

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и информационных технологий

*Утверждено:*

на заседании кафедры ИТиКМ  
протокол № 11 от 22 июня 2017 г.

Зав. кафедрой *А.М. Болотнов*

*Согласовано:*

Председатель УМК  
факультета математики и ИТ

*А.М. Ефимов*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

*дисциплина*

Параллельные вычисления

Цикл Б1.В.02 — Вариативная часть

ПРОГРАММА МАГИСТРАТУРЫ

*Направление подготовки (специальность):*

01.04.02 – Прикладная математика и информатика

*Направленность (профиль) подготовки:*

Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ  
Механика жидкости, газа и плазмы

Квалификация — магистр

Разработчик (составитель):

канд. физ.-мат. наук, доцент

/ Файрузов М.Э.

Для приема 2017 г.

Уфа — 2017

Составитель: канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры информационных технологий и компьютерной математики Файрузов М.Э.

Рабочая программа дисциплины актуализирована на заседании кафедры информационных технологий и компьютерной математики, протокол № 11 от 22.06.2017 г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры информационных технологий и компьютерной математики, протокол № 10 от 25.06.2018 г.

Изменен список литературы

Заведующий кафедрой



Болотнов А.М.

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	8
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	10
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	20
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	21
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	22

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Знать основные принципы и методы обработки информации, формирующие современные вычислительные технологии.	ПК-3: способностью разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности; ПК-4: способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности.	
	2. Знать технологии разработки вычислительных приложений.	ПК-3: способностью разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности; ПК-4: способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности.	
	3. Знать инструментальные средства разработки программного обеспечения, предоставляемыми современными компьютерными системами и комплексами	ПК-3: способностью разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности; ПК-4: способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности.	
Умения	1 Уметь использовать современные компьютерные технологии и системы разработки, применения и сопровождения программного обеспечения;	ПК-3: способностью разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности; ПК-4: способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности.	

	2. Уметь проводить анализ методов и инструментальных средств для решения прикладных задач различных классов;	ПК-3: способностью разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности; ПК-4: способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности.	
	3. Уметь эффективно использовать вычислительные технологии и ресурсы глобальной сети Интернет;	ПК-3: способностью разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности; ПК-4: способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности.	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть инструментальными средствами разработки программного обеспечения, предоставляемыми современными компьютерными системами и комплексами;	ПК-3: способностью разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности; ПК-4: способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности.	
	2. Владеть самостоятельно использовать вычислительные технологии для проведения прикладных исследований и управления бизнес-процессами, подготовки аналитических материалов;	ПК-3: способностью разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности; ПК-4: способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности.	
	3. Владеть созданием образовательных ресурсов при помощи Web-технологий.	ПК-3: способностью разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности;	

		ПК-4: способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности.	
--	--	---	--

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Параллельные вычисления» входит в вариативную часть цикла Б1.В дисциплины (модуля).

Дисциплина «Высокопроизводительные вычисления» изучается в 1 семестре.

Изучение дисциплины «Параллельные вычисления» студентами очной формы обучения по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» (уровень магистратуры) осуществляется в составе цикла дисциплин направления Б1.В.ОД.3 Сроки, трудоемкость освоения дисциплины определены ФГОС ВО по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 августа 2015 г. № 911.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, сформированных в результате освоения студентами предшествующих дисциплин образовательной программы по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» (уровень бакалавриата): «Основы информатики», «Прикладное программное обеспечение в научных и инженерных исследованиях» и «Языки и методы программирования».

Теоретическая и практическая подготовка магистрантов должна обеспечить получение знаний и представлений в области технологий параллельных вычислений, достаточных для эффективной профессиональной деятельности. При этом подразумевается приобретение магистрантами такого уровня знаний, который бы позволил им самостоятельно анализировать возможности выбираемого программного средства для выполнения той или иной конкретной задачи и на основании проведенного анализа выбирать наиболее подходящую прикладную программу.

Знания и умения, приобретенные магистрантами в результате изучения дисциплины, будут использоваться при изучении дисциплин «Прикладное программное обеспечение в научных и инженерных исследованиях», «Технология разработки программного обеспечения», а также в научно-исследовательской работе и при написании магистерской диссертации.

Магистр по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» готовится к научной, научно-исследовательской, проектной, производственно-технологической, организационно-управленческой, консалтинговой, консорциумной видам деятельности, связанным с использованием математики, программирования, информационно-коммуникационных технологий и автоматизированных систем управления.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### **4. Фонд оценочных средств по дисциплине**

##### **4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Процесс освоения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих компетенций:

*ПК-3: способностью разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности.*

Этап (уровень) освоения компетенц ии	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		«Не зачтено»	«Зачтено»		
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно »)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	<b>Знать:</b> основные концепции дисциплины «Высокопроизводительные вычисления», принципы и методы обработки информации.	Отсутствие знаний или фрагментарные представления об основных концепциях дисциплины «Высокопроизводительные вычисления», о принципах и методах обработки информации.	Неполные представления об основных концепциях дисциплины «Высокопроизводительные вычисления», о принципах и методах обработки информации.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных концепциях дисциплины «Высокопроизводительные вычисления», о принципах и методах обработки информации.	Сформированные систематические представления об основных концепциях дисциплины «Высокопроизводительные вычисления», о принципах и методах обработки информации.
Второй этап (уровень)	<b>Уметь:</b> использовать на практике знания компьютерных технологий, корректно формулировать задачи и обоснованно выбирать методы их решения.	Отсутствие умений или фрагментарные умения использовать на практике знаний вычислительных технологий, корректно формулировать задачи и обоснованно выбирать методы их решения.	В целом успешное, но не систематическое использование на практике знаний вычислительных технологий, не систематическое умение корректно формулировать задачи и обоснованно выбирать методы их	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в использовании на практике знаний вычислительных технологий, в умении корректно формулировать задачи и обоснованно выбирать методы их	Сформированное умение использовать на практике знания вычислительных технологий, корректно формулировать задачи и обоснованно выбирать методы их решения.



			решения.	решения.	
Третий этап (уровень)	<b>Владеть:</b> вычислительными технологиями и их применением для решения задач прикладного характера.	Отсутствие владения или фрагментарное владение вычислительными технологиями и их применением для решения задач прикладного характера.	В целом успешное, но не систематическое применение вычислительными технологий и их применение для решения задач прикладного характера.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применения вычислительными технологий и их применений для решения задач прикладного характера.	Успешное и систематическое применение вычислительными технологий и их применение для решения задач прикладного характера.

*ПК-4: способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности.*

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		«Не зачтено»	«Зачтено»		
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	<b>Знать:</b> основные научные подходы к автоматизации информационных процессов и информатизации предприятий и организаций.	Отсутствие знаний или фрагментарные представления об основных научных подходы к автоматизации информационных процессов и информатизации предприятий и организаций..	Неполные представления об основные научные подходы к автоматизации информационных процессов и информатизации предприятий и организаций.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основные научные подходы к автоматизации информационных процессов и информатизации предприятий и организаций.	Сформированные систематические представления об основные научные подходы к автоматизации информационных процессов и информатизации предприятий и организаций..

Второй этап (уровень)	<b>Уметь:</b> собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований в своей области.	Отсутствие умений или фрагментарные умения собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований в своей области.	В целом успешное, но не систематическое использование умения собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований в своей области.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использования умения собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований в своей области.	Сформированное умение собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований в своей области.
Третий этап (уровень)	<b>Владеть</b> навыками применения основных методов и моделей к задачам формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.	Отсутствие владения или фрагментарное владение навыками применения основных методов и моделей к задачам формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.	В целом успешное, но не систематическое применение навыков методов и моделей к задачам формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применения навыков методов и моделей к задачам формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.	Успешное и систематическое применение навыков применения основных методов и моделей к задачам формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для экзамена*: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; *для зачета*: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

Экзамены:

- 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.

Зачеты:

- зачтено – от 60 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- не зачтено – от 0 до 59 баллов.

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.**

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
<i>1-й этап:</i> <b>Знания</b>	1. Знать основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-вычислительных технологии.	ПК-3: способностью разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности; ПК-4: способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности.	<i>Лабораторные работы. Экзамен.</i>
	2. Знать основные принципы системного подхода в формализации решения прикладных задач.		<i>Лабораторные работы. Экзамен.</i>
	3. Знать основные принципы математических методов в формализации решения прикладных задач.		<i>Лабораторные работы. Экзамен.</i>
	4. Знать основные методы и способы применения системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.		<i>Лабораторные работы. Экзамен.</i>
<i>2-й этап:</i> <b>Умения</b>	1. Уметь применять в профессиональной деятельности современные информационно-вычислительных технологии.	ПК-3: способностью разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности;	<i>Лабораторные работы. Экзамен.</i>
	2. Уметь разрабатывать типовые		<i>Лабораторные</i>

	алгоритмы на основе системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.	ПК-4: способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности.	<i>работы. Экзамен.</i>
	3. Уметь проектировать алгоритмы решения прикладных задач на основе системного подхода и математических методов в формализации решения.		<i>Лабораторные работы. Экзамен.</i>
	4. Уметь разрабатывать алгоритмы решения типовых задач на языках высокого уровня, с использованием системного подхода и математических методов.		<i>Лабораторные работы. Экзамен.</i>
<i>3-й этап:</i> <b>Владеть навыкам и</b>	1. Владеть методикой использования основных законов естественнонаучных дисциплин и современных информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности.	ПК-3: способностью разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности; ПК-4: способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач проектной и производственно-технологической деятельности.	<i>Лабораторные работы. Экзамен.</i>
	2. Владеть практическими навыками применения системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.		<i>Лабораторные работы. Экзамен.</i>
	3. Владеть методами разработки информационных систем на основе системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.		<i>Лабораторные работы. Экзамен.</i>
	4. Обладать опытом применения основных методов системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.		<i>Лабораторные работы. Экзамен.</i>

### Экзаменационные билеты

Экзамен (зачет) является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Структура экзаменационного билета: 3 вопроса. Первый вопрос — теоретический, второй и третий вопросы — практические.

#### *Примерный список экзаменационных вопросов.*

1. Принципы построения параллельных вычислительных систем. Пути достижения параллелизма. Примеры параллельных вычислительных систем. Суперкомпьютеры. Кластеры. Классификация вычислительных систем..
2. Моделирование и анализ параллельных вычислений. Описание схемы параллельного выполнения алгоритма. Определение времени параллельного алгоритма. Показатели эффективности параллельного алгоритма.
3. Принципы разработки параллельных методов. Моделирование параллельных программ. Этапы разработки параллельных алгоритмов.
4. Параллельное программирование на основе MPI. Основные понятия и определения. Разработка параллельных программ с использованием MPI.
5. Использование технологии OpenMP для организации параллельных вычислений.

- Проблема синхронизации параллельных вычислений. Организация параллельных вычислений для систем с распределенной памятью.
6. Постановка вычислительной задачи и выбор параллельного метода решения. Сортировка данных. Пузырьковая сортировка. Сортировка Шелла. Быстрая сортировка.
  7. Умножение матрицы на вектор. Матричное умножение. Ленточный алгоритм. Блочные алгоритмы Фокса и Кэннона. Решение систем линейных уравнений. Алгоритм Гаусса..

### Образец экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Факультет математики и информационных технологий  
магистры 1 год, 1 семестр, 2018/2019 учебный год

Дисциплина Параллельные вычисления  
Направление 01.04.02 – Прикладная математика и информатика

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Принципы построения параллельных вычислительных систем. Пути достижения параллелизма. Примеры параллельных вычислительных систем.
2. Постановка вычислительной задачи и выбор параллельного метода решения. Сортировка данных. Пузырьковая сортировка..
3. Напишите программу, в которой две нити параллельно вычисляют сумму чисел от 1 до N. Распределите работу по нитям с помощью оператора if языка C. Для сложения результатов вычисления нитей воспользуйтесь OpenMP-параметром reduction.

Зав. Кафедрой ИТ и КМ



А.М. Болотнов

Перевод оценки из 100-балльной шкалы 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.

#### Критерии оценки (в баллах)

**25 – 30 баллов** выставляется студенту, если он дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы.

**17 – 24 баллов** выставляется студенту, если он раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности.

**10 – 16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы им 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.

**1 – 10 баллов** выставляется студенту, если его ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

**Примеры контрольных заданий для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

**Пример контрольной работы.**

**Задание 1.** Программа «I am!» 1. Напишите программу, в которой создается k нитей, и каждая нить выводит на экран свой номер и общее количество нитей в параллельной области в формате: I am thread from threads! Входные данные: k – количество нитей в параллельной области. Выходные данные: k строк вида «I am thread from threads!».

**Пример входных и выходных данных**

Входные данные	Выходные данные
3	I am 0 thread from 3 threads! I am 1 thread from 3 threads! I am 2 thread from 3 threads!

Модифицируйте программу таким образом, чтобы строку I am thread from threads! выводили только нити с четным номером.

**Задание 2.** Общие и частные переменные в OpenMP: программа «Скрытая ошибка» Изучите конструкции для управления работой с данными shared и private. Напишите программу, в которой создается k нитей, и каждая нить выводит на экран свой номер через переменную rank следующим образом:

```
rank = omp_get_thread_num();
printf("I am %d thread.\n", rank);
```

Экспериментами определите, общей или частной должна быть переменная rank. Входные данные: целое число k – количество нитей в параллельной области. Выходные данные: k строк вида «I am .».

**Пример входных и выходных данных**

Входные данные	Выходные данные
3	I am 0 thread. I am 1 thread. I am 2 thread.

**Задание 3.** Общие и частные переменные в OpenMP: параметр reduction

1. Напишите программу, в которой две нити параллельно вычисляют сумму чисел от 1 до N. Распределите работу по нитям с помощью оператора if языка C. Для сложения результатов вычисления нитей воспользуйтесь OpenMP-параметром reduction.
2. Входные данные: целое число N – количество чисел. Выходные данные: каждая нить выводит свою частичную сумму в формате «[Номер\_нити]: Sum = », один раз выводится общая сумма в формате «Sum = ».

3. Пример входных и выходных данных

**Пример входных и выходных данных**

Входные данные	Выходные данные
4	[0]: Sum = 3 [1]: Sum = 7 Sum = 10

4. Модифицируйте программу таким образом, чтобы она работала для k нитей.  
 5. **Входные данные:** целое число k – количество нитей, целое число N – количество чисел.  
**Выходные данные:** каждая нить выводит свою частичную сумму в формате «[Номер\_нити]: Sum = », один раз выводится общая сумма в формате «Sum = ».

**Задание 4.** Распараллеливание циклов в OpenMP: программа «Сумма чисел» Изучите OpenMP-директиву параллельного выполнения цикла for.

Напишите программу, в которой k нитей параллельно вычисляют сумму чисел от 1 до N. Распределите работу по нитям с помощью OpenMP-директивы for.

Входные данные: целое число k – количество нитей, целое число N – количество чисел.

Выходные данные: каждая нить выводит свою частичную сумму в формате «[Номер\_нити]: Sum = », один раз выводится общая сумма в формате «Sum = ». Пример входных и выходных данных.

Входные данные	Выходные данные
2 4	[0]: Sum = 3 [1]: Sum = 7 Sum = 10
2 2	[0]: Sum = 1 [1]: Sum = 2 Sum = 3
3 2	[0]: Sum = 1 [1]: Sum = 2 [2]: Sum = 0 Sum = 3

**Задание 5.** Распараллеливание циклов в OpenMP: параметр schedule Изучите параметр schedule директивы for.

Модифицируйте программу «Сумма чисел» из задания 6 таким образом, чтобы дополнительно выводилось на экран сообщение о том, какая нить, какую итерацию цикла выполняет: [i]: calculation of the iteration number .

Задайте k = 4, N = 10.

Заполните следующую таблицу распределения итераций цикла по нитям в зависимости от параметра schedule:



Номер итерации	Значение параметра schedule						
	static	static, 1	static, 2	dynamic	dynamic, 2	guided	guided, 2
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

### Пример лабораторной работы.

Распараллеливание циклов в OpenMP: программа «Число  $\pi$ ». Напишите OpenMP-программу, которая вычисляет число  $\pi$  с точностью до N знаков после запятой. Используйте следующую формулу:

$$\pi = \left( \frac{4}{1+x_0^2} + \frac{4}{1+x_1^2} + \dots + \frac{4}{1+x_{N-1}^2} \right) \times \frac{1}{N}, \text{ где } x_i = (i+0.5) \times \frac{1}{N}, i = \overline{0, N-1}$$

Распределите работу по нитям с помощью OpenMP-директивы for.

Входные данные: одно целое число N (точность вычисления).

Выходные данные: одно вещественное число  $\pi$ .

### Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов заключается в подготовке к занятиям и выполнении зачетных заданий с использованием рекомендованной учебно-методической литературы. В качестве дополнительных заданий предлагаются темы докладов.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

#### Основная литература:

1. Гергель, В.П. Теория и практика **параллельных вычислений** : учебное пособие / В.П. Гергель. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2007. - 424 с. : ил.,табл. - (Основы информационных технологий). - ISBN 978-5-9556-0096-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233067> .
2. Биллиг, В.А. Параллельные вычисления и многопоточное программирование / В.А. Биллиг. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 311 с. : ил., схем. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428948>.

#### Дополнительная литература:

3. Кузнецов, А.С. Теория вычислительных процессов : учебник / А.С. Кузнецов, Р.Ю. Царев, А.Н. Князьков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2015. - 184 с. : табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7638-3193-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435696> .

4. Николаев, Е.И. Параллельные вычисления: учебное пособие / Е.И. Николаев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2016. - 185 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459124>.

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

1. [www.gpntb.ru/](http://www.gpntb.ru/)— Государственная публичная научно-техническая библиотека.
2. [www.nlr.ru/](http://www.nlr.ru/) — Российская национальная библиотека.
3. [www.nns.ru/](http://www.nns.ru/) — Национальная электронная библиотека.
4. [www.rsl.ru/](http://www.rsl.ru/)— Российская государственная библиотека.
5. [www.microinform.ru/](http://www.microinform.ru/) — Учебный центр компьютерных технологий

Официальный интернет сайт Российской государственной библиотеки, содержащий обширный электронный каталог печатных изданий и предоставляющий доступ к оцифрованным изданиям [www.rsl.ru](http://www.rsl.ru)

Официальный интернет сайт библиотеки Башкирского государственного университета, содержащий электронный каталог печатных изданий и предоставляющий доступ к оцифрованным изданиям [www.bashlib.ru](http://www.bashlib.ru)

Электронная библиотечная система, специализирующаяся на образовательной и научной литературе, а также электронных их изданиях [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru).

Электронная библиотечная система издательства «Юрайт», специализирующаяся на образовательной и научной литературе, а также электронных их изданиях [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).

## **6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</b>	<b>Вид занятий</b>	<b>Наименование оборудования, программного обеспечения</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Аудитория 530	Лекции	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска и т.д.
Аудитория 525	Лабораторные работы	Компьютеры с установленным программным обеспечением, мультимедийный проектор, экран.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

*дисциплины – «Параллельные вычисления» на 3 семестр*

очная форма обучения

Рабочую программу осуществляют:

Лекции: доцент каф. ИТиКМ, к.ф.-м.н. Файрузов М.Э.

Лабораторные работы: доцент каф. ИТиКМ, к.ф.-м.н. Файрузов М.Э.

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	27.2
лекций	12
практических/ семинарских	
лабораторных	14
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)	1.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС) включая подготовку к экзамену/зачету	55

Формы контроля:  
экзамен 1 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)					Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		Всего	ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1-й семестр								
1	Принципы построения параллельных вычислительных систем. Пути достижения параллелизма. Примеры параллельных вычислительных систем. Суперкомпьютеры. Кластеры. Классификация вычислительных систем.		2		2	10	1-2, 3-4	1	отчет по лабо- раторной работе, РГР
2	Моделирование и анализ параллельных вычислений. Описание схемы параллельного выполнения алгоритма. Определение времени параллельного алгоритма. Показатели эффективности параллельного алгоритма.		2		2	10	1-2, 3-4	1	отчет по лабо- раторной работе
3	Принципы разработки		2		2	10	1-2, 3-4	1	отчет по лабо-

	параллельных методов. Моделирование параллельных программ. Этапы разработки параллельных алгоритмов.								рапорной работе, РГР
4.	Параллельное программирование на основе MPI. Основные понятия и определения. Разработка параллельных программ с использованием MPI.		2		4	10	1-2, 3-4	1	отчет по лабо- раторной работе, РГР
5.	Использование технологии OpenMP для организации параллельных вычислений. Проблема синхронизации параллельных вычислений. Организация параллельных вычислений для систем с распределенной памятью.		4		4	15	1-2, 3-4	1	отчет по лабо- раторной работе, РГР
	<b>Всего часов:</b>		12		14	55			