Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ганеев Винер Валиахметович
Должность: Директор
Дата подписания: 02.11.2026 14:28:19
Уникальный программный ключ:
fceab25d7092f3bff743e8ad3f8d57fddc1f5e66

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»

Бирский филиал

ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан
подписано ЭЦП Гайсин Ф.Р.
(подпись, инициалы, фамилия)

«26» 02 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория и практика параллельных вычислений
(наименование дисциплины)

ОПОП ВО программа бакалавриата
01.03.02 Прикладная математика и информатика
шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль, специализация)

Математическое моделирование и управление процессами и системами
наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения
очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Бирск 2026 г.

Рабочая программа составлена на основании учебного плана основной профессиональной образовательной программы 01.03.02 Прикладная математика и информатика профиль Математическое моделирование и управление процессами и системами, одобренного ученым советом Бирского филиала Уфимского университета науки и технологий (протокол №7 от 27.02.2026 г.) и утвержденного директором Бирского филиала 27.02.2026.

Зав.кафедрой кафедры высшей математики и физики *(наименование кафедры разработчика программы)*	*подписано ЭЦП*	Чудинов В.В.
Разработчик программы	*подписано ЭЦП*	Гайсин Ф.Р.
Руководитель образовательной программы	*подписано ЭЦП*	Бигаева Л.А.

1. Цель дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

1.1. Цель дисциплины

Цель изучения дисциплины: формирование у обучающихся основных понятий и методов параллельных вычислений, освоение принципов использования методов параллельных вычислений для решения практических задач; формирование умений и навыков программирования для многопроцессорных вычислительных систем.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1. – Результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной
код компетенции	наименование компетенции	
ПК-2	Способен проектировать программные средства в профессиональной деятельности	ПК-2.1. Демонстрирует знания методов проектирования программных средств
		ПК-2.2. Применяет методы проектирования программных средств
		ПК-2.3. Проектирует программные средства в профессиональной деятельности
ПК-3	Способен проводить научно-исследовательские и расчетно-модельные разработки при исследовании самостоятельных тем	ПК-3.1. Анализирует литературные источники по сформулированным темам
		ПК-3.2. Применяет методы проведения научно-исследовательских и расчетно-модельных разработок
		ПК-3.3. Проводит научно-исследовательские и расчетно-модельные разработки при исследовании самостоятельных тем

2. Структура и трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2.8 зачетные единицы (з.е.), 102 академических часов.

Таблица 2 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
Общая трудоемкость дисциплины	102	7 семестр - 102
Контактная работа обучающихся с преподавателем по	66	7 семестр - 66

Виды учебной работы	Всего, часов	Количество часов в семестре
видам учебных занятий (всего)		
в том числе:		
лекции	24	7 семестр - 24
лабораторные занятия	24	7 семестр - 24
практические занятия	18	7 семестр - 18
Другие виды работ в соответствии с УП:		
контрольная работа	0	
консультации	0	
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	36	7 семестр - 36
Из них:		
контроль	0	
ФКР:		
зачет	0	
зачет с оценкой	0.2	7 семестр - 1
курсовая работа (проект)	0	
экзамен	0	

3 Содержание дисциплины

Таблица 3 – Содержание дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности					Форма текущего контроля успеваемости
		Лек, час.	Лаб, час.	П, час.	ДЗ, час.	СРС, час.	
4 курс / 7 семестр							
1	Раздел 1						
1.1	Основные направления развития высокопроизводительных компьютеров Области применения параллельного программирования. Архитектура параллельных систем. Современные суперкомпьютеры.	4				6	Тестирование
1.2	Моделирование и анализ параллельных вычислений Модель вычислений в виде графа операции-операнды. Описание схемы параллельного выполнения алгоритма. Определение времени выполнения параллельного алгоритма. Показатели эффективности параллельного алгоритма.	4		2		6	Тестирование
1.3	Принципы разработки параллельных методов Моделирование параллельных программ.	4		2		6	Тестирование, Лабораторная работа

	Этапы разработки параллельных алгоритмов. Разделение вычислений на независимые части. Выделение информационных зависимостей. Масштабирование набора подзадач. Распределение подзадач между процессорами. Параллельное решение гравитационной задачи N тел.						
2	Раздел 2						
2.1	Технология программирования OpenMP Алфавитный указатель по директивам, функциям, опциям и переменным окружения OpenMP. Параллельные и последовательные области. Распределение работы. Синхронизация.	4	8	6		5.8	Решение задач, Лабораторная работа
2.2	Параллельные методы работы с матрицами Умножение матрицы на вектор. Умножение матрицы на вектор при разделении данных по строкам. Умножение матрицы на вектор при разделении данных по столбцам. Умножение матрицы на вектор при блочном разделении данных. Умножение матриц при ленточной схеме разделения данных. Алгоритм Фокса. Алгоритм Кэннона	4	8	4		6	Решение задач, Лабораторная работа
2.3	Параллельные методы решения систем линейных уравнений Постановка задачи. Алгоритм Гаусса. Метод сопряженных градиентов.	4	8	4		6	Лабораторная работа, Решение задач
3	Дифференцированный зачет				1	0.2	
Итого по 4 курсу 7 семестру		24	24	18	1	36	
Итого по дисциплине		24	24	18	1	36	

Таблица 4 – Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Объем, час.

Таблица 5 – Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Наименование семинарских и практических работ	Объем, час.

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

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины. Баллы, выставляемые за конкретные виды деятельности представлены ниже.

Контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости

Тестовые задания

Описание тестовых заданий: тестовые задания включают тесты закрытого типа (с одним правильным ответом), тесты на установлении последовательности и на установление соответствия. Оценка за выполнение тестовых заданий выставляется на основании процента заданий, выполненных студентами в процессе прохождения промежуточного и рубежного контроля знаний

Когда была создана первая супер ЭВМ?

- в середине 70-х
- в середине 60-х
- в начале 80-х
- в начале 80-х
- в конце 70-х

Кем была разработана первая супер-ЭВМ?

- Джоном фон Нейманом
- Сеймуром Крэем
- Томасом Стерлингом
- Доном Беккером
- Биллом Гейтсом

Укажите неправильное утверждение.

- SISD - это обычные последовательные компьютеры
- SIMD - большинство современных ЭВМ относятся к этой категории
- MISD - вычислительных машин такого класса мало
- MIMD -это реализация нескольких потоков команд и потоков данных

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения тестовых заданий

Описание методики оценивания выполнения тестовых заданий: оценка за выполнение тестовых заданий ставится на основании подсчета процента правильно выполненных тестовых заданий.

Критерии оценки (в баллах)*:*

- **9-10** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 81 – 100 %;
- **7-8** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 61 – 80 %;
- **4-6** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 41 – 60 %;
- **до 4** баллов выставляется студенту, если процент правильно выполненных тестовых заданий составляет 40 %;

Решение задач

Решение задач способствует формированию умений и навыков относящихся к конкретной сфере деятельности

1. Разработайте модель и выполните оценку показателей ускорения и эффективности параллельных вычислений:

1) для задачи скалярного произведения двух векторов

$$y = \sum_{i=1}^{N} a_i b_i$$

2) для задачи поиска максимального и минимального значений для заданного набора числовых данных

$$y_{\min} = \min_{i \le i \le N} a_i, \; y_{\max} = \max_{i \le i \le N} a_i,$$

3) для задачи нахождения среднего значения для заданного набора числовых данных

$$y = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} a_i$$

2. Выполните в соответствии с законом Амдаля оценку максимально достижимого ускорения для задач п. 1.
3. Выполните оценку ускорения масштабирования для задач п.1.
4. Выполните построение функций изоэффективности для задач п. 1.
5. (*) Разработайте модель и выполните полный анализ эффективности параллельных вычислений (ускорение, эффективность, максимально достижимое ускорение, ускорение масштабирования, функция изоэффективности) для задачи умножения матрицы на вектор.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания решения задач

Описание методики оценивания выполнения решения задачи: уделяется внимание выбранному алгоритму, рациональному способу решения, правильному применению формул, получению верного ответа.
Критерии оценки
5 баллов выставляется студенту, если: составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задача решена рациональным способом.
4 баллов выставляется студенту, если: составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задача решена нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ.
3 баллов выставляется студенту, если: задача понята правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задача решена не полностью или в общем виде.
1 баллов выставляется студенту, если: задача решена неправильно.

0 баллов выставляется студенту, если: задача не решена.

Лабораторная работа

Лабораторная работа № 11. Написать программу где каждый поток печатает свой идентификатор, количество потоков всего и строчку «HelloWorld». Запустить программу с 8 потоками. Всегдали вывод идентичен? Почему?2. Написать программу, в которой объявлен массив из 16000 элементов иинициализирован так, что значение элемента массива равно его порядковому номеру. 3 атемсоздайтерезультирующиймассив, в котором(за исключениемкрайнихэлементов)будутсредниезначенияисходногомассива:b[i]=(a[i-1] + a[i] + a[i+1])/3.03апуститепрограммус 8-ю процессамипри различныхтипахраспределенияработ.Задача 3Модифицируйтезадачу1 так,чтобы потокираспечатывалисвоиидентификаторывобратномпорядке.Существуеткакминимум5 способоврешения.Постарайтесьнайтикакможно больше.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения лабораторной работы

Критерии оценки лабораторных работ:
ИБ — исходный балл — для каждой лабораторной работы может быть свой (в зависимости от сложности).

Балл	**Критерии оценки (содержательная характеристика)**
ИБ*0,1	Работа выполнена полностью. Работа без защиты.
ИБ*0,2	Работа выполнена полностью. Студент не владеет теоретическим материалом, допуская грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке собственных суждений, неспособен ответить на дополнительные вопросы.
ИБ*0,4	Работа выполнена полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки по сущности рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.
ИБ*0,6	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, отсутствуют ошибки при описании теории, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
ИБ*0,8	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует

	собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
ИБ	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.

Дифференцированный зачет

Примерные вопросы к дифзачету, 4 курс / 7 семестр

1. Языки программирования и работа порожденного кода в условиях современных многопоточных систем с разделяемой памятью.
2. Причины условий гонок и других проблем параллельного программирования с точки зрения обору-дования.
3. Модель программирования и синхронизации, встроенная в язык (Java, C).
4. Потоки, «безопасность для исполнения в параллельных потоках», локальные объекты потока.
5. Общие проблемы параллельного программирования.
6. Проблемы, возникающие при работе с разделяемой памятью.
7. Разделяемые объекты и синхронизация.
8. Синхронизация выполнения кода и синхронизация обращения к данным.
9. Явная и неявная синхронизация.
10. Синхронизация путем обеспечения условий неизменности.
11. Ожидание.
12. Типовые аппаратно реализованные примитивы синхронизации.
13. “Сборка” более сложных объектов синхронизации из более простых.
14. Проблемы стандартных средств организации параллельного доступа (стандартных блокировок, примитивов типа Compare and Set, объединения примитивов).
15. Свойства численных алгоритмов, существенных с точки зрения параллельного программирования.
16. Формулировка и анализ свойств численных алгоритмов, которые должны быть учтены при парал-лельном программировании.
17. Точность вычислений.
18. Регулярность структур данных (массивы сетки) и регулярность их обработки.
19. Массовость вычислений, локальность связей, высокая степень непроцедурности.
20. Переносимость параллельной программы в классе мультикомпьютеров, настройка параллельной программы на аппаратные ресурсы, и программное окружение.
21. Параметрическое задание распределения ресурсов.
22. Аппаратно-зависимые алгоритмы обработки типовых операций (редукция, широковещательная рассылка).
23. Динамические свойства параллельных программ (динамическая балансировка загрузки процессо-ров, диспетчеризация распределѐнной памяти в мультикомпьютере).
24. Особенности использования централизованных алгоритмов в составе параллельных программ.
25. Достоинства и недостатки асинхронных операций и коммуникаций.

26. Проблемы синхронизации процессов.
27. Проблема распределѐнной памяти.
28. Особенности реализации больших численных моделей в гетерогенных грид системах.
29. Дополнительные свойства параллельных программ: надѐжность, избыточность данных и вычисле-ний, отказоустойчивость, контрольные точки.

Методические материалы, определяющие процедуру оценивания выполнения дифференциального зачета

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10.
При оценке ответа на зачете максимальное внимание должно уделяться тому, насколько полно раскрыто содержание материала, четко и правильно даны определения, раскрыто содержание понятий, верно ли использованы научные термины, насколько ответ самостоятельный, использованы ли ранее приобретенные знания, раскрыты ли раскрыты причинно-следственные связи, насколько высокий уровень умения оперирования научными категориями, анализа информации, владения навыками практической деятельности.
Критерии оценки (в баллах):
- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;
- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;
- **10-16** баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;
- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:
- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме:
7 семестр - дифзачет.
Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины.
Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах.

Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов.

Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине при использовании модульно-рейтинговой системы

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины:

Шкалы оценивания:

Рейтинг-план дисциплины

Таблица перевода баллов текущего контроля в баллы рейтинга

	5	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1
2		5	4	3	2	2	2	2	2	1
3			5	4	3	3	3	2	2	2
4				5	4	4	3	3	3	2
5					5	5	4	4	3	3
6						5	5	4	4	3
7							5	5	4	4
8								5	5	4
9									5	5
10										5

Рейтинг-план дисциплины представлен в Приложении 1.

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

5.1. Основная учебная литература

1. Теория и практика параллельных вычислений : учеб. пособ. / В.П. Гергель .— М. : БИНОМ. Лаборатория знаний: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2007 .— 423 с.
2. Многоядерные процессоры : учеб. пособ. / А. В. Калачев .— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2012 .— 247 с.

5.2. Дополнительная учебная литература

1. Основы объектного программирования на C# (C# 3.0, Visual Studio 2008) : учеб. пособ. / В. А. Биллиг .— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2012 .— 582 с.
2. Основы программирования на C# : учеб. пособ. / В. А. Биллиг .— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2012 .— 483 с. : ил .— (Основы информационных технологий) .— ISBN 978-5-94774-401-9 : 345 р. 00 к. — ISBN 978-5-9556-0050-5.

5.3. Другие учебно-методические материалы

Перечень рекомендуемых ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», находящихся в свободном доступе

1. https://parallel.ru/

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/.
2. Электронная библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/.
3. Университетская библиотека онлайн biblioclub.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/.
4. Электронная библиотека УУНиТ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elib.bashedu.ru/.
5. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rsl.ru/.
6. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://xn--90ax2c.xn--p1ai/viewers/.
7. Национальная платформа открытого образования npoed.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://npoed.ru/.
8. Электронное образование Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://edu.bashkortostan.ru/.
9. Информационно-правовой портал Гарант.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.garant.ru/.

Программное обеспечение

1. Браузер Google Chrome - Бесплатная лицензия https://www.google.com/intl/ru_ALL/chrome/privacy/eula_text.html
2. Браузер Яндекс - Бесплатная лицензия https://yandex.ru/legal/browser_agreement/index.html
3. Visual Studio Community - Бесплатная лицензия https://visualstudio.microsoft.com/ru/free-developer-offers/

4. Операционная система Astra Linux - Договор 0301400003023000002 от 14 марта 2023 бессрочно
5. LIBREOFFICE - Договор №0301400003023000002 от 14.03.2023 (бессрочный)
6. Система дистанционного обучения Moodle - Бесплатная лицензия http://www.gnu.org/licenses/gpl.html

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория 231(ФМ)	Лекционная, Семинарская, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Доска, мебель. Программное обеспечение 1. Браузер Google Chrome 2. Браузер Яндекс 3. Операционная система Astra Linux 4. Система дистанционного обучения Moodle
Аудитория 311(ФМ)	Лекционная, Для консультаций, Для контроля и аттестации	Доска, компьютер, мебель. Программное обеспечение 1. Браузер Google Chrome 2. Браузер Яндекс 3. Visual Studio Community 4. Операционная система Astra Linux 5. Система дистанционного обучения Moodle 6. LIBREOFFICE
Аудитория 412а(ФМ)	Для консультаций, Для хранения оборудования	Компьютер, учебно-методическая литература. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux 3. Браузер Google Chrome
Аудитория 420(ФМ)	Для самостоятельной работы	Компьютер, мебель, учебно-методические пособия, учебно-наглядные материалы. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux 3. Браузер Google Chrome

Аудитория 422 а(ФМ)	Для хранения оборудования	Компьютер, проектор, экран. Программное обеспечение 1. LIBREOFFICE 2. Операционная система Astra Linux 3. Браузер Google Chrome