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

Год утверждения (переутверждения)	2021			
Номер и дата протокола заседания УМС	№7 от 15.06.2021 г			

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Целью изучения дисциплины является:

1. формирование способности к восприятию, обобщению и анализу информации, необходимой для оценки вариантов, обеспечения и поддержки принятия эффективных конструкторских и управленческих решений;
2. освоение необходимого инструментария, применяемого при оценке вариантов, выборе эффективных конструкторских и управленческих решений;
3. формирование готовности применять методы математического анализа и моделирования сложных систем и процессов в профессиональной деятельности.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции:

общефессиональные компетенции (ОПК):

- Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности (ОПК-1);
- Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения в области информационных систем и технологий (ОПК-6).

Основными **задачами** дисциплины являются:

1. Освоение студентами теоретических методов дисциплины, применяемых при оценке вариантов и выборе эффективных конструкторских и управленческих решений;
2. Получение студентами умений и навыков, применяемых для решения практических задач оценки вариантов и выбора эффективных конструкторских и управленческих решений.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

Необходимые знания:

- основные элементы и особенности анализа параллельных алгоритмов, принципы разработки параллельных методов, распараллеливание матрично-векторных операций, решение систем линейных алгебраических уравнений
- методы параллельной сортировки и алгоритмы на графах

Необходимые умения:

- пользоваться всеми необходимыми методами анализа параллельных алгоритмов, принципы разработки параллельных методов, распараллеливание матрично-векторных операций, решение систем линейных алгебраических уравнений при решении профессиональных задач;
- методами параллельной сортировки и алгоритмы на графах при решении профессиональных задач;

Трудовые действия:

- владеть методами анализа параллельных алгоритмов, принципы разработки параллельных методов, распараллеливание матрично- векторных операций, решение систем линейных алгебраических уравнений для успешного решения профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов
- методами параллельной сортировки и алгоритмы на графах для содержательной интерпретации полученных результатов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Параллельные вычисления» относится к обязательной части Б1.О основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, полученных в школе при подготовке к ЕГЭ по математике, а также на знаниях по дисциплинам «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ», в процессе обучения усиливает знания, умения и навыки по компетенциям: ОПК-1, ОПК-8.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: «Математическая логика и теория алгоритмов», «Теория вероятностей и математическая статистика» и выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для студентов очной формы составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр первый	Семестр	Семестр шестой	Семестр
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
Общая трудоемкость	180			180	
Аудиторные занятия	80			80	
Лекции (Л)	32			32	
Практические занятия (ПЗ)	48			48	
Лабораторные работы (ЛР)					
Практическая подготовка	-				
Самостоятельная работа	100			100	
Курсовые работы (проекты)	-				
Расчетно-графические работы	-				
Контрольная работа					
Текущий контроль знаний	Тест			Тест	
Вид итогового контроля	Экзамен			Экзамен	
ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
		Первый курс	...	Четвертый курс	...

Общая трудоемкость	180			180	
Аудиторные занятия	16			16	
Лекции (Л)	8			8	
Практические занятия (ПЗ)	8			8	
Лабораторные работы (ЛР)					
Практическая подготовка	-				
Самостоятельная работа	164			164	
Курсовые работы (проекты)	-				
Расчетно-графические работы	-	-			
Контрольная работа					
Вид итогового контроля	Экзамен			Экзамен	

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час. очн./заочн	Практические занятия, час, очн./заочн	Лабораторные занятия, час, очн./заочн	Занятия в интерактивной форме, час, очн./заочн	Практическая подготовка очн./заочн	Код компетенций
Тема 1. Анализ параллельных алгоритмов. Принципы разработки параллельных методов.	10/2	16/2	-	2/	-	ОПК-1
Тема 2. Распаралеливание матрично - векторных операций. Решение систем линейных алгебраических уравнений	10/2	16/2	-	2/	-	ОПК-1
Тема 3. Параллельные сортировки и алгоритмы на графах	12/4	16/4	-	2/	-	ОПК-6
Итого:	32/8	48/8	-	6/-	-	

4.2. Содержание тем дисциплины

Тема 1. Анализ параллельных алгоритмов. Принципы разработки параллельных методов.

- 1.1. Принципы разработки параллельных методов.
- 1.2. Модели оценки времени выполнения коммуникационных операций.
- 1.3. Вычисление констант моделей.

Тема 2. Распараллеливание матрично- векторных операций. Решение систем линейных алгебраических уравнений.

- 2.1. Распараллеливание умножения матрицы на вектор.
- 2.2. Распараллеливание умножения матриц.
- 2.3. Параллельные реализации метода Гаусса.

Тема 3. Параллельные сортировки и алгоритмы на графах.

- 3.1. Параллельные сортировки.
- 3.2. Генетические алгоритмы.
- 3.3. Поиск всех кратчайших путей.
- 3.4. Задача оптимального разделения графов.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине

1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Параллельные вычисления» приведен в Приложении 1 к настоящей рабочей программе.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Богачёв, К. Ю. Основы параллельного программирования [Электронный ресурс] / К.Ю. Богачёв. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. - 2013. - 342 с. – <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=476284>.
2. Параллельные алгоритмы для решения задач защиты информации / Бабенко Л.К., Ищукова Е.А. - М.: Гор. линия-Телеком, 2014. - 304 с. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=509976>.
3. Кареева, Е.Д. Основы многопоточного и параллельного программирования / Е.Д. Кареева; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук», Сибирский научно-образовательный центр суперкомпьютерных технологий. – Красноярск: СФУ, 2016. – 355 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497217>

Дополнительная литература:

1. Практикум по параллельному программированию с использованием электронного задачника Programming Taskbook for MPI: Учебное пособие / М.Э.

Абрамян. - Ростов н/Д: Издательство ЮФУ, 2010. - 172 с. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=549949>.

2. Гома, Х. UML. Проектирование систем реального времени, параллельных и распределенных приложений [Электронный ресурс] / Х. Гома. - М.: ДМК Пресс, 2007. - 704 с. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=408264>.

3. Ищукова, Е.А. Параллельные алгоритмы для решения задач защиты информации / Е.А. Ищукова, И.Д. Сидоров, Л.И. Бабенко. - Москва: Издательство Горячая линия-Телеком, 2014. - 304 с. - ISBN 978-5-9912-0426-2; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466903>.

4. Прокопенко, А.В. Синтез систем реального времени с гарантированной доступностью программно-информационных ресурсов: монография / А.В. Прокопенко, М.А. Русаков, Р.Ю. Царев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2013. - 92 с.: табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7638-2748-4; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364075>.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-ресурсы:

1. <http://biblioclub.ru/> - Университетская библиотека ONLINE.
2. <http://www.rucont.ru/> - Электронная библиотека Руконт.
3. <http://www.znanium.com/> - Электронная библиотека издательства Инфра-М.
4. <http://e.lanbook.com/> - Электронная библиотека Лань.
5. <http://www.olap.ru/> - Сайт OLAP-технологий.
6. <https://ru.atlassian.com/software/jira/> - Система планирования работ проекта ПО.
7. <https://www.jetbrains.com/youtrack/> - Система планирования работ проекта ПО.
8. <https://ru.atlassian.com/software/confluence> - Система хранения проектной документации.
9. <https://git-scm.com/> - Распределенная система контроля версий ПО.
10. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Subversion> - Централизованная система контроля версий ПО.
11. <https://jenkins-ci.org/> - Система непрерывной интеграции проекта ПО.
12. <https://www.docker.com/> - Система виртуализации окружения.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2 к настоящей рабочей программе.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения: MSOffice

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран), доска, комплект маркеров;
- комплект электронных презентаций;
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом (управляемым с компьютера преподавателя) в Интернет к почтовым серверам и к адресам, приведенным в разделе 8 и к общей сетевой папке группы.

Практические занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран), доска, комплект маркеров;
- комплект электронных презентаций;
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом (управляемым с компьютера преподавателя) в Интернет к почтовым серверам, к адресам, приведенным в разделе 8 и к общей сетевой папке группы.

**ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ
«Параллельные вычисления»**

Направление подготовки: 09.03.02 Информационные системы и технологии

Направленность (профиль): Информационные технологии в технических системах

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Королев
2021

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся приобретает:		
				Необходимые знания	Необходимые умения	Трудовые действия
1.	ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	Тема 1. Анализ параллельных алгоритмов. Принципы разработки параллельных методов Тема 2. Распараллеливание матрично-векторных операций. Решение систем линейных алгебраических уравнений	основные элементы и особенности анализа параллельных алгоритмов, принципы разработки параллельных методов, распараллеливание матрично-векторных операций, решение систем линейных алгебраических уравнений	пользоваться всеми необходимыми методами анализа параллельных алгоритмов, принципы разработки параллельных методов, распараллеливание матрично-векторных операций, решение систем линейных алгебраических уравнений при решении профессиональных задач	методами анализа параллельных алгоритмов, принципы разработки параллельных методов, распараллеливание матрично-векторных операций, решение систем линейных алгебраических уравнений для успешного решения профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов
2.	ОПК-6	Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения в области информационных систем и технологий	Тема 3. Параллельные сортировки и алгоритмы на графах	методы параллельной сортировки и алгоритмы на графах	методами параллельной сортировки и алгоритмы на графах при решении профессиональных задач;	методами параллельной сортировки и алгоритмы на графах для содержательной интерпретации полученных результатов

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

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Этапы и показатель оценивания компетенции	Шкала и критерии оценки
ОПК-1, ОПК-6	Тест	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 90% правильных ответов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> •компетенция освоена на продвинутом уровне – 70% правильных ответов; •компетенция освоена на базовом уровне – от 51% правильных ответов; <p>В) не сформирована (компетенция не освоена) – менее 50% правильных ответов</p>	<p>Проводится письменно</p> <p>Время, отведенное на процедуру –30 мин.</p> <p>Неявка 0 баллов.</p> <p>Критерии оценки определяются процентным соотношением.</p> <p>Неудовлетворительно – менее 50% правильных ответов.</p> <p>Удовлетворительно – от 51% правильных ответов.</p> <p>Хорошо – от 70%.</p> <p>Отлично – от 90%.</p> <p>Максимальная оценка – 5 баллов.</p>
	Письменное задание	<p>А) полностью сформирована 5 баллов</p> <p>В) частично сформирована 3-4 балла</p> <p>С) сформировано менее 30% 1-2 балла</p> <p>Д) не сформирована 0 балла</p>	<p>Проводится в письменной форме для всех видов нозологий</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Выбор оптимального метода решения задачи (1 балл) 2. Умение применить выбранный метод (1 балл) 3. Логический ход решения правильный, но имеются арифметически в расчетах (1 балл) 4. Решение задачи и получение правильного результата (2 балла) 5. Задача не решена вообще (0 баллов) <p>Максимальная оценка - 5 баллов.</p> <p>Время, отведенное на процедуру – до 40 мин. При необходимости время может быть увеличено.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал</p>
	Выполнение контрольной работы	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 5 баллов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> •компетенция освоена на продвинутом уровне – 4 балла; •компетенция освоена на базовом уровне – 3 балла; <p>В) не сформирована (компетенция не освоена) – 2 и менее баллов</p>	<p>При определении сформированности компетенций критериями оценивания выступают методические рекомендации, разработанные по дисциплине для данного вида.</p>

3. 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

3.1 Тест

1. Чем характеризуется многопроцессность (concurrency) в контексте параллельных вычислений?
 - (!) обеспечение минимального времени выполнения одной программы
 - (?) первичность пропускной способности
 - (!) не требуется обеспечение максимальной изоляции процессов друг от друга
 - (?) обеспечение как можно более равномерного распределения ресурсов между процессами.
2. В каких ситуациях может быть реализован истинный параллелизм вычислений?
 - (?) вычисления производятся на ЭВМ с одноядерным процессором в многозадачной ОС
 - (?) вычисления производятся на ЭВМ с одноядерным процессором в однозадачной ОС
 - (!) вычисления производятся на многопроцессорном устройстве
 - (!) для вычислений применяется процессор, поддерживающий физическую векторизацию.
3. Какой из режимов вычислений поддерживает классический последовательный компьютер фон Неймана?
 - (?) обработка нескольких инструкций и одиночного элемента данных в каждый момент времени
 - (?) обработка одиночной инструкции и нескольких потоков данных в каждый момент времени
 - (!) обработка одиночной инструкции и одиночного элемента данных в каждый момент времени
 - (?) обработка нескольких инструкций и нескольких потоков данных в каждый момент времени.
4. Симметричный мультипроцессор характеризуется
 - (!) однородным доступом к памяти всех процессорных устройств
 - (?) доступом каждого процессорного устройства к отдельной части физически распределенной памяти
 - (?) неоднородным доступом к памяти всех процессорных устройств
 - (?) однородным доступом части процессорных устройств к части общей памяти.
5. Какие факторы препятствуют получению результата с ожидаемой точностью при распараллеливании арифметических расчетов?
 - (!) машинная операция сложения чисел не обладает свойством коммутативности (порядок сложения двух чисел важен)
 - (?) распараллеленные алгоритмы реализуются на одноядерном процессоре
 - (!) машинная операция умножения чисел не обладает свойством ассоциативности (важен порядок перемножения трёх чисел)

(?) машинная операция умножения чисел обладает свойством коммутативности (порядок перемножения двух чисел не важен).

6. Какие из предложенных стратегий распараллеливания алгоритма нахождения среднего арифметического последовательности из 1000 чисел корректны?

(!) последовательность разбивается на 4 части, элементы в каждой части суммируются и делятся на 1000 на отдельном процессорном устройстве, полученные значения складываются на одном процессорном устройстве и делятся на 4

(!) последовательность разбивается на 4 равные части, элементы в каждой части суммируются, полученные значения складываются и делятся на 1000 на одном процессорном устройстве

(!) последовательность разбивается на 4 равные части, элементы в каждой части суммируются и делятся на 1000 на отдельном процессорном устройстве, полученные значения складываются на одном процессорном устройстве

(?) последовательность разбивается на 4 равные части, находится среднее арифметическое каждой части на отдельном процессорном устройстве, полученные значения складываются на одном процессорном устройстве и делятся на 1000.

7. Выберите условия реализуемости расписания параллельного алгоритма.

(!) на каждой вычислительной единице все операции выполняются одна за другой

(?) количество операций, выполняющихся на каждом вычислительном устройстве, постоянно

(?) вычислительные устройства, выполняющие разные операции, не могут обмениваться информацией между собой

(!) каждая операция выполняется не более чем на одном вычислительном устройстве.

8. Что называется, длиной критического пути в графе, представляющем некоторый параллельный алгоритм?

(?) длина максимального пути в графе

(?) максимальная длина пути в графе, состоящего из однотипных операций

(?) средняя высота графа алгоритма

(!) диаметр графа алгоритма, определяющий минимально теоретически-возможное время выполнения алгоритма.

9. Чем характеризуется ускорение параллельного алгоритма?

(!) минимальное время выполнения последовательного алгоритма

(?) отношение количества процессоров к количеству потоков исполнения

(!) минимальное время выполнения параллельного алгоритма

(!) размер входных данных.

10. Что такое эффективность параллельного алгоритма?

(!) отношение ускорения алгоритма к количеству процессоров

(?) произведение минимального времени выполнения параллельного алгоритма и количества процессоров

(?) отношение размера входных данных к размеру выходных данных

(?) суммарное время, затрачиваемое всеми процессорами на выполнение алгоритма.

11. Выберите верные утверждения

(?) ускорение программы с помощью параллельных вычислений зависит только от количества вычислительных узлов

(!) суммарное время выполнения параллельной задачи не меньше времени выполнения самого длинного последовательного фрагмента

(!) в реальных задачах добавление новых процессоров может увеличивать время расчета

(?) в реальных задачах ускорения программы с помощью параллельных вычислений нельзя добиться добавлением вычислительных узлов.

12. Какие части программы являются последовательными?

(!) чтение входных данных с жесткого диска

(?) запись выходных данных на несколько жестких дисков

(!) синхронизация в параллельной программе

(!) критическая секция в параллельной программе.

13. Что представляет собой task parallelism?

(?) комбинация исходных вычислений в более крупную комплексную задачу

(?) декомпозиция рекурсивной процедурой исходной задачи на несколько более мелких

(!) декомпозиция линейной процедурой исходной задачи на несколько более мелких

(?) слияние однотипных задач в более крупную с помощью рекурсивной процедуры.

14. Что представляет собой декомпозиция задачи с помощью парадигмы "разделяй и властвуй"?

(!) рекурсивное разбиение задачи на более мелкие того же типа, вплоть до элементарных

(?) разбиение задачи с помощью линейной процедуры

(?) слияние однотипных задач в более крупную с помощью рекурсивной процедуры

(?) бесконечное рекурсивное разбиение задачи на более мелкие того же типа.

15. Какой тип вычислительных задач называется embarrassingly parallel?

(?) задачи, к которым не применима парадигма "разделяй и властвуй"

(?) задачи с большим количеством внутренних связей

(?) любые задачи, вычисление которых может быть реализовано с помощью параллельного алгоритма

(!) задачи с большим количеством вычислительных подзадач, не имеющих зависимостей между собой.

16. В каких случаях для вычислений применяется конвейерная обработка?

(!) данные поступают непрерывным односторонним регулярным потоком

(?) данные поступают в виде нестабильного двустороннего потока

(!) над каждым элементом из набора данных необходимо произвести обработку в несколько стадий

(?) данные принимаются однажды и требуют индивидуального подхода к обработке и анализу.

17. В каких случаях для вычислений применяется координация на основе событий?

- (?) данные поступают в виде регулярного одностороннего потока
- (!) применяемая структура данных характеризуется непредсказуемостью взаимодействия между своими составными частями
- (?) над каждым элементом из набора данных необходимо произвести обработку в несколько стадий
- (!) применяется двусторонний поток данных.

18. Выберите методы решения с локальными взаимодействиями между подзадачами.

- (!) метод Гаусса-Зейделя
- (!) метод Red-Black
- (?) редукция методом "разделяй и властвуй"
- (!) метод хаотической релаксации.

19. Что означает тот факт, что соотношение между временами вычислений и синхронизации приближается к единице в некоторой вычислительной системе?

- (!) вычисления в этой системе недостаточно эффективны
- (!) требуется увеличение подзадач
- (?) требуется дополнительное разделение подзадач на более мелкие
- (?) вычисления производятся в оптимальной форме и не требуют дополнительных преобразований.

20. В каких случаях для вычислений применяется динамическое планирование с балансировкой нагрузки?

- (?) число подзадач намного больше числа процессоров
- (!) количество процессоров в вычислительной системе меняется во времени
- (?) подзадачи сильно различаются по размерам
- (!) требуется равномерная загрузка процессоров, но вычислительная система содержит разнородные процессоры.

21. В каких случаях для вычислений применяется статическое планирование с балансировкой нагрузки?

- (!) число подзадач намного больше числа процессоров
- (?) количество процессоров в вычислительной системе меняется во времени
- (!) между подзадачами возникают неструктурированные взаимодействия
- (?) требуется равномерная загрузка процессоров, но вычислительная система содержит разнородные процессоры.

3.2 Тематика письменных заданий, выполняемых с применением программных средств специального и общего назначения на компьютерах:

1. Методы анализа параллельных алгоритмов.
2. Принципы разработки параллельных методов.
3. Модели оценки времени выполнения коммуникационных операций.

4. Методы и подходы к вычислению констант моделей.
5. Методы распараллеливания умножения матрицы на вектор.
6. Анализ подходов к распределению элементов матрицы и вектора между процессорами вычислительной системы согласно выбранным базовым операциям при распараллеливании.
7. Варианты реализации алгоритмов для вычислительных систем с общей памятью.
8. Варианты реализации алгоритмов для вычислительных систем с распределенной памятью.
9. Варианты реализации алгоритмов для гибридных систем.
10. Вычисление ускорения и эффективности распараллеливания каждого алгоритмов.
11. Методы распараллеливания умножения матриц.
12. Анализ подходов к распределению элементов перемножаемых матриц между процессорами вычислительной системы согласно выбранным базовым операциям при распараллеливании.
13. Варианты реализации алгоритмов умножения матриц для вычислительных систем с общей памятью.
14. Варианты реализации алгоритмов умножения матриц для вычислительных систем с распределенной памятью.
15. Варианты реализации алгоритмов умножения матриц для гибридных систем.
16. Методы вычисление ускорения и эффективности распараллеливания алгоритмов умножения матриц.
17. Параллельные реализации метода Гаусса. Различные метода Гаусса решения систем линейных алгебраических уравнений для систем с общей и распределенной памятью.
18. Оценка ускорения и эффективности реализаций параллельных алгоритмов метода Гаусса.
19. Параллельные алгоритмы сортировки на базе последовательных алгоритмов: сортировки пузырьком и сортировка Шелла.
20. Реализации параллельных алгоритмов сортировки для различных технологий распараллеливания. Оценки эффективности распараллеливания построенных алгоритмов.
21. Генетические алгоритмы. Основные понятия и методы, лежащие в основе генетических алгоритмов поиска глобального оптимума.
22. Этапы генетического алгоритма поиска оптимума, подходы к распараллеливанию алгоритма, распараллеливание алгоритма для систем с общей и распределенной памятью.
23. Оценки эффективности распараллеливания построенных генетических алгоритмов.
24. Поиск всех кратчайших путей. Распараллеливание алгоритмов поиска кратчайших путей для систем с общей и распределенной памятью. Оценки эффективности распараллеливания построенных алгоритмов.

25. Задача оптимального разделения графов. Распараллеливание алгоритмов оптимального разделения графов для различных технологий распараллеливания. Оценки эффективности распараллеливания построенных алгоритмов.

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

Формой контроля знаний по дисциплине являются два текущих контроля знаний в форме тестирования и экзамен, проводимый по материалам лекций и выполненным практическим заданиям.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенции, оценивающий знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
Проводится в сроки, установленные графиком образовательного процесса	Тестирование 1, 2	ОПК-1 ОПК-6	20 вопросов	Компьютерное тестирование; время, отведенное на процедуру - 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка - 0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%. Максимальная оценка – 5 баллов
	Экзамен	ОПК-1 ОПК-6	2 вопроса и 1 задача	Экзамен проводится в устной форме, путем ответа на вопросы. Время, отведенное на процедуру – 45 минут.	Результаты предоставляются в день проведения экзамена	Критерии оценки: «Отлично»: знание основных понятий предмета; умение использовать и применять полученные знания на практике; работа на практических занятиях; знание основных научных теорий, изучаемых предметов; ответ на вопросы билета. «Хорошо»: •знание основных понятий предмета; •умение использовать и применять полученные знания на практике;

						<ul style="list-style-type: none"> • работа на практических занятиях; • знание основных научных теорий, изучаемых предметов; • ответы на вопросы билета • неправильно решено практическое задание <p>«Удовлетворительно»: демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; незнание неумение использовать и применять полученные знания на практике; не работал на практических занятиях;</p> <p>Неудовлетворительно»: демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; незнание основных понятий предмета; неумение использовать и применять полученные знания на практике; не работал на практических занятиях; не отвечает на вопросы.</p>
--	--	--	--	--	--	---

4.1. Типовые вопросы, выносимые на экзамен

1. Основные направления развития высокопроизводительных компьютеров. Пути достижения параллелизма: независимость функционирования отдельных функциональных устройств, избыточность элементов вычислительной системы, дублирование устройств.
2. Векторная и конвейерная обработка данных.
3. Многопроцессорная и многомашинная, параллельная обработка данных.

4. Закон Мура, сдерживающие факторы наращивания количества транзисторов на кристалле и частоты процессоров. Сдерживающие факторы повсеместного внедрения параллельных вычислений.
5. Перечень критических задач, решение которых без использования параллельных вычислений затруднено или вовсе невозможно.
6. Однопроцессорная оптимизация. Архитектурно-зависимая оптимизация; отличия развертывания циклов для векторных и кэш-ориентированных архитектур. Конвейерная обработка данных. Зависимость производительности процессора от способа описания и хранения данных.
7. Стандартные методики измерения производительности MIPS, MFLOPS и т.д.
8. Классификация многопроцессорных вычислительных систем
9. Парадигмы, модели и технологии параллельного программирования
10. Параллельное программирование с использованием интерфейса передачи сообщений MPI
11. Параллельное программирование на системах с общей памятью (OpenMP)
12. Параллельное программирование на системах смешанного типа
13. Классификация ошибок параллельных программ (сильные, слабые ошибки).
14. Особенности отладки параллельных приложений. Трассировка.
15. Степень параллелизма численного алгоритма. Средняя степень параллелизма численного алгоритма. Зернистость алгоритма. Ускорение и эффективность. Закон Амдала.
16. Определение параллелизма: анализ задачи с целью выделить подзадачи, которые могут выполняться одновременно. Выявление параллелизма: изменение структуры задачи таким образом, чтобы можно было эффективно выполнять подзадачи. Выражение параллелизма: реализация параллельного алгоритма в исходном коде с помощью системы обозначений параллельного программирования.
17. Параллельный алгоритм умножения матрицы на вектор и его ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом.
18. Параллельный алгоритм умножения матрицы на матрицу и его ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом.
19. Параллельный алгоритм решения СЛАУ прямым методом Гаусса и его ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом.
20. Параллельный алгоритм решения СЛАУ итерационными методами Якоби, Гаусса - Зейделя и их ускорение по сравнению с последовательным алгоритмом.
21. Понятия вычислительная сложность и относительного времени выполнения алгоритма.
22. Модель алгоритма, определение и примеры графа «операции - операнды» и расписания параллельного алгоритма.
23. Время выполнения, ускорение и эффективность параллельного алгоритма.
24. Понятия степени параллелизма компьютера и алгоритма, понятие паракомпьютера.
25. Понятие сверхлинейного ускорения и причины его возникновения.

26. Понятие средней степени параллелизма алгоритма. Максимальное достижимое ускорение, закон Амдаля.
27. Этапы проектирования параллельного алгоритма.
28. Действия на этапах декомпозиции, проектирования коммуникаций, масштабирования подзадач, планирования вычислений.
29. Параллельные алгоритмы умножения матрицы на вектор и матрицы на матрицу для систем с общей памятью.
30. Параллельный алгоритм умножения матрицы на вектор и матрицы на матрицу для систем с распределенной памятью.
31. Альтернативные параллельные алгоритмы матрично-векторного умножения: алгоритмы Виноградова и Фокса.
32. Теоретические оценки эффективности и ускорения алгоритмов умножения матриц.
33. Прямой и обратный проходы последовательного алгоритма метода Гаусса.
34. Идея параллельной реализации метода Гаусса для систем с общей памятью.
35. Способы декомпозиции матрицы СЛАУ при параллельной реализации метода Гаусса.
36. Параллельная реализация выбора ведущего элемента в методе Гаусса для систем с распределенной памятью.
37. Схема программной реализации параллельного варианта метода Гаусса с использованием MPI.
38. Теоретические оценки эффективности и ускорения параллельного алгоритма метода Гаусса.
39. Основные шаги последовательного алгоритма метода сопряженных градиентов. Предобуславливание матрицы системы линейных уравнений. Вычислительная трудоемкость алгоритма.
40. Формат CSIR хранения матрицы СЛАУ.
41. Распараллеливание метода сопряженных градиентов для систем с общей распределенной памятью. Ускорение и эффективность параллельного алгоритма метода сопряженных градиентов.
42. Последовательный алгоритм метода минимальных невязок, вычислительная трудоемкость метода минимальных невязок.
43. Распараллеливание метода минимальных невязок. Ускорение и эффективность параллельного алгоритма метода минимальных невязок.
44. Пузырьковая сортировка и ее чет-нечетная модификация. Вычислительная трудоемкость алгоритма чет-нечетной сортировки.
45. Распараллеливание алгоритма чет-нечетной перестановки для систем с общей распределенной памятью. Ускорение и эффективность параллельного алгоритма чет-нечетной сортировки.
46. Последовательная сортировка Шелла, вычислительная трудоемкость алгоритма сортировка Шелла.
47. Распараллеливание сортировки Шелла для систем с общей распределенной памятью. Ускорение и эффективность параллельного алгоритма чет-нечетной сортировки.

48. Последовательная быстрая сортировка, вычислительная трудоемкость алгоритма сортировка Шелла.
49. Распараллеливание быстрой сортировки для систем с общей распределенной памятью. Ускорение и эффективность параллельного алгоритма быстрой сортировки.
50. Принципы построения генетических алгоритмов на примере задачи о ферзях. Вычислительная трудоемкость генетических алгоритмов.
51. Подходы к распараллеливанию генетического алгоритма. Теоретические оценки ускорения и эффективности распараллеливания генетических алгоритмов.

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной, балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся, согласно приказу «О внедрении новой балльно-рейтинговой системы контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся» № 01-04/428 от 25 сентября 2020 г.

***ИНСТИТУТ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА МАТЕМАТИКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН***

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
«Параллельные вычисления»**

Направление подготовки: 09.03.02 Информационные системы и технологии

Профиль: Информационные технологии в технических системах

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Королев
2021

1. Общие положения

Цель дисциплины:

1. формирование способности к восприятию, обобщению и анализу информации, необходимой для оценки вариантов, обеспечения и поддержки принятия эффективных конструкторских и управленческих решений;
2. освоение необходимого инструментария, применяемого при оценке вариантов, выборе эффективных конструкторских и управленческих решений;
3. формирование готовности применять методы математического анализа и моделирования сложных систем и процессов в профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

1. Освоение студентами теоретических методов дисциплины, применяемых при оценке вариантов и выборе эффективных конструкторских и управленческих решений;
2. Получение студентами умений и навыков, применяемых для решения практических задач оценки вариантов и выбора эффективных конструкторских и управленческих решений.

2. Указания по проведению практических занятий

Практическое занятие 1.

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов*

Тема и содержание занятия: *Анализ параллельных алгоритмов. Принципы разработки параллельных методов.*

Продолжительность занятия – 16/2 ч.

Практическое занятие 2.

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов*

Тема и содержание занятия: *Распараллеливание матрично - векторных операций. Решение систем линейных алгебраических.*

Продолжительность занятия – 16/2 ч.

Практическое занятие 3.

Образовательные технологии: *самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов*

Тема и содержание занятия: *Параллельные сортировки и алгоритмы на графах.*

Продолжительность занятия – 16/4 ч.

3. Указания по проведению лабораторного практикума

Не предусмотрено учебным планом.

4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1.	Анализ параллельных алгоритмов. Принципы разработки параллельных методов	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (типовые параллельные алгоритмы).
2.	Распараллеливание матрично - векторных операций. Решение систем линейных алгебраических уравнений	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (матричные параллельные операции).
3.	Параллельные сортировки и алгоритмы на графах	1. Подготовка к практическим занятиям по материалам лекций и учебной литературы. 2. Выполнение практических заданий 3. Самостоятельное изучение некоторых вопросов дисциплины (параллельные алгоритмы на графах).

1. 5. Указания по проведению контрольных работ для обучающихся очной формы обучения

5.1. Требования к структуре

Каждому студенту при поступлении присваивается учебный шифр. Он указан в зачетной книжке и студенческом билете. Вариант определяется значениями m и n , которые выбираются с учетом двух последних цифр учебного шифра. Номера задач, входящих в вариант, определяются преподавателем.

5.2. Требования к оформлению

Каждая контрольная работа содержит определенное количество примеров и задач. При выполнении их необходимо придерживаться следующих правил:

1. Контрольную работу надо выполнить в отдельной тетради, оставляя поля для замечаний преподавателя. В конце работы нужно оставить 3-4 чистых страницы, которые, возможно, понадобятся для исправления решений.

2. В заголовке работы должны быть разборчиво написаны: фамилия, имя и отчество, учебный шифр, номер контрольной работы (ее части), название дисциплины. Заголовок надо поместить на обложку тетради. Здесь же указать дату выполнения контрольной работы.

3. Решение задач надо располагать в порядке номеров, указанных в задании, сохраняя номер задач своего варианта.

4. Перед решением каждой задачи надо полностью выписать ее условие, заменив, где надо, общие данные контрольными из своего варианта.

5. Решения задач излагайте аккуратно, объясняя основные действия, выписывая нужные формулы, делая необходимые чертежи.

6. После получения прорецензированной работы исправьте все ошибки и недочеты, вписав исправления на оставленных чистых страницах.

Работа засчитывается, если она при проверке (или после устранения недочетов) преподавателем получает положительную оценку (зачет). Студенты, не получившие зачета по контрольной работе, к экзамену не допускаются. Зачетные контрольные работы обязательно предъявляются на экзамене.

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Богачёв, К. Ю. Основы параллельного программирования [Электронный ресурс] / К.Ю. Богачёв. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. - 2013. - 342 с. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=476284>.
2. Параллельные алгоритмы для решения задач защиты информации / Бабенко Л.К., Ищукова Е.А. - М.: Гор. линия-Телеком, 2014. - 304 с. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=509976>.
3. Кареева, Е.Д. Основы многопоточного и параллельного программирования / Е.Д. Кареева; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук», Сибирский научно-образовательный центр суперкомпьютерных технологий. – Красноярск: СФУ, 2016. – 355 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497217>

Дополнительная литература:

1. Практикум по параллельному программированию с использованием электронного задачника Programming Taskbook for MPI: Учебное пособие / М.Э. Абрамян. - Ростов н/Д: Издательство ЮФУ, 2010. - 172 с. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=549949>.
2. Гома, Х. UML. Проектирование систем реального времени, параллельных и распределенных приложений [Электронный ресурс] / Х. Гома. - М.: ДМК Пресс, 2007. - 704 с. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=408264>.
3. Ищукова, Е.А. Параллельные алгоритмы для решения задач защиты информации / Е.А. Ищукова, И.Д. Сидоров, Л.И. Бабенко. - Москва: Издательство Горячая линия-Телеком, 2014. - 304 с. - ISBN 978-5-9912-0426-2; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466903>.
4. Прокопенко, А.В. Синтез систем реального времени с гарантированной доступностью программно-информационных ресурсов: монография / А.В. Прокопенко, М.А. Русаков, Р.Ю. Царев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2013. - 92 с.: табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7638-2748-4; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364075>.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-ресурсы:

1. <http://biblioclub.ru/> - Университетская библиотека ONLINE.
2. <http://www.rucont.ru/> - Электронная библиотека Руконт.
3. <http://www.znaniium.com/> - Электронная библиотека издательства Инфра-М.
4. <http://e.lanbook.com/> - Электронная библиотека Лань.
5. <http://www.olap.ru/> - Сайт OLAP-технологий.
6. <https://ru.atlassian.com/software/jira/> - Система планирования работ проекта ПО.
7. <https://www.jetbrains.com/youtrack/> - Система планирования работ проекта ПО.
8. <https://ru.atlassian.com/software/confluence> - Система хранения проектной документации.
9. <https://git-scm.com/> - Распределенная система контроля версий ПО.
10. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Subversion> - Централизованная система контроля версий ПО.
11. <https://jenkins-ci.org/> - Система непрерывной интеграции проекта ПО.
12. <https://www.docker.com/> - Система виртуализации окружения.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения: MSOffice

Информационные справочные системы: Электронные ресурсы образовательной среды Университета