

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института магистратуры

И.В. Ярмоленко
« 20 » мая 2021 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор института ЭИТУС

А.В. Белоусов
« 20 » мая 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Параллельная обработка данных

Направление подготовки:
09.04.04 Программная инженерия

Направленность программы (профиль, специализация):

Разработка программно-информационных систем

Квалификация (степень)
магистр

Форма обучения
очная


Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники
и автоматизированных систем

Белгород – 2021

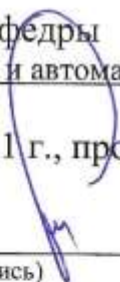
Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.04.04 «Программная инженерия» (уровень магистратуры), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 932 от 19 сентября 2017 г.
- Учебного плана по направлению подготовки 09.04.04 «Программная инженерия», профиль «Разработка программно-информационных систем», утверждённого учёным советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: к.ф.-м.н., доцент  (О.В. Осипов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
Программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

« 14 » мая 2021 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (В.М. Поляков)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
Программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (В.М. Поляков)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 14 » мая 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института
Энергетики, информационных технологий и управляющих систем

« 20 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель: к.т.н., доцент  (А.Н. Семернин)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен использовать методы и шаблоны проектирования программного обеспечения, современные интегрированные среды разработки, отладки и оптимизации программного кода	ПК-1.1 Ориентируется в шаблонах проектирования программного обеспечения; методах тестирования, отладки и оптимизации программного кода	Знания
		ПК-1.2 Создаёт архитектуру программного продукта и использует шаблоны проектирования на этапе разработки программного обеспечения; оптимизирует, отлаживает и документирует программный код	Умения
		ПК-1.3 Использует современные интегрированные среды для разработки программного обеспечения; средства для анализа программного кода: дизассемблеры, профилировщики; современные библиотеки для распараллеливания и оптимизации вычислений	Навыки

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-1 Способен использовать методы и шаблоны проектирования программного обеспечения, современные интегрированные среды разработки, отладки и оптимизации программного кода.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками:

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Технологии разработки программных комплексов
2.	Параллельная обработка данных
3.	Проектирование операционных систем
4.	Учебная технологическая (проектно-технологическая) практика
5.	Производственная научно-исследовательская работа
6.	Производственная преддипломная практика
7.	Государственная итоговая аттестация

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачётных единиц, 216 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 4 зач. единицы.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоёмкость дисциплины, час	216	216
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	52	52
лекции	16	16
лабораторные	32	32
практические	–	–
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	164	164
Курсовой проект	–	–
Курсовая работа	–	–
Расчётно-графическое задание	–	–
Индивидуальное домашнее задание	–	–
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	128	128
Форма промежуточной аттестации	36 экзамен	36 экзамен

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объём

Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
Раздел 1. Основы параллельной обработки данных					
	Тема 1.1. История введения параллелизма. Различие многозадачных, параллельных и распределенных вычислений. Проблемы использования параллелизма.	4	–	6	20
	Тема 1.2. Модели параллельных вычислительных систем. Модель алгоритма в виде графа "операнд - операции". Модель параллельных вычислений в виде сети Петри. Модель параллельных вычислений в виде графа "процесс-ресурс".	2	–	–	10
Раздел 2. Принципы разработки параллельных алгоритмов и программ					
	Тема 2.1. Оценка коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов.	2	–	2	10
	Тема 2.2. Оценка эффективности параллельных вычислений. Оценка коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов. Уровни распараллеливания вычислений. Этапы построения параллельных алгоритмов и программ. Технологические аспекты распараллеливания.	3	–	8	19
Раздел 3. Системы разработки параллельных программ					
	Тема 3.1. Создание специализированных языков программирования.	2	–	8	20
	Тема 3.2. Расширение существующих языков программирования. Разработка специализированных библиотек.	2	–	6	19
Раздел 4. Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики					
	Тема 4.1. Общие способы распараллеливания алгоритмов. Организация параллельного исполнения рекурсивных вычислений. Параллельные численные алгоритмы линейной алгебры. Параллельные численные алгоритмы решения дифференциальных уравнений в частных производных. Параллельные численные алгоритмы многомерной многоэкстремальной оптимизации.	2	–	4	27
	ВСЕГО	17	–	34	125

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Учебным планом не предусмотрены.

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Кол-во часов	Кол-во часов СРС
1.	Технология OpenMP для обработки данных	Практическое применение технологии OpenMP для обработки данных	4	4
2.	Технология OpenMP для обработки данных	Практическое применение технологии OpenMP с синхронизацией данных	6	7
3.	Технология MPI для обработки данных	Практическое применение технологии MPI для обработки данных	4	5
4.	Технология MPI для обработки данных	Практическое применение технологии MPI с синхронизацией данных	6	6
5.	Технология MPI для обработки данных	Практическое применение технологии MPI с коллективными операциями передачи данных	6	6
6.	Технология CUDA для обработки данных	Практическое применение технологии CUDA	6	10
ИТОГО:			32	38

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Учебным планом не предусмотрены.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Учебным планом не предусмотрены.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-1 Способен использовать методы и шаблоны проектирования программного обеспечения, современные интегрированные среды разработки, отладки и оптимизации программного кода.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1 Ориентируется в шаблонах проектирования программного обеспечения; методах тестирования, отладки и оптимизации программного кода	Защита лабораторной работы, устный опрос, экзамен
ПК-1.2 Создает архитектуру программного продукта и использует шаблоны проектирования на этапе разработки программного обеспечения; оптимизирует, отлаживает и документирует программный код	Защита лабораторной работы
ПК-1.3 Использует современные интегрированные среды для разработки программного обеспечения; средства для анализа программного кода: дизассемблеры, профилировщики; современные библиотеки для распараллеливания и оптимизации вычислений	Защита лабораторной работы, устный опрос, экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

1. История введения параллелизма.
2. Различие многозадачных, параллельных и распределенных вычислений.
3. Проблемы использования параллелизма.
4. Модели параллельных вычислительных систем.
5. Модель алгоритма в виде графа "операнд - операции".
6. Модель параллельных вычислений в виде сети Петри.
7. Модель параллельных вычислений в виде графа "процесс-ресурс".
8. Оценка коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов.
9. Оценка эффективности параллельных вычислений.
10. Оценка коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов.
11. Параллельные численные алгоритмы линейной алгебры.
12. Параллельные численные алгоритмы решения дифференциальных уравнений в частных производных.
13. Параллельные численные алгоритмы многомерной многоэкстремальной оптимизации.
14. Уровни распараллеливания вычислений.
15. Этапы построения параллельных алгоритмов и программ.
16. Технологические аспекты распараллеливания.
17. Создание специализированных языков программирования.
18. Расширение существующих языков программирования.
19. Разработка специализированных библиотек.
20. Общие способы распараллеливания алгоритмов.
21. Организация параллельного исполнения рекурсивных вычислений.

5.2.2. Перечень контрольных материалов

для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрены.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль проходит в течение семестра в виде выполнения, защиты лабораторных работ. Оценку «зачтено» за каждую выполненную лабораторную работу студент получает в том случае, если он выполнил все требования, предъявляемые к лабораторной работе. Защита лабораторных работ проводится в форме беседы с преподавателем. Для защиты необходимо выучить теоретический материал и выполнить задачу по программированию по теме защищаемой лабораторной работы.

1. Компетенция ПК-1 Способен использовать методы и шаблоны проектирования программного обеспечения, современные интегрированные среды разработки, отладки и оптимизации программного кода.

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Типовые контрольные задания для текущего контроля
<p>ПК-1.1 Ориентируется в шаблонах проектирования программного обеспечения; методах тестирования, отладки и оптимизации программного кода</p>	<p>Вопросы при защите лабораторной работы.</p> <p>Принципы построения параллельных вычислительных систем:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В чем заключаются основные способы достижения параллелизма? 2. В чем могут состоять различия параллельных вычислительных систем? 3. Что положено в основу классификация Флинна? 4. В чем состоит принцип разделения многопроцессорных систем на мультипроцессоры и мультикомпьютеры? 5. Какие классы систем известны для мультипроцессоров? 6. В чем состоят положительные и отрицательные стороны симметричных мультипроцессоров? 7. Какие классы систем известны для мультикомпьютеров? 8. В чем состоят положительные и отрицательные стороны кластерных систем? 9. Какие топологии сетей передачи данных наиболее широко используются при построении многопроцессорных систем? 10. В чем состоят особенности сетей передачи данных для кластеров? 11. Каковы основные характеристики сетей передачи данных? 12. Какие системные платформы могут быть использованы для построения кластеров? <p>Модели вычислений и методы анализа эффективности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Как определяется модель "операция - операнды"? 2. Как определяется расписание для распределения вычислений между процессорами? 3. Как определяется время выполнения параллельного алгоритма? 4. Какое расписание является оптимальным? 5. Как определить минимально возможное время решения задачи? 6. Что понимается под паракомпьютером и для чего может оказаться полезным данное понятие? 7. Какие оценки следует использовать в качестве характеристики времени последовательного решения задачи? 8. Как определить минимально возможное время параллельного решения задачи по графу "операнды – операции"? 9. Какие зависимости могут быть получены для времени параллельного решения задачи при увеличении или уменьшения числа используемых процессоров? 10. При каком числе процессоров могут быть получены времена выполнения параллельного алгоритма, сопоставимые по порядку с оценками минимально возможного времени решения задачи? 11. Как определяются понятия ускорения и эффективности? 12. Возможно ли достижение сверхлинейного ускорения? 13. В чем состоит противоречивость показателей ускорения и эффективности? 14. Как определяется понятие стоимости вычислений? 15. В чем состоит понятие стоимостно-оптимального алгоритма? 16. В чем заключается проблема распараллеливания последовательного алгоритма суммирования числовых значений? 17. В чем состоит каскадная схема суммирования? С какой целью рассматривается модифицированный вариант данной схемы? 18. В чем различие показателей ускорения и эффективности для рассматриваемых вариантов каскадной схемы суммирования? 19. В чем состоит параллельный алгоритм вычисления всех частных сумм

последовательности числовых значений?

20. Как формулируется закон Амдаля? Какой аспект параллельных вычислений позволяет учесть данный закон?

21. Какие предположения используются для обоснования закона Густавсона-Барсиса?

22. Как определяется функция изоэффективности?

23. Какой алгоритм является масштабируемым? Приведите примеры методов с разным уровнем масштабируемости.

Анализ коммуникационной трудоемкости параллельных алгоритмов:

1. Какие основные характеристики используются для оценки топологии сети передачи данных? Приведите значения характеристик для конкретных типов коммуникационных структур (полный граф, линейка, решетка и др.).
2. Какие основные методы применяются при маршрутизации передаваемых данных по сети?
3. В чем состоят основные методы передачи данных? Приведите для этих методов аналитические оценки времени выполнения?
4. Какие операции передачи данных могут быть выделены в качестве основных?
5. В чем состоят алгоритмы выполнения передачи данных от одного процессора всем процессорам сети для топологий кольца, решетки и гиперкуба? Приведите оценки временной трудоемкости для этих алгоритмов.
6. В чем состоят алгоритмы выполнения передачи данных от всех процессоров всем процессорам сети для топологий кольца, решетки и гиперкуба? Приведите оценки временной трудоемкости для этих алгоритмов.
7. В чем состоят возможные алгоритмы выполнения операции редукиции? Какой из алгоритмов является наилучшим по времени выполнения?
8. В чем состоят алгоритмы выполнения операции циклического сдвига?
9. В чем состоит полезность использования логических топологий? Приведите примеры алгоритмов логического представления структуры коммуникационной сети?
10. В чем различие моделей для оценки времени выполнения операций передачи данных в кластерных вычислительных системах? Какая модель является более точной? Какая модель может быть использована для предварительного анализа временной трудоемкости коммуникационных операций?

Технология разработки параллельных программ для многопроцессорных систем с распределенной памятью (стандарт передачи сообщений MPI):

1. Какой минимальный набор средств является достаточным для организации параллельных вычислений в системах с распределенной памятью?
2. В чем состоит важность стандартизации средств передачи сообщений?
3. Что следует понимать под параллельной программой?
4. В чем различие понятий процесса и процессора?
5. Какой минимальный набор функций MPI позволяет начать разработку параллельных программ?
6. Как описываются передаваемые сообщения?
7. Как можно организовать прием сообщений от конкретных процессов?
8. Как определить время выполнения MPI программы?
9. В чем различие парных и коллективных операций передачи данных?
10. Какая функция MPI обеспечивает передачу данных от одного процесса всем процессам?
11. Что понимается под операцией редукиции?
12. В каких ситуациях следует применять барьерную синхронизацию?
13. Какие режимы передачи данных поддерживаются в MPI?
14. Как организуется неблокирующий обмен данными в MPI?
15. В чем состоит понятие тупика? В каких ситуациях функция одновременного выполнения передачи и приема гарантирует отсутствие тупиковых ситуаций?
16. Какие коллективные операции передачи данных предусмотрены в MPI?
17. Что понимается под производным типом данных в MPI?

	<p>18. Какие способы конструирования типов имеются в MPI?</p> <p>19. В каких ситуациях может быть полезна упаковка и распаковка данных?</p> <p>20. Что понимается в MPI под коммуникатором?</p> <p>21. Для чего может потребоваться создание новых коммуникаторов?</p> <p>22. Что понимается в MPI под виртуальной топологией?</p> <p>23. Какие виды топологий предусмотрены в MPI?</p> <p>24. Для чего может оказаться полезным использование виртуальных топологий?</p> <p>25. В чем состоят особенности разработки параллельных программ с использованием MPI на алгоритмическом языке Fortran?</p> <p>26. Какие основные дополнительные возможности предусмотрены в стандарте MPI-2?</p>
<p>ПК-1.2 Создаёт архитектуру программного продукта и использует шаблоны проектирования на этапе разработки программного обеспечения; оптимизирует, отлаживает и документирует программный код</p>	<p>Вопросы при защите лабораторной работы.</p> <p>Принципы разработки параллельных методов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В чем состоят исходные предположения для возможности применения рассмотренной в разделе методики разработки параллельных алгоритмов? 2. Каковы основные этапы проектирования и разработки методов параллельных вычислений? 3. Как определяется модель "подзадачи-сообщения"? 4. Как определяется модель "процессы-каналы"? 5. Какие основные требования должны быть обеспечены при разработке параллельных алгоритмов? 6. В чем состоят основные действия на этапе выделения подзадач? 7. Каковы основные действия на этапе определения информационных зависимостей? 8. В чем состоят основные действия на этапе масштабирования имеющегося набора подзадач? 9. В чем состоят основные действия на этапе распределения подзадач по процессорам вычислительной системы? 10. Как происходит динамическое управление распределением вычислительной нагрузки при помощи схемы "менеджер - исполнитель"? 11. Какой метод параллельных вычислений был разработан для решения гравитационной задачи N тел? 12. Какой способ выполнения операции обобщенного сбора данных является более эффективным? <p>Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики (матрично-векторное умножение):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите основные способы распределения элементов матрицы между процессорами вычислительной системы. 2. В чем состоит постановка задачи умножения матрицы на вектор? 3. Какова вычислительная сложность последовательного алгоритма умножения матрицы на вектор? 4. Почему при разработке параллельных алгоритмов умножения матрицы на вектор допустимо дублировать вектор-операнд на все процессоры? 5. Какие подходы могут быть предложены для разработки параллельных алгоритмов умножения матрицы на вектор? 6. Представьте общие схемы рассмотренных параллельных алгоритмов умножения матрицы на вектор. 7. Проведите анализ и получите показатели эффективности для одного из рассмотренных алгоритмов. 8. Какой из представленных алгоритмов умножения матрицы на вектор обладает лучшими показателями ускорения и эффективности? 9. Может ли использование циклической схемы разделения данных повлиять на время работы каждого из представленных алгоритмов? 10. Какие информационные взаимодействия выполняются для алгоритмов при ленточной схеме разделения данных? В чем различие необходимых операций передачи данным при разделении матрицы по строкам и столбцам? 11. Какие информационные взаимодействия выполняются для блочного алгоритма умножения матрицы на вектор?

	<p>12. Какая топология коммуникационной сети является целесообразной для каждого из рассмотренных алгоритмов?</p> <p>13. Дайте общую характеристику программной реализации алгоритма умножения матрицы на вектор при разделении данных по строкам. В чем могут состоять различия в программной реализации других рассмотренных алгоритмов?</p> <p>14. Какие функции библиотеки MPI оказались необходимыми при программной реализации алгоритмов?</p> <p>Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики (матричное умножение):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В чем состоит постановка задачи умножения матриц? 2. Приведите примеры задач, в которых используется операция умножения матриц. 3. Приведите примеры различных последовательных алгоритмов выполнения операции умножения матриц. Отличается ли их вычислительная трудоемкость? 4. Какие способы разделения данных используются при разработке параллельных алгоритмов матричного умножения? 5. Представьте общие схемы рассмотренных параллельных алгоритмов умножения матриц. 6. Проведите анализ и получите показатели эффективности ленточного алгоритма при горизонтальном разбиении перемножаемых матриц. 7. Какие информационные взаимодействия выполняются для алгоритмов при ленточной схеме разделения данных? 8. Какие информационные взаимодействия выполняются для блочных алгоритмов умножения матриц? 9. Какая топология коммуникационной сети является целесообразной для каждого из рассмотренных алгоритмов? 10. Какой из рассмотренных алгоритмов характеризуется наименьшими и наибольшими требованиями к объему необходимой памяти? 11. Какой из рассмотренных алгоритмов обладает наилучшими показателями ускорения и эффективности? 12. Оцените возможность выполнения матричного умножения как последовательности операций умножения матрицы на вектор. 13. Дайте общую характеристику программной реализации алгоритма Фокса. В чем могут состоять различия в программной реализации других рассмотренных алгоритмов? 14. Какие функции библиотеки MPI оказались необходимыми при программной реализации алгоритмов?
<p>ПК-1.3 Использует современные интегрированные среды для разработки программного обеспечения; средства для анализа программного кода: дизассемблеры, профилировщики; современные библиотеки для распараллеливания и оптимизации вычислений</p>	<p>Вопросы при защите лабораторной работы.</p> <p>Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики (решение систем линейных уравнений):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что представляет собой система линейных уравнений? Какие типы систем вам известны? Какие методы могут быть использованы для решения систем разных типов? 2. В чем состоит постановка задачи решения системы линейных уравнений? 3. В чем идея параллельной реализации метода Гаусса? 4. Какие информационные взаимодействия имеются между базовыми подзадачами для параллельного варианта метода Гаусса? 5. Какие показатели эффективности для параллельного варианта метода Гаусса? 6. В чем состоит схема программной реализации параллельного варианта метода Гаусса? 7. В чем состоит идея параллельной реализации метода сопряженных градиентов? 8. Какой из алгоритмов обладает большей коммуникационной сложностью? <p>Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики (сортировка данных):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В чем состоит постановка задачи сортировки данных?

2. Приведите несколько примеров алгоритмов сортировки? Какова вычислительная сложность приведенных алгоритмов?
3. Какая операция является базовой для задачи сортировки данных?
4. В чем суть параллельного обобщения базовой операции задачи сортировки данных?
5. Что представляет собой алгоритм чет-нечетной перестановки?
6. В чем состоит параллельный вариант алгоритма Шелла? Какие основные отличия этого варианта параллельного алгоритма сортировки от метода чет-нечетной перестановки?
7. Что представляет собой параллельный вариант алгоритма быстрой сортировки?
8. Что зависит от правильного выбора ведущего элемента для параллельного алгоритма быстрой сортировки?
9. Какие способы выбора ведущего элемента могут быть предложены?
10. Для каких топологий могут применяться рассмотренные алгоритмы сортировки?
11. В чем состоит алгоритм сортировки с использованием регулярного набора образцов?

Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики (обработка графов):

1. Приведите определение графа. Какие основные способы используются для задания графов?
2. В чем состоит задача поиска всех кратчайших путей?
3. Приведите общую схему алгоритма Флойда. Какова трудоемкость алгоритма?
4. В чем состоит способ распараллеливания алгоритма Флойда?
5. В чем заключается задача нахождения минимального охватывающего дерева? Приведите пример использования задачи на практике.
6. Приведите общую схему алгоритма Прима. Какова трудоемкость алгоритма?
7. В чем состоит способ распараллеливания алгоритма Прима?
8. В чем отличие геометрических и комбинаторных методов разделения графа? Какие методы являются более предпочтительными? Почему?
9. Приведите описание метода покоординатного разбиения и алгоритма разделения с учетом связности. Какой из этих методов является более простым для реализации?

Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики (уравнения в частных производных):

1. Как определяется задача Дирихле для уравнения Пуассона?
2. Как метод конечных разностей применяется для решения задачи Дирихле?
3. Какие способы определяют организацию параллельных вычислений для сеточных методов на многопроцессорных вычислительных системах с общей памятью?
4. В чем состоит проблема синхронизации параллельных вычислений?
5. Как характеризуется поведение параллельных участков программы, которое именуется состязанием потоков (race condition)?
6. В чем состоит проблема взаимоблокировки?
7. Какой метод гарантирует однозначность результатов сеточных методов независимо от способа распараллеливания, но требует использования большого дополнительного объема памяти?
8. Как изменяется объем вычислений при применении методов волновой обработки данных?
9. Что такое фрагментирование (chunking)?
10. Как повысить эффективность методов волновой обработки данных?
11. Как очередь заданий позволяет балансировать нагрузку процессорам?
12. Какие проблемы приходится решать при организации параллельных вычислений на системах с распределенной памятью?
13. Какие механизмы могут быть задействованы для передачи данных?
14. Каким образом организация множественной волны вычислений позволяет

	<p>повысить эффективность волновых вычислений в системах с распределенной памятью?</p> <p>Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики (оптимизация):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. В чем состоит задача поиска оптимального решения? 2. Что может являться целью в задаче поиска оптимального решения? 3. В чем состоит сложность определения оптимума в многоэкстремальных задачах оптимизации? 4. Какой подход к оценке оптимального решения использован в разделе? Какие еще подходы Вам известны? 5. Чем обоснована в многомерных задачах необходимость разработки численных методов поиска глобального оптимума более эффективных, чем полный перебор по некоторой сетке в области поиска решения? 6. Чем вызвана необходимость реализации асинхронной схемы расчетов в параллельной модификации индексного метода? 7. В чем состоит общая схема реализации программной системы параллельной глобальной оптимизации?
--	--

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий теории параллельного программирования
	Знание основных закономерностей, соотношений, технологий параллельной обработки данных
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Чёткость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение решать стандартные профессиональные задачи с применением технологий параллельной обработки данных
	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач
Навыки	Владение навыками распараллеливания программного кода
	Качество разработки программного обеспечения с использованием методов параллельного программирования
	Самостоятельность использования методов параллельного программирования при разработке программного обеспечения

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий теории параллельного	Не знает терминов и определений теории параллельного программирования	Знает термины и определения теории параллельного программирования,	Знает термины и определения теории параллельного	Знает термины и определения теории параллельного программирования,

программирования		но допускает неточности формулировок	программирования	может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, технологий параллельной обработки данных	Не знает основные закономерности и соотношения, технологии параллельной обработки данных	Знает основные закономерности, соотношения, технологии параллельной обработки данных	Знает основные закономерности, соотношения, технологии параллельной обработки данных, интерпретирует их и использует	Знает основные закономерности, соотношения, технологии параллельной обработки данных, может самостоятельно их получить и использовать
Объём освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объёме	Обладает твёрдым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не даёт ответы на большинство вопросов	Даёт неполные ответы на все вопросы	Даёт ответы на вопросы, но не все из них полные	Даёт полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Чёткость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания логически последовательно, самостоятельно их воспроизводит и анализирует
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение решать стандартные профессиональные задачи с применением технологий параллельной обработки данных	Не умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением технологий параллельной обработки данных	Допускает неточности в решении стандартных профессиональных задач с применением технологий параллельной обработки данных	Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением технологий параллельной обработки данных	Безошибочно решает стандартные профессиональные задачи с применением технологий параллельной обработки данных
Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Не умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Использование теоретических знаний для выбора методики решения профессиональных задач вызывает затруднения	Умеет использовать теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач	Умело использует теоретические знания для выбора методики решения профессиональных задач

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками распараллеливания программного кода	Не владеет навыками распараллеливания программного кода	Недостаточно хорошо владеет навыками распараллеливания программного кода	Владеет навыками распараллеливания программного кода	Профессионально владеет навыками распараллеливания программного кода
Качество разработки программного обеспечения с использованием методов параллельного программирования	Не способен разрабатывать программное обеспечение с использованием методов параллельного программирования	Недостаточно качественно разрабатывает программное обеспечение с использованием методов параллельного программирования, допускает и исправляет ошибки с посторонней помощью	Недостаточно качественно разрабатывает программное обеспечение с использованием методов параллельного программирования, допускает и исправляет ошибки самостоятельно	Качественно разрабатывает программное обеспечение с использованием методов параллельного программирования
Самостоятельность использования методов параллельного программирования при разработке программного обеспечения	Не может самостоятельно использовать методы параллельного программирования при разработке программного обеспечения	Использует методы параллельного программирования при разработке программного обеспечения с посторонней помощью	При использовании методов параллельного программирования иногда требуется посторонняя помощь	Самостоятельно использует методы параллельного программирования при разработке программного обеспечения

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель. Мультимедийная установка, экран, доски
2.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Специализированная мебель. Компьютеры на базе процессоров Intel или AMD.
3.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель. Компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 Соглашение действительно с 01.11.2020 по 31.10.2023). Договор поставки ПО № 128-21 от 30.10.2021.
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 Соглашение действительно с 01.11.2020 по 31.10.2023). Договор поставки ПО № 128-21 от 30.10.2021.
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	CodeBlocks (компиляторы gcc),	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Открытая система анализа данных DLP (MyDLP)	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

Перечень основной учебной литературы

1. Левин М.П. Параллельное программирование с использованием OpenMP [Электронный ресурс] / М.П. Левин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 133 с. — 978-5-94774-857-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52216.html>
2. Туральчук К.А. Параллельное программирование с помощью языка C# [Электронный ресурс] / К.А. Туральчук. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.

— 189 с. — 2227-8397. — Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/39560.html>

3. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Боресков [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2015. — 336 с. — 978-5-19-011058-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54647.html>
4. Соснин В.В. Введение в параллельные вычисления [Электронный ресурс] / В.В. Соснин, П.В. Балакшин. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2015. — 54 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68646.html>

Перечень дополнительной литературы

1. Параллельные вычисления / Воеводин В.В., Воеводин Вл.В.; БХВ-Петербург, 20013.
2. Введение в параллельные вычисления. /А.С. Антонов; М.: Издание физического факультета МГУ, 20014.
3. Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP: Учебное пособие / А.С. Антонов; М.: Изд-во МГУ, 20014. – 71 с.
4. Теоретические основы параллельного программирования. Учебно-методическое пособие / В.М. Михелев: НИУ БелГУ. - Белгород, 2013 / Режим доступа: <http://pegas.bsu.edu.ru/course/view.php?id=6619>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://parallel.ru/about> - Лаборатория Параллельных информационных технологий Научно-исследовательского вычислительного центра Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

2. <http://hpcu.ru/about/> - Интернет университет суперкомпьютерных технологий. Образовательная деятельность Университета ориентирована на обучение самого широкого круга обучаемых (студенты, специалисты, преподаватели) и предусматривает наличие различных направлений подготовки для учета разных профессиональных требований в области суперкомпьютерных технологий (пользователи, программисты, инженеры).

3. <http://openmp.org/wp/openmp-specifications/> - Спецификации OpenMP.

4. <http://www.mpi-forum.org/docs/docs.html> - Спецификации MPI.

5. http://www.nvidia.ru/object/cuda_develop_emeai.html - Спецификации по CUDA

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех») — Режим доступа: <http://ntb.bstu.ru>

2. Электронно-библиотечная система IPRbooks — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» — Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2022/2023 учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 2022 г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО