

5. Синхронизация и взаимное исключение параллельных потоков.
Критические секции, семафоры, замки, барьеры.
6. Переменные среды и вспомогательные функции.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

фундаментальной и прикладной информатики.

(наименование ф-та полностью)

 Т.А. Ширабакина
(подпись, инициалы, фамилия)

« 30 » 08 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Параллельное программирование

(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль, специализация) «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности»

наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки (специальности) 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем на основании учебного плана ОПОП ВО 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, направленность (профиль, специализация) «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности», одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 «29» 03 2019г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, направленность (профиль, специализация) «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности» на заседании кафедры информационных систем и технологий № 1 «29» 06 2019 г.
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

И.о. зав. кафедрой _____ к.т.н., доцент Сазонов С.Ю.

Разработчик программы

к.т.н. _____ Панищев В.С.

(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)

Согласовано:

Директор научной библиотеки _____ Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, направленность (профиль, специализация) «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности», одобренного Ученым советом университета протокол № 1 «29» 03 2019 г., на заседании кафедры информационных систем и технологий «03» 07 2020 г., протокол № 13.
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, направленность (профиль, специализация) «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности», одобренного Ученым советом университета протокол № 6 «16» 02 2021 г., на заседании кафедры ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ «16» 06 2021 г., протокол № 11.
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

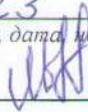
Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, направленность (профиль, специализация) «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности», одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «17» 01 2021 г., на заседании кафедры ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ «17» 06 2021 г., протокол № 11.
(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, направленность (профиль) «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности», одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «25» 06 2021 г. на заседании кафедры ПИ, ИИ от 13.06.2023

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

 Малышев

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, направленность (профиль) «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности», одобренного Ученым советом университета протокол № « » 20 г. на заседании кафедры _____

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, направленность (профиль) «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности», одобренного Ученым советом университета протокол № « » 20 г. на заседании кафедры _____

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, направленность (профиль) «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности», одобренного Ученым советом университета протокол № « » 20 г. на заседании кафедры _____

(наименование кафедры, дата, номер протокола)

Зав. кафедрой _____

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

1.1 Цель дисциплины

Формирование у студентов систематизированных знаний основных принципов организации параллельных вычислений с использованием различных современных аппаратных платформ, инструментальных средств и технологий разработки ПО.

1.2 Задачи дисциплины

- ознакомление студентов с теоретическими основами программирования параллельных вычислительных архитектур;
- ознакомление студентов с распространенными стандартами и протоколами, используемыми в параллельном программировании;
- развить логико-аналитическое мышление и сформировать практические навыки разработки параллельных программ согласно стандарту программирования OpenMP.

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

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
ПК-3	Способен использовать основные модели информационных технологий и способы их применения для решения задач в предметных областях	ПК-3.3 Определяет ограничения системы	Знать: используемые ограничения для параллельного программирования Уметь: выбирать структуры данных для использования в разрабатываемом программном обеспечении Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками подготовки данных для разрабатываемого программного обеспечения
		ПК-3.4 Предлагает принципиальные варианты концептуальной архитектуры системы	Знать: архитектуры параллельных программ Уметь: Применять методы и средства проектирования архитектуры программ Иметь опыт деятельности: по разработке архитектуры

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотношенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
		ПК-3.6 Выбирает, обосновывает и защищает выбранный вариант концептуальной архитектуры	<p>Знать: Методы и средства проектирования архитектуры параллельных программ</p> <p>Уметь: Применять методы и средства проектирования архитектуры параллельных программ</p> <p>Иметь опыт деятельности: по разработке архитектуры параллельных программ</p>
ПК-6	Способен использовать современные системные программные средства: операционные системы, операционные и сетевые оболочки, сервисные программы	ПК-6.1 Анализирует возможность реализации требований к программному обеспечению	<p>Знать: Возможности ИС, созданной на языке параллельного программирования</p> <p>Уметь: определять возможность работы параллельной программы</p> <p>Иметь опыт деятельности: по улучшению программ на языке параллельного программирования</p>
		ПК-6.2 Проводит оценку времени и трудоемкости реализации требований к программному обеспечению	<p>Знать: показатели работы параллельных программ</p> <p>Уметь: оптимизировать параллельные программы</p> <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками разработки новых целевых показателей работы ИС</p>
		ПК-6.3 Согласовывает требования к программному обеспечению с заинтересованными сторонами	<p>Знать: требования к программному обеспечению</p> <p>Уметь: готовить отчет о выполненной работе</p> <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками защиты принятых изменений</p>

2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Параллельное программирование» является элективной дисциплиной, входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, направленность (профиль, специализация) «Математическое и информационное обеспечение экономической деятельности». Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре.

3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетные единицы (з.е.), 108 академических часов.

Таблица 3 – Объём дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	36
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	18
практические занятия	не предусмотрено
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	71,9
Контроль (подготовка к экзамену)	0
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	0,1
в том числе:	
зачет	0,1
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	не предусмотрена
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	не предусмотрен

4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	История параллельного программирования.	Последовательные и параллельные вычислительные системы. Классы параллельных вычислительных систем. Появление первых параллельных программ. Распараллеливание последовательных программ. Разработка параллельных программ. Программы для мультипроцессоров и мультимикомпьютеров. Языки параллельного программирования.
2	Стандарты параллельного программирования. Стандарт OpenMP 4.5 (5.0).	Стандарты параллельного программирования. Программирование мультипроцессоров: стандарт OpenMP. Версии стандарта. Основные разделы, концепции и директивы стандарта версии 4.5 (5.0).

3	Модель параллельной программы OpenMP. Модель данных. Параллельные и последовательные области. Директива parallel. Локальные и общие данные потоков.	Модель параллельной программы OpenMP. Модель данных. Виды данных. Локальные и общие данные потоков. Исключение искажения общих данных при совместном доступе к ним. Параллельные и последовательные области. Главная последовательная ветвь. Директива parallel. Директивы single и master. Опции директив оформления параллельных областей.
4	Распределение работ. Параллельные фрагменты, секции, параллельные циклы, задачи.	Распределение работ. Параллельные фрагменты, секции, параллельные циклы, задачи (tasks). Директивы workshare и sections. Низкоуровневое распараллеливание. Функции работы с потоками: omp_get_num_threads, omp_get_thread_num. Опции параллельных циклов: private, firstprivate, lastprivate, reduction, schedule, collapse, ordered, nowait. Директива section.
5	Синхронизация и взаимное исключение параллельных потоков. Критические секции, семафоры, замки, барьеры.	Синхронизация и взаимное исключение параллельных потоков. Критические секции, семафоры, замки, барьеры. Директива barrier. Директива ordered. Директивы оформления критической секции: critical (critical ... end critical). Директива atomic. Замки: простые и множественные. Состояния замка. Коэффициент захваченности замка. Функции инициализации и деинициализации замков. Директива flush.
6	Переменные среды и вспомогательные функции.	Переменные среды и вспомогательные функции. Переменная OMP_MAX_ACTIVE_LEVELS. Функции: omp_get_level, omp_get_ancestor_thread_num, omp_get_team_size, omp_get_active_level. Переменные среды OMP_STACKSIZE, OMP_WAIT_POLICY, OMP_THREAD_LIMIT. Функция omp_get_thread_limit.

Таблица 4.1.2 –Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	Компетенции
		лк., час	№ лб.	№ пр.			
1	История параллельного программирования.	2	–	–	У-1, У-2, МУ-2	С(2)	ПК-3
2	Стандарты параллельного программирования. Стандарт OpenMP 4.5 (5.0).	2	–	–	У-1, У-2, МУ-2	С(4)	ПК-3
3	Модель параллельной программы OpenMP. Модель данных. Параллельные и последовательные области. Директива parallel. Локальные и общие данные потоков.	4	1	–	У-1, У-3, У-4, У-5 МУ-1, МУ-2	С6, ЗЛ(6)	ПК-3
4	Распределение работ. Параллельные фраг-	4	2	–	У-1, У-3, У-4, У-5,	С8, ЗЛ(8)	ПК-6

	менты, секции, параллельные циклы, задачи.				МУ-1, МУ-2		
5	Синхронизация и взаимное исключение параллельных потоков. Критические секции, семафоры, замки, барьеры.	4	2,3	–	У-1, У-3, У-4, У-5 МУ-1, МУ-2	С12, ЗЛ(12)	ПК-6
6	Переменные среды и вспомогательные функции.	2	3	–	У-1, У-4, У-5, МУ-2	С16, ЗЛ(18)	ПК-6
Итого:		18		–			

У – учебная литература; МУ – методические указания; С – собеседование; ЗЛ – защита лабораторной работы.

4.2 Лабораторные занятия и (или) практические занятия

4.2.1 Лабораторные занятия

Таблица 4.2.2 – Лабораторные занятия

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час.
1	Модель параллельной программы OpenMP.	6
2	Параллельные секции и параллельные циклы.	6
3	Синхронизация параллельных потоков.	6
Итого		18

4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№ раздела (темы)	Наименование раздела дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	История параллельного программирования.	1-2 недели	11.9
2	Стандарты параллельного программирования. Стандарт OpenMP 4.5 (5.0).	3-4 недели	10
3	Модель параллельной программы OpenMP. Модель данных. Параллельные и последовательные области. Директива parallel. Локальные и общие данные потоков.	4-6 недели	10
4	Распределение работ. Параллельные фрагменты, секции, параллельные циклы, задачи.	7-9 недели	10
5	Синхронизация и взаимное исключение параллельных потоков. Критические секции, семафоры, замки, барьеры.	10-13 недели	15
6	Переменные среды и вспомогательные функции.	14-17 недели	15
Итого			71.9

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

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

библиотекой университета:

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств, методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов, вопросов к зачету, методических указаний к выполнению лабораторных работ и т.д.

типографией университета:

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

6 Образовательные технологии

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования профессиональных компетенций обучающихся.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (лекции или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	2	3	4
1	Распределение работ. Параллельные фрагменты, секции, параллельные циклы, задачи (лекция)	Разбор конкретных ситуаций	2

2	Синхронизация параллельных потоков. (лаб. занятия)	Разбор конкретных ситуаций	6
Итого			8

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы* формирования компетенций и дисциплины (модули) и практики, при изучении/ прохождении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
ПК-3 Определяет ограничения системы	Социальные проблемы информатизации Теория систем и системный анализ Информационно-поисковые системы Экономико-математическое моделирование Математическое и имитационное моделирование экономических процессов	Социальные проблемы информатизации Теория систем и системный анализ Информационно-поисковые системы Экономико-математическое моделирование Математическое и имитационное моделирование экономических процессов	Теория принятия решений Представление знаний в информационных системах Технологии обработки экономической информации Системы искусственного интеллекта Основы аналитической обработки экономической информации Экспертные системы Нейронные сети и нечеткие системы Производственная практика (научно-исследовательская работа) Системы поддержки принятия решений Параллельное программирование Производственная преддипломная практика Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-6 Способен использовать современные системные программные средства: операционные системы, операционные и сетевые оболочки, сервисные программы	Офисные технологии Программирование офисных приложений	Информационно-поисковые системы Инфокоммуникационные системы и сети Сетевые технологии Мультимедийные технологии Цифровая обработка и анализ изображений	Информационные системы менеджмента Информационные системы маркетинга Администрирование информационных систем Web-программирование Корпоративные информационные системы Информационные системы предприятий Информационная безопасность Защита информации в компьютерных системах и сетях Параллельное программирование Производственная преддипломная практика Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

Код компетенции / этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Уровни сформированности компетенции		
		Пороговый (удовлетворительный)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
ПК-3 / завершающий	ПК-3.3 Определяет ограничения системы	<p>Знать: ограничения систем</p> <p>Уметь: выбирать структуры данных для использования в разрабатываемом программном обеспечении</p> <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками подготовки данных для разрабатываемого программного обеспечения</p>	<p>Знать: ограничения для параллельного программирования</p> <p>Уметь: выбирать структуры данных для введения в известные параллельные программы</p> <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками подбора данных для параллельного разрабатываемого программного обеспечения</p>	<p>Знать: варианты обхода ограничений для параллельного программирования</p> <p>Уметь: выбирать структуры данных для введения в известные параллельные программы с учетом ограничений системы</p> <p>Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками подготовки данных в условиях ограничений для разрабатываемого параллельного программного обеспечения и их интерпретации</p>
	ПК-3.4 Предлагает принципиальные варианты концептуальной архитектуры системы	<p>Знать: архитектуры программ</p> <p>Уметь: методы проектирования архитектуры программ</p> <p>Иметь опыт деятельности: по анализу архитектуры параллельных программ</p>	<p>Знать: архитектуры параллельных программ</p> <p>Уметь: Применять методы и средства проектирования архитектуры программ</p> <p>Иметь опыт деятельности: по разработке архитектуры</p>	<p>Знать: Методы и средства проектирования параллельных программ</p> <p>Уметь: Применять методы и средства проектирования параллельных программ</p> <p>Иметь опыт деятельности: по разработке параллельных архитектур</p>
	ПК-3.6 Выбирает, обосновывает и защищает выбранный вариант концептуальной архитектуры	<p>Знать: Архитектуры параллельных программ</p> <p>Уметь: Применять параллельные программы</p> <p>Иметь опыт деятельности: по использованию параллельных программ</p>	<p>Знать: Методы проектирования архитектуры параллельных программ</p> <p>Уметь: Применять методы проектирования архитектуры параллельных программ</p> <p>Иметь опыт деятельности: по разработке архитектуры параллельных программ</p>	<p>Знать: Методы и средства проектирования архитектуры параллельных программ</p> <p>Уметь: Применять методы и средства проектирования архитектуры параллельных программ</p> <p>Иметь опыт деятельности: по разработке и обоснованию архитектуры параллельных программ</p>

Код компетенции / этап (указывается название этапа из п.7.1)	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Уровни сформированности компетенции		
		Пороговый (удовлетворительный)	Продвинутый (хорошо)	Высокий (отлично)
ПК-6 / завершающий	ПК-6.1 Анализирует возможность реализации требований к программному обеспечению	Знать: Возможности ИС, созданной на языке параллельного программирования Уметь: определять возможность работы параллельной программы Иметь опыт деятельности: по улучшению программ на языке параллельного программирования	Знать: Возможности ИС, созданной на языке функционального программирования Уметь: определять параметры работы информационной системы на языке функционального программирования Иметь опыт деятельности: по улучшению ИС	Знать: Возможности ИС, в том числе созданной на языке функционального программирования Уметь: определять параметры работы информационной системы на языке ФЯ и возможности их улучшения Иметь опыт деятельности: по улучшению ИС на языке функционального программирования
	ПК-6.2 Проводит оценку времени и трудоемкости реализации требований к программному обеспечению	Знать: показатели работы параллельных программ Уметь: оптимизировать параллельные программы Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками разработки новых целевых показателей работы ИС	Знать: показатели работы параллельных программ Уметь: использовать параллельные программы в ИС Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками разработки новых целевых показателей работы параллельных ИС	Знать: показатели работы параллельных программ и методы их оптимизации Уметь: оптимизировать параллельные программы Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками разработки новых целевых показателей работы параллельных ИС и их оптимизации
	ПК-6.3 Согласовывает требования к программному обеспечению с заинтересованными сторонами	Знать: требования к программному обеспечению Уметь: готовить отчет о выполненной работе Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками защиты принятых изменений	Знать: методы и средства сбора исходных данных для параллельных программ Уметь: готовить отчет о выполненной работе Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками защиты принятых изменений	Знать: методы и средства автоматизации сбора исходных данных для параллельных программ Уметь: готовить отчет о выполненной работе с обоснованием принятых решений Владеть (или Иметь опыт деятельности): навыками защиты и обоснования принятых изменений

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				Наименование	№№ заданий	
1	История параллельного программирования.	ПК-3	Лекция, СРС	ВС	1-6	Согласно табл.7.2
2	Стандарты параллельного программирования. Стандарт OpenMP 4.5 (5.0).	ПК-3	Лекция, СРС	ВС	7-12	Согласно табл.7.2.
3	Модель параллельной программы OpenMP. Модель данных. Параллельные и последовательные области. Директива parallel. Локальные и общие данные потоков.	ПК-3	Лекция, СРС, лабораторная работа №1	ВС, КВЗЛР	13-18 1-4	Согласно табл.7.2.
4	Распределение работ. Параллельные фрагменты, секции, параллельные циклы, задачи.	ПК-6	Лекция, СРС, лабораторная работа №2	ВС, КВЗЛР	19-24 1-2	Согласно табл.7.2.
5	Синхронизация и взаимное исключение параллельных потоков. Критические секции, семафоры, замки, барьеры.	ПК-6	Лекция, СРС, лабораторные работы №2,3	ВС, КВЗЛР КВЗЛР	25-30 2-4 1-2	Согласно табл.7.2.
6	Переменные среды и вспомогательные функции.	ПК-6	Лекция, СРС, лабораторная работа №3	ВС, КВЗЛР	31-36 2-4	Согласно табл.7.2.

ВС – вопросы для собеседования

КВЗЛР – контрольные вопросы для защиты лабораторной работы

Примеры типовых контрольных заданий для проведения
текущего контроля успеваемости

Вопросы собеседования по разделу (теме) 3 «Модель параллельной программы OpenMP. Модель данных. Параллельные и последовательные области. Директива parallel. Локальные и общие данные потоков.»

1. Перечислите основные опции директивы parallel.
2. Каково назначение директивы master?
3. Какие данные в OpenMP называют локальными?
4. Какие проблемы могут возникнуть при неправильной организации обработки общих данных потоков?

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы 1

1. В чем состоят основы технологии OpenMP?
2. В чем состоят основные преимущества технологии OpenMP?
3. Что понимается под параллельной программой в рамках технологии OpenMP?
4. Что понимается под потоком (thread)?

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УММ по дисциплине.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в виде компьютерного или бланкового тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

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

Примеры типовых заданий для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Задание в закрытой форме:

Какие задачи возможно эффективно решать с использованием суперкомпьютеров?

- 1 слабосвязанные
- 2 сильносвязанные
- 3 все вышеперечисленные +

Программный интерфейс MPI применяется для

- 1 программирования под кластеры и суперкомпьютеры +
- 2 программирования под GPU
- 3 программирования под грид-системы
- 4 программирования векторных расширений

Задание в открытой форме:

Каковы начальные значения локальных копий переменных, вводимых директивной `private`?

На установление правильной последовательности

Для использования механизмов OpenMP необходимо:

Вариант 1: оформить параллельные фрагменты с помощью директив OpenMP и скомпилировать программу компилятором, поддерживающим OpenMP

Вариант 2: оформить параллельные фрагменты с помощью специальных операций и скомпилировать программу компилятором, поддерживающим OpenMP

Вариант 3: оформить параллельные фрагменты с помощью любых директив пре-процессора и скомпилировать программу компилятором, поддерживающим OpenMP

Вариант 4: оформить параллельные фрагменты с помощью фигурных скобок и скомпилировать программу компилятором, поддерживающим OpenMP

Вариант 5: оформить параллельные фрагменты с помощью операторных скобок и скомпилировать программу компилятором, поддерживающим OpenMP

Задание на установление соответствия

Установить соответствие между классом и переменными, порожденными внутри параллельной области?

Вариант 1: `private`

Вариант 2: `shared`

Вариант 3: `auto`

Вариант 4: register

Вариант 5: static

Компетентностно-ориентированная задача:

Перемножить две квадратные матрицы.

Решение:

```
#include <stdio.h>
#include <omp.h>
#define N 4096
double a[N][N], b[N][N], c[N][N];
int main() {
    int i, j, k;
    double t1, t2;
    // инициализация матриц
    for (i=0; i<N; i++)
        for (j=0; j<N; j++) a[i][j]=b[i][j]=i*j;
    t1=omp_get_wtime();
    // основной вычислительный блок
    #pragma omp parallel for shared(a, b, c) private(i, j, k)
    for(i=0; i<N; i++){
        for(j=0; j<N; j++){
            c[i][j] = 0.0;
            for(k=0; k<N; k++) c[i][j]+=a[i][k]*b[k][j];
        }
    }
    t2=omp_get_wtime();
    printf("Time=%lf\n", t2-t1);
}
```

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

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

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- положение П 02.016–2018 О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ;

- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	Балл	Примечание	Балл	Примечание
1	2	3	4	5
Защита лабораторной работы «Модель параллельной программы OpenMP»	6	Выполнение, доля правильных ответов от 50% до 80%	12	Выполнение, доля правильных ответов более 80%
Защита лабораторной работы «Параллельные секции и параллельные циклы»	6	Выполнение, доля правильных ответов от 50% до 80%	12	Выполнение, доля правильных ответов более 80%
Защита лабораторной работы «Синхронизация параллельных потоков»	6	Выполнение, доля правильных ответов от 50% до 80%	12	Выполнение, доля правильных ответов более 80%
Собеседование Лекция 1	1	доля правильных ответов от 50% до 80%	2	доля правильных ответов более 80%
Собеседование Лекция 2	1	доля правильных ответов от 50% до 80%	2	доля правильных ответов более 80%
Собеседование Лекция 3	1	доля правильных ответов от 50% до 80%	2	доля правильных ответов более 80%
Собеседование Лекция 4	1	доля правильных ответов от 50% до 80%	2	доля правильных ответов более 80%
Собеседование Лекция 5	1	доля правильных ответов от 50% до 80%	2	доля правильных ответов более 80%
Собеседование Лекция 6	1	доля правильных ответов от 50% до 80%	2	доля правильных ответов более 80%
Итого	24		48	
Посещаемость	0	Не посетил ни одного занятия	16	Посетил все занятия
Зачет	0	Не ответил ни на один вопрос теста	36	Правильно ответил на все вопросы теста
Итого	24		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование – 36 баллов.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1. Основная учебная литература

1. Николаев, Е. И. Параллельные вычисления [Электронный ресурс] : 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. – Режим доступа : biblioclub.ru

2. Алексеев, А. А. Основы параллельного программирования с использованием Visual Studio 2010 [Электронный ресурс] / А. А. Алексеев. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 332 с. – Режим доступа: biblioclub.ru

8.2. Дополнительная учебная литература

3. Гергель В. П. Высокопроизводительные вычисления для многоядерных многопроцессорных систем [Электронный ресурс] : Учебное пособие. - Нижний Новгород; Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2010. - 420 с. Режим доступа: window.edu.ru

4. Основы высокопроизводительных вычислений [Электронный ресурс] : учебное пособие / К. Е. Афанасьев, С. В. Стуколов, В. В. Малышенко и др. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2012. - Т. 2. Технологии параллельного программирования. - 412 с. – Режим доступа : biblioclub.ru

5. Воеводин, В. В. Параллельные вычисления [Текст] : учебное пособие / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.

8.3. Перечень методических указаний

1. Параллельное программирование [Электронный ресурс] : методические указания для студентов, обучающихся по направлению 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. И. В. Зотов. - Электрон. текстовые дан. (590 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2019. - 25 с.

2. Параллельное программирование [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению самостоятельной работы для бакалавров направления подготовки 02.03.03 «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. В.С. Панищев. Курск, 2020. 15 с. Библиогр.: с. 15.

8.4 Другие учебно-методические материалы

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

Системы управления и информационные технологии, Известия ЮЗГУ. Серия Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.edu.ru/> Федеральный портал Российское образование.
2. Электронно-библиотечная система «Лань» - <http://e.lanbook.com/>
3. <http://window.edu.ru/> Электронная библиотека «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».
4. http://www.iqlib.ru Электронно-библиотечная система IQLib
5. <http://www.intuit.ru/> Национальный открытый университет дистанционного образования
6. <https://ru.wikipedia.org> Википедия.

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины являются лекции и лабораторные занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и лабораторные проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные занятия, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; лабораторные занятия способствуют приобретению опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты готовят рефераты по отдельным темам дисциплины, выступают на занятиях с докладами. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты отчетов по лабораторным работам.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных лекций, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой.

Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю с целью усвоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

11 Перечень информационных технологий

На занятиях применяются следующие программные продукты: операционная система Microsoft Windows 7 (Договор IT000012385), бесплатная среда визуального программирования Microsoft Visual Studio 2010 Express (<https://www.microsoft.com/ru-ru/softmicrosoft/visualstudioexpress.aspx>); бесплатный пакет офисных программ Libre Office для оформления отчетов (<https://ru.libreoffice.org/>).

12 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Компьютерный класс оснащенный

ПЭВМ INTEL Gore i3-7100/H110M-K RTL/8GB/1 TB/DVDRW/LCD21.5"/k+m/
или

персональными компьютерами ПК S1155 Intel i3 (IntelRH67/i3-2130
3/40GHz/DDR III-4Gb/HDD SATA III 320Gb/DVD+R/RW/450Bt/клавиатур,
мышь/23"LCD Samsung B2330 (ZKFV))

или

ПК S1155 Intel i3-2130 3.4 Hz/DDR III-4Gb/HDD SATA III320
Gb/DVD+R/RW,23 "LCD Samsung

или

2005-716, ПЭВМ тип 2 (Asus- P7P55LX-/DDR3 4096Mb/Corei3-540/SATA-11
500 GbHitachi/PCI-E 512MbМонитор TFTWide 23)

в зависимости от предоставленной аудитории.

13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет лабораторные задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

