МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ П.Е. Троян

«___» _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы и алгоритмы параллельного программирования

Уровень основной образовательной программы магистратура

Направление подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика.

Профиль(и) Математическое и программное обеспечение вычислительных комплексов и компьютерных сетей

Форма обучения очная

Факультет систем управления

Кафедра автоматизированных систем управления

Курс 1

Семестр 2

Учебный план набора 2015 года и последующих лет.

Распределение рабочего времени:

Виды учебной работы	Всего	Семестр 2	Единицы
Лекции	**18**	**18**	**часов**
Лабораторные работы	**36**	**36**	**часов**
Практические занятия	**не предусмотрено**		**часов**
Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)	**не предусмотрено**		**часов**
Всего аудиторных занятий	**54**	**54**	**часов**
Из них в интерактивной форме	**6**	**6**	**часов**
Самостоятельная работа студентов (СРС)	**126**	**126**	**часов**
Всего (без экзамена)	**180**	**180**	**часов**
Самост. работа на подготовку и сдачу экзамена	**36**	**36**	**часов**
Общая трудоемкость	**216**	**216**	**часов**
(в зачетных единицах)	**6**	**6**	**ЗЕТ**
Форма отчетности		**Экзамен**	

Экзамен: 2 семестр.

2017

Согласована на портале № 13387

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 1 от « 12 » 1 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.04.02 – Прикладная математика и информатика (квалификация (степень) "магистр"), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.08.2015 г. N 911.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры АСУ,

протокол № 1 от 12.01.2017 г.

Разработчик, к.т.н.,доцент каф. АСУ _____ Н.П. Фефелов

Зав. обеспечивающей кафедрой АСУ
д.т.н., профессор _____ А.М. Кориков

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами специальности.

Декан, к.т.н., доцент _____ П.В. Сенченко

Заведующий профилирующей и
выпускающей кафедрой АСУ,
д.т.н., профессор _____ А.М. Кориков

Эксперты:

Кафедра АСУ, доцент, к.т.н. _____ А.И. Исакова

Согласована на портале № 13387

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины состоит в изучении математических моделей, методов и технологий параллельного программирования для многопроцессорных вычислительных систем (МВС) в объеме, достаточном для успешного начала работ в области параллельного программирования. Излагаемый набор знаний и умений составляет теоретическую основу для методов разработки сложных программ. Изучение курса поддерживается расширенным лабораторным практикумом.

Основной **задачей** изучения дисциплины является формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков разработки алгоритмов и программ и их реализации на (МВС) (суперкомпьютерах).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина Б1.В.ОД.4 – «Методы и алгоритмы параллельного программирования» (МАПП) входит в вариативную часть профессионального цикла. Необходимы предварительные знания вычислительных методов, операционных систем в объеме, предусмотренном бакалавриатом «Прикладная математика и информатика», а также навыков программирования на языках высокого уровня.

Успешное овладение дисциплиной базируется на дисциплинах:

– Алгоритмы и анализ их сложности;

– Дискретные и вероятностные математические модели;

– Непрерывные математические модели;

Знания и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, используются в дисциплинах профессионального цикла:

– Математическое моделирование;

– Современные компьютерные технологии;

– Современные проблемы прикладной математики и информатики;

– Обработка и анализ данных с помощью нейронных сетей.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Методы и алгоритмы параллельного программирования» направлен на формирование следующих компетенций:

−способность использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики – ОПК-4;

−способность производить исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива – ПК-1;

−способность разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач – ПК-2.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

• Методы параллельных вычислений для задач вычислительной математики: матричные вычисления, решение систем линейных уравнений, сортировка, обработка графов, уравнения в частных производных, многоэкстремальная оптимизация.

• Основные подходы к разработке параллельных программ.

Уметь:

• Строить модель выполнения параллельных программ.

• Оценивать эффективности параллельных вычислений.

• Анализировать сложность вычислений и возможность распараллеливания разрабатываемых алгоритмов.

• Применять общие схемы разработки параллельных программ для реализаций собственных алгоритмов.

• Оценивать основные параметры получаемых параллельных программ, таких как ускорение, эффективность и масштабируемость.

Владеть:

- основами разработки параллельных программ для МВС с применением технологий MPI, OpenMP, CUDA.

Согласована на портале № 13387

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет **6** зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего Часов	Семестры			
		1	2	3	4
Аудиторные занятия (всего)	**54**		**54**		
В том числе:	–		–		
Лекции	18		18		
Лабораторные работы (ЛР)	36		36		
Практические занятия (ПЗ)	не предусмотрены		–		
Семинары (С)	–		–		
Коллоквиумы (К)					
Курсовой проект (работа) (аудиторная нагрузка)	не предусмотрен				
Другие виды аудиторной работы					
Самостоятельная работа (всего)	**126**		**126**		
В том числе:	–		–		
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)	–		–		
Расчетно-графические работы	–		–		
Реферат	–		–		
Другие виды самостоятельной работы					
Проработка лекционного материала	18		18		
Подготовка к лабораторным занятиям	36		36		
Самостоятельное изучение тем теоретической части	72		72		
Подготовка к экзамену	**36**		**36**		
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)			экзамен		
Общая трудоемкость час	**216**		**216**		
зач. ед.	**6**		**6**		

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

Таблица 5.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лаборат. занятия	Практич. занятия	Самост. работа студентов	Всего часов	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1	2	3	4	5	7	8	9
1.	Тема 1. Состояние и проблемы параллельных вычислений.	2			2	4	ОПК-4 ПК-1, ПК-2
2.	Тема 2. Моделирование и анализ параллельных алгоритмов. Показатели качества.	2			4	6	ОПК-4 ПК-1, ПК-2
3.	Тема 3. Этапы разработки параллельных методов. Средства разработки параллельных программ.	2			8	10	ОПК-4 ПК-1, ПК-2
4.	Тема 4. Интерфейс передачи сообщений MPI	2	8		24	34	ОПК-4 ПК-1, ПК-2
5.	Тема 5. Технология программирования OpenMP	2	8		24	34	ОПК-4 ПК-1, ПК-2
6.	Тема 6. Технология параллельного программирования CUDA	2	4		24	30	ОПК-4 ПК-1, ПК-2
7.	Тема 7. Параллельные численные алгоритмы для решения типовых задач вычислительной математики.	6	16		40	62	ОПК-4 ПК-1, ПК-2
ИТОГО		**18**	**36**		**126**	**180**	

Согласована на портале № 13387

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Таблица 5.2

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1	2	3	4	5
1.	Состояние и проблемы параллельных вычислений	СуперЭВМ, Таблицы TOP500 и TOP50. Сферы применения. Проблемы эффективного использования. Факторы, влияющие на эффективность параллельных вычислений. Трудности и перспективы развития многопроцессорных вычислительных систем и параллельного программирования.	2	ОПК-4, ПК-2
2.	Моделирование и анализ параллельных алгоритмов. Показатели качества параллельных программ	Концепция неограниченного параллелизма. Гра- фовые модели параллельных алгоритмов. Описание параллельного выполнения алгоритма, расписание. Асимптотические оценки времени выполнения. Каскадные вычисления, их реализация. Оценки эффективности параллельных алгоритмов: ускорение и эффективность. Закон Амдала. Влияние времени передачи данных на эффективность алгоритма.	2	ОПК-4, ПК-2
3.	Этапы разработки параллельных методов. Средства разработки параллельных программ.	Параллелизм данных и параллелизм задач. Схемы вычислительного процесса для параллельных программ. Основные этапы разработки параллельного алгоритма: декомпозиция, проектирование обменов между задачами, укрупнение, планирование вычислений. Использование языков программирования и коммуникационных библиотек и интерфейсов. Распараллеливающие компиляторы, директивы в языках. Параллельные предметные библиотеки. Инструментальные системы для проектирования параллельных программ.	2	ОПК-4, ПК-2
4.	Интерфейс передачи сообщений MPI	Шесть общих функций MPI, коммуникаторы. Функции обмена сообщениями типа «точка-точка»: блокирующий и неблокирующий обмен, синхронные и стандартные посылки сообщений. Коллективные функции обмена данных: широковещательная рассылка, функции сбора и рассыпания данных. Функции редукции данных. Создание групп процессов, области связи, коммуникаторы. Обмен данными внутри группы, межгрупповой обмен.	2	ОПК-4, ПК-2
5.	Технология программирования OpenMP	Последовательные и параллельные нити программы. Директивы OpenMP, функции времени выполнения, переменные окружения. Классы переменных. Организация параллельных секций. Параллельные циклы. Директивы синхронизации. Применение функций и переменных окружения для выполнения параллельных программ.	2	ОПК-4, ПК-2
6.	Технология параллельного программирования CUDA	Применение графических процессоров в параллельном программировании. Модель пото-ковых вычислений. Расширения языка С. Работа с памятью. Примера программ матричных вычислений.	2	ОПК-4, ПК-2
7.	Параллельные численные алгоритмы и программы для решения типовых задач вычислительной математики.	Матрично-векторное умножение. Умножение матриц: линейное, блочное разбиение матриц. Алгоритмы Фокса и Кеннона. Решение систем линейных уравнений: метод Гаусса, итерационные методы. Параллельная сортировка; пузырьковая, Шелла, быст-	6	ОПК-4, ПК-1, ПК-2

Согласована на портале № 13387

		рая сортировка. Задачи обработки графов.		
ИТОГО			**18**	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) дисциплин и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами	№ № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) дисциплин и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами						
		1	2	3	4	5	6	7
	Предшествующие дисциплины							
1.	Алгоритмы и анализ их сложности	+	+	+				+
2.	Дискретные и вероятностные математические модели		+	+				+
3.	Непрерывные математические модели		+	+				+
	Последующие дисциплины							
1.	Математическое моделирование		+	+				
2	Современные компьютерные технологии				+	+	+	+
3	Современные проблемы прикладной математики и информатики	+	+	+				
4	Обработка и анализ данных с помощью нейтронных сетей				+	+	+	+
5	Подготовка и защита магистерской диссертации		+	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Перечень компетенций	Лек	Лаб	СРС	Формы контроля *(примеры)*
ОПК-4	+	+	+	Опрос на лекции, отчеты по лабораторным работам, домашнее задание
ПК-1	+	+	+	Опрос на лекции, Отчеты по лабораторным работам, домашнее задание, тест
ПК-2	+	+	+	Тест, опрос на занятиях, отчеты по лабораторным работам

Л – лекция, Лаб – лабораторные работы, СРС – самостоятельная работа студента

6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе, с учетом требований к объему занятий в интерактивной форме.

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

Формы / Методы	Лекции (час)	Лабораторные занятия (час)	Всего (час)
Работа в команде		2	2
Пресс-конференция		2	2
Поисковый метод	1		1
Игра	1		1
Итого интерактивных занятий	**2**	**4**	**6**

Примечание.

1. «Работа в команде» происходит при коллективном обсуждении средств разработки параллельных программ в лабораторном практикуме.
2. «Поисковый метод» студенты используют при обсуждении графов параллельных методов решения вычислительных задач.
3. Основные результаты своих лабораторных работ (наиболее интересные исследования) студенты докладывают при помощи презентаций, устраивая подобие пресс-конференции.

Согласована на портале № 13387

4. Элементы игры используются на лекциях при изложении темы «Технология программирования OpenMP» при объяснении организации параллельных секций и параллельных циклов, вовлекая студентов в игру «параллельные ручейки».

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	ОК, ПК
1.	4	Основные функции передачи данных MPI	4	ОПК-4, ПК-2
2.	4	Передача данных производными типами данных MPI	4	ОПК-4, ПК-2
3.	5	Директивы OpenMP	4	ОПК-4, ПК-2
4.	5	Взаимодействующие параллельные процессы в среде OpenMP	4	ОПК-4, ПК-2
5.	6	Параллельные программы матричных вычислений	4	ОПК-4, ПК-1,2
6.	7	Параллельные алгоритмы решения систем линейных уравнений	4	ОПК-4, ПК-1,2
7.	7	Разработка параллельных алгоритмов и подпрограмм выпускной работы	12	ОПК-4, ПК-1,2
ИТОГО			**36**	

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ) – не предусмотрены.

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудоемкость (час.)	ОК, ПК	Контроль выполнения работы (Опрос, тест, дом.задание, и т.д)
1.	1÷7	Углубленная проработка лекционного материала	18	ОПК-4	Опрос на занятиях (устно)
2.	4 – 7	Подготовка к лабораторным занятиям	36	ПК-2	Отчет, защита лаб. работы
3.	4 – 7	Самостоятельное изучение тем теоретической части	72	ОПК-4, ПК-1,ПК-2	Проверка дом. задания, тест
4.	1 – 7	Подготовка и сдача экзамена	36	ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Оценка за экзамен

Темы для самостоятельного изучения

1) Матричное умножение. Алгоритмы Фокса и Кэннона
2) Параллельные алгоритмы итерационного решения СЛАУ
3) Параллельное интегрирование. Метод Монте-Карло.
4) Параллельные методы сортировки.
5) Параллельная реализация в программах выпускной работы.

10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ – не предусмотрены.

11. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА

Курс 1, семестр 2 **Контроль обучения – Экзамен.**

Максимальный семестровый рейтинг – **100 баллов.**

Таблица 11.1 – Дисциплина «Методы и алгоритмы параллельного программирования» (МАПП) (**экзамен**, лекции, лабораторные работы, тесты)

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую контрольную точку с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр

Согласована на портале № 13387

Посещение занятий	4	4	4	**12**
Выполнение и защита результатов лабораторных работ	10	10	10	**30**
Тестовый контроль	5	5	5	**15**
Компонент своевременности	4	4	5	**13**
Итого максимум за период:	**23**	**23**	**24**	**70**
Нарастающим итогом	**23**	**46**	**70**	
Экзамен				**30**
ИТОГО				**100**

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 13387

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

12.1 Основная литература

1. Антонов А.С. Технологии параллельного программирования MPI и Open MP: Учебное пособие для вузов. – М.: Изд-во МГУ, 2012. – 344 с. (30 экз).

12.2 Дополнительная литература

1. Гергель В.П. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем: Учебник – М.: Изд-во МГУ, 2010. – 544 с (25 экз).
2. Старченко А.В., Данилкин Е.А., и др. Практикум по методам параллельных вычислений: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 2010. – 200 с. (25 экз).
3. Боресков А.В., Харламов А.А. Основы работы с технологией CUDA. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 231 с. (13 экз).
4. Воеводин В.В. Вычислительная математика и структура алгоритмов: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 2010. – 168 с. (25 экз).
5. Боресков А.В., Харламов А.А. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA: Учеб. пособие. – М.: Изд. МГУ, 2012. – 336 с. (5 экз).
6. Сандерс Дж., Кэндрот Э. Технология CUDA в примерах: введение в программирование графических процессоров. – М.: ДМК Пресс, 2013.– 232 с. (13 экз).

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Фефелов Н.П. Методы и алгоритмы параллельного программирования. Учебно-методическое пособие по лабораторным работам / Томск: ТУСУР, 2011. – 16 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://asu.tusur.ru/learning/010402/d12/
2. Фефелов Н.П. Методы и алгоритмы параллельного программирования: Методические указания по самостоятельной работе студентов / Томск, ТУСУР, 2011. – 8 с.– [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://asu.tusur.ru/learning/010402/d12/

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1 http://parallel/ru – Научно-исследовательский вычислительный центр МГУ
2 http://hpc-education.ru – Интернет-центр системы образовательных ресурсов в области СКТ
3 http://intuit.ru – Интернет университет информационных технологий
4 http://hpcc.unn.ru – Центр суперкомпьютерных технологий Нижегородского государственного университета

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Согласована на портале № 13387

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная проектором, доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 4 этаж, ауд. 435, 437, 438, 439. Состав оборудования: Учебная мебель; Экран с электроприводом DRAPER BARONET – 1 шт.; Мультимедийный проектор TOSHIBA – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Samsung 18.5" S19C200N– 10 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft SQL-Server 2005; Matlab v6.5.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 100. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице 14.1.

Таблица 14.1 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения

Согласована на портале № 13387

С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно- двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 13387

Приложение к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ **П. Е. Троян**

«___» _____ 2017 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Методы и алгоритмы параллельного программирования

Уровень основной образовательной программы магистратура

Направление подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика.

Профиль(и) Математическое и программное обеспечение вычислительных комплексов и компьютерных сетей

Форма обучения очная

Факультет систем управления

Кафедра автоматизированных систем управления

Курс **1**

Семестр **2**

Учебный план набора 2015 года и последующих лет.

Экзамен 2 семестр

2017

Согласована на портале № 13387

1. ВВЕДЕНИЕ

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «**Параллельное программирование»** и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной «Параллельное программирование» компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОПК-4	способностью использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики	***Знать:*** • Методы параллельных вычислений для задач вычислительной математики (матричные вычисления, решение систем линейных уравнений, сортировка, обработка графов, уравнения в частных производных, многоэкстремальная оптимизация). • Основные подходы к разработке параллельных программ. ***Уметь:*** • Строить модель выполнения параллельных программ. • Оценивать эффективности параллельных вычислений. • Анализировать сложность вычислений и возможность распараллеливания разрабатываемых алгоритмов. • Применять общие схемы разработки параллельных программ для реализаций собственных алгоритмов. • Оценивать основные параметры получаемых параллельных программ, таких как ускорение, эффективность и масштабируемость. ***Владеть:*** • основами разработки параллельных программ для МВС с применением технологий MPI, OpenMP, CUDA.
ПК-1	способностью проводить исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива	
ПК-2	способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	

2. РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1. Компетенция ОПК-4

ОПК-4: способностью использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Методы моделирования параллельных алгоритмов; принципы разработки параллельных методов, технологии разработки параллельных программ.	Разрабатывать и отлаживать эффективные параллельные алгоритмы с использований современных технологий параллельного программирования.	Навыками разработки и отладки параллельных программ в современных средах.
Виды занятий	Лекции. Лабораторные занятия. Самостоятельная работа	Лабораторные работы; Самостоятельная работа	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Используемые средства оценивания	Устный опрос. Защита отчетов по лабораторным работам. Зачет.	Проверка правильности алгоритмов и программ. Защита отчета по лабораторной работе.	Проверка правильности алгоритмов и программ. Защита отчета по лабораторной работе.

Согласована на портале № 13387

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости.	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем.	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы.
ХОРОШО (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области.	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования.	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем.
УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (низкий уровень)	Обладает низким уровнем общих знаний.	Обладает умениями на низком уровне, которые не достаточны для выполнения даже простых задач.	Работает только при прямом наблюдении.

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	Знает все методы анализа и разработки параллельных алгоритмов. Хорошо освоил функции передачи данных MPI; директивы и функции OpenMP; принципы применения графических ускорителей для составления параллельных программ. Знаком с параллельными алгоритмами линейной алгебры.	Умеет разрабатывать и отлаживать эффективные параллельные алгоритмы и применение прикладного ПО любого уровня сложности с использованием современных технологий параллельного программирования.	Свободно владеет навыками разработки и отладки программ в современных технологиях параллельного программирования
ХОРОШО (базовый уровень)	Знает методы анализа и разработки параллельных алгоритмов. Освоил функции передачи данных MPI; директивы и функции OpenMP; принципы применения графических ускорителей для составления параллельных программ.	Умеет разрабатывать и отлаживать параллельные алгоритмы. Применяет современные технологии параллельного программирования.	Владеет навыками разработки и отладки программ в современных технологиях параллельного программирования
УДОВЛЕТВОРИТЕЬНО (низкий уровень)	Знает методы разработки параллельных программ с применением технологий параллельного программирования.	Умеет разрабатывать и отлаживать типовые параллельные алгоритмы.	Владеет навыками разработки и отладки типовых параллельных программ.

Согласована на портале № 13387

2.2. Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью проводить исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Методы моделирования параллельных алгоритмов; принципы разработки параллельных методов, технологии разработки параллельных программ.	Разрабатывать и отлаживать эффективные параллельные алгоритмы с использований современных технологий параллельного программирования.	Навыками разработки и отладки параллельных программ в современных средах.
Виды занятий	Лекции. Лабораторные занятия. Самостоятельная работа	Лабораторные работы; Самостоятельная работа	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Используемые средства оценивания	Устный опрос. Защита отчетов по лабораторным работам. Зачет.	Проверка правильности алгоритмов и программ. Защита отчета по лабораторной работе.	Проверка правильности алгоритмов и программ. Защита отчета по лабораторной работе.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	Знает все методы анализа и разработки параллельных алгоритмов. Хорошо освоил функции передачи данных MPI; директивы и функции OpenMP; принципы применения графических ускорителей для составления параллельных программ. Знаком с параллельными алгоритмами линейной алгебры.	Умеет разрабатывать и отлаживать эффективные параллельные алгоритмы и применение прикладного ПО любого уровня сложности с использованием современных технологий параллельного программирования.	Свободно владеет навыками разработки и отладки программ в современных технологиях параллельного программирования
ХОРОШО (базовый уровень)	Знает методы анализа и разработки параллельных алгоритмов. Освоил функции передачи данных MPI; директивы и функции OpenMP; принципы применения графических ускорителей для составления параллельных программ..	Умеет разрабатывать и отлаживать параллельные алгоритмы. Применяет современные технологии параллельного программирования.	Владеет навыками разработки и отладки программ в современных технологиях параллельного программирования
УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО (низкий уровень)	Знает методы разработки параллельных программ с применением технологий параллельного программирования.	Умеет разрабатывать и отлаживать типовые параллельные алгоритмы.	Владеет навыками разработки и отладки типовых параллельных программ.

Согласована на портале № 13387

2.3. Компетенция ПК-2

ПК-2: способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Методы моделирования параллельных алгоритмов; принципы разработки параллельных методов, технологии разработки параллельных программ.	Разрабатывать и отлаживать эффективные параллельные алгоритмы с использований современных технологий параллельного программирования.	Навыками разработки и отладки параллельных программ в современных средах.
Виды занятий	Лекции. Лабораторные занятия. Самостоятельная работа	Лабораторные работы; Самостоятельная работа	Лабораторные работы; Самостоятельная работа
Используемые средства оценивания	Устный опрос. Защита отчетов по лабораторным работам. Зачет.	Проверка правильности алгоритмов и программ. Защита отчета по лабораторной работе.	Проверка правильности алгоритмов и программ. Защита отчета по лабораторной работе.

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	Знает все методы анализа и разработки параллельных алгоритмов. Хорошо освоил функции передачи данных MPI; директивы и функции OpenMP; принципы применения графических ускорителей для составления параллельных программ. Знаком с параллельными алгоритмами линейной алгебры.	Умеет разрабатывать и отлаживать эффективные параллельные алгоритмы и применение прикладного ПО любого уровня сложности с использованием современных технологий параллельного программирования.	Свободно владеет навыками разработки и отладки программ в современных технологиях параллельного программирования
ХОРОШО (базовый уровень)	Знает методы анализа и разработки параллельных алгоритмов. Освоил функции передачи данных MPI; директивы и функции OpenMP; принципы применения графических ускорителей для составления параллельных программ.	Умеет разрабатывать и отлаживать параллельные алгоритмы. Применяет современные технологии параллельного программирования.	Владеет навыками разработки и отладки программ в современных технологиях параллельного программирования
УДОВЛЕТВОРИ-	Знает методы разработки параллельных программ с	Умеет разрабатывать и отлаживать типовые па-	Владеет навыками разработки и отладки типовых

Согласована на портале № 13387

ТЕЬНО (низкий уровень)	применением технологий параллельного программирования.	раллельные алгоритмы.	параллельных программ.

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы: типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе, приведенном ниже.

3.1. Темы лабораторных работ

1 Основные функции передачи данных MPI.
2 Передача данных производными типами данных MPI.
3 Директивы OpenMP.
4 Взаимодействующие параллельные процессы в среде OpenMP.
5 Параллельные программы матричных вычислений.
6 Параллельные алгоритмы решения систем линейных уравнений.
7 Разработка параллельных алгоритмов и подпрограмм выпускной работы.

3.2. Пример типовых вопросов к лабораторным работам

Обработка и выполнение программ в ОС Linux

1 Назовите имена обрабатывающих программ для языка С в ОС LINUX.
2 Перечислите основные функции программы gcc.
3 Опишите вызов gcc для получения объектных модулей из исходных.
4 Сколько форм представления программы в ассемблерной форме дает gcc.
5 Назначение ключа –o.
6 Будет ли образовываться загрузочный модуль при отсутствии ключа –o.
7 Как переназначить вывод программы в текстовый файл.

Основные функции передачи данных MPI

1 Перечислите 6 основных функций MPI.
2 Поясните назначение коммуникатора для в функциях MPI.
3 Перечислите индивидуальные функции передачи.
4 Назначение параметра tag.
5 Является ли коллективной операция MPI_Recv? А MPI_Bcast?
6 Можно ли с помощью функций упаковки-распаковки передавать разнотипные данные.
7 Назначение параметра op в функции MPI_Reduce.

Коллективные функции MPI

1 Чем различаются действия коллективных функций MPI_Bcast и MPI_Scatter?
2 Различие функций MPI_Scatter и MPI_Scatterv, MPI_Gather и MPI_Gatherv?
3 Сколько получат данные при использовании MPI_Allgather и MPI_Allgatherv?
4 В каком порядке производится операция редукции над данными из разных процессов при вызове функции MPI_Reduce.
5 Замените функцию MPI_Allreduce двумя операциями MPI_Reduce и MPI_Bcast.
6 Что такое пользовательская операция редукции в MPI?
7 Барьерная синхронизация в MPI?
8 Перечислите предопределенные операции редукции данных MPI.

Моды передачи данных в MPI

1 Сколько в MPI операций приема сообщений типа «точка-точка»?
2 Что такое буферизированная передача сообщений в MPI?
3 Что такое стандартный коммуникационный режим?
4 Перечислите три дополнительных коммуникационных режима.
5 Почему потребовалось введение различных коммуникационных режимов?
6 В чем основное различие между буферизированным и стандартным режимами?
7 В чем основное различие между синхронным и стандартным режимами?

Согласована на портале № 13387

8 В чем основное различие между стандартным и режимом по готовности?

Передача данных производными типами данных MPI

1Для чего в MPI программах можно использовать производные типы данных?
2Сколько конструкторов производных типов данных реализовано в MPI?
3 Перечислите способы конструирования производных типов.
4 Какой способ конструирования следует использовать для данных различного типа.
5 Перечислите последовательность действий для работы с произвольными типами.
6 Что такое карта типа данных?

Группы и коммуникаторы. Виртуальные топологии в MPI

1 Что такое базовая группа? Приведите пример базовой группы.
2 В чем различие между группой процессов и коммуникатором?
3 Что такое коммуникатор в MPI? Какие проблемы решаются с его использованием?
4. Какая функция позволяет определить группу какого-либо коммуникатора?
5 Что такое виртуальная топология в MPI?
6 Чем различаются виртуальные топологии «тор» и «решетка»?
7. Могут ли общаться процессы, принадлежащие разным коммуникаторам?

Директивы OpenMP

1 Перечислите составные части технологии OpenMP.
2 С помощью какой директивы (директив) создаются новые параллельные области программы?
3 Каким образом можно установить нужное количество потоков для создания очередной параллельной области?
4 Как обеспечить выполнение фрагмента параллельной области только главным потоком?
5 Какая опция директивы OpenMP *for* используется для указания способа распределения итераций цикла между потоками параллельной области?
6 Перечислите способы распределения итераций цикла.
7 Как следует использовать типы shared и private переменных?
8 Назначение параметра reduction в параллелизме данных. Укажите директивы, где можно использовать этот параметр.
9 Дополнительные возможности переменных типа firstprivate и lastprivate.

Взаимодействующие параллельные процессы в среде OpenMP.

1 Укажите директиву для создания параллелизма задач в OpenMP.
2 Опишите назначение и действие директив atomic и critical.
3 Что такое критическая секция программы?
4 Чем в OpenMP отличается простой замок от множественного?
5 Перечислите известные Вам механизмы синхронизации потоков в OpenMP.
6 Опишите действия директив single и master. Их различие.

3.3. Вопросы для подготовки к экзамену

1. Мультипроцессоры и мультикомпьютеры.
2. Кластерные многопроцессорные вычислительные системы.
3. Графовая модель "операция - операнды". Ее параметры.
4. Паракомпьютер как модель параллельных вычислений.
5. Описание параллельного алгоритма, расписание
6. Ассимптотические оценки времени выполнения параллельного алгоритма.
7. Ускорение и эффективность как показатели параллельных вычислений.
8. Каскадная схема суммирования.
9. Модифицированная каскадная схема суммирования.
10. Каскадные алгоритмы вычисления всех частных сумм.
11. Каскадные алгоритмы параллельного вычисления обобщенного полинома.
12. Закон Амдала. Влияние времени передачи данных на ускорение.
13. Масштабируемость параллельных алгоритмов.
14. Параллелизм данных и параллелизм задач.
15. Этапы разработки параллельной программы.
16. Основные технологии параллельного программирования.
17. Основные принципы MPI. Параллельная программа типа SPMP.
18. Четыре концепции MPI. Понятие коммуникатора.

Согласована на портале № 13387

19. Шесть основных функций MPI.
20. MPI. Функции точка-точка для передачи сообщений.
21. Коллективные функции MPI. Широковещательная рассылки и редукция данных.
22. Коллективные функции MPI для рассылки и сбора данных.
23. Конструирование производных типов в MPI. Непрерывный и векторный способы.
24. Конструирование производных типов в MPI. Индексный и структурный способы.
25. Формирование сообщений при помощи упаковки и распаковки данных.
26. Основные принципы технологии OpenMP. Структура OpenMP.
27. Модель выполнения программы в OpenMP.
28. Типы директив в OpenMP.
29. Директива parallel. Основные параметры директивы.
30. Директива for. Основные параметры директивы.
31. Управление порядком вычислений параллельного цикла.
32. Директивы для параллелизма задач в OpenMP.
33. OpenMP . Организация взаимоисключения при использовании общих переменных.
34. OpenMP. Функции управления количеством потоков.
35. OpenMP. Функции синхронизации
36. Функции времени выполнения OpenMP.
37. Переменные окружения OpenMP.
38. Графические ускорители Применение их для общих вычислений.
39. Модель программирования в CUDA. Device и xost.
40. Иерархия нитей в с CUDA. Сетка, блоки, потоки.
41. CUDA. Расширения языка С. Спецификаторы функций и переменных.
42. Составные части системы CUDA. Библиотеки алгоритмов, времени исполнения, CUDA драйвер.
43. Типы памяти в CUDA.
44. Работа с разделяемой памятью в CUDA.
45. Линейный и блочный параллельные алгоритмы матричных вычислений.
46. Основные принципы технологии OpenACC.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в составе:

1. Антонов А.С. Технологии параллельного программирования MPI и Open MP: Учебное пособие для вузов. – М.: Изд-во МГУ, 2012. – 344 с. (30 экз.)

Учебно-методические пособия

1. Фефелов Н.П. Методы и алгоритмы параллельного программирования. Учебное методическое пособие по лабораторным работам. – Томск: ТУСУР, 2012. – 11с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://asu.tusur.ru/learning/mag010400/d12/m010400_d12_labs.doc
2. Фефелов Н.П. Методические указания по самостоятельной работе по дисциплине «Методы и алгоритмы параллельного программирования». – Томск: ТУСУР, 2012. – 9 с.− [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://asu.tusur.ru/learning/ mag010400/d12/m010400_d12 _work.doc

Согласована на портале № 13387