

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт электронных и информационных систем
Кафедра прикладной математики и информатики



ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ,
ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК

Учебный модуль по направлению подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

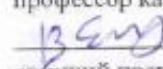
Начальник учебного отдела

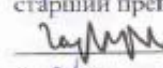
 О.Б. Широколобова

« 04 » 04 2017г.

Разработали

профессор кафедры ПМИ

 В.А. Едемский
старший преподаватель

 С.В. Гарбарь

« 01 » 03 2017г.

Принято на заседании кафедры ПМИ

Протокол № 7 от 01.03 2017г.

Заведующий кафедрой

 А.В. Колногоров

« 04 » 03 2017г.

1 Цели и задачи учебного модуля

Целью учебного модуля (УМ) является формирование навыков студентов в области применения современного математического аппарата компьютерных технологий и компьютерных наук, способствующей становлению их готовности к решению задач профессиональной деятельности. Освоение базовых знаний по вопросам организации параллельных вычислительных систем, а также основных технологий организации параллельных вычислений на многопроцессорных вычислительных комплексах с распределенной или общей оперативной памятью.

Основными задачами УМ являются:

- формирование у студентов необходимого объема знаний по специальным разделам компьютерных наук;
- овладение умением решать практические задачи и производить обработку данных на ЭВМ;
- выработка навыков активного применения пакетов прикладных программ для ПЭВМ;
- знакомство с основными направлениями в области организации параллельных вычислений на многопроцессорных вычислительных системах;
- знакомство с технологиями параллельного программирования;
- приобретение навыков параллельного программирования с использованием интерфейса передачи сообщений;
- знакомство с технологией параллельного программирования на системах с общей оперативной памятью
-

2 Место учебного модуля в структуре ООП направления подготовки

УМ «Параллельные компьютерные технологии, прикладные аспекты компьютерных наук» входит в учебный план подготовки бакалавров по направлению 01.03.02 - Прикладная математика и информатика, относится к модулям по выбору (БП.ВВ.2.1) и читается в 7-м семестре. Он использует соответствующие разделы дисциплин «Геометрия и алгебра», «Информатика», «Алгоритмические языки», «Архитектура компьютеров», «Дискретная математика и теория алгоритмов», «Вычислительная математика». Для успешного усвоения дисциплины студент должен знать основные понятия и методы теории чисел, абстрактной алгебры.

Базовые знания по параллельным компьютерным технологиям, прикладным аспектам компьютерных наук, полученные при изучении данного курса, используются при научно-исследовательской работе бакалавров и выполнении выпускных квалификационных работ.

3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций:

ПК-2 способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат;

ПК-3 способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности;

ПК-7 способностью к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения.

В результате освоения УМ студент должен знать, уметь и владеть:

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ПК-7	базовый	– теорию архитектуры современных компьютеров, технологии программирования, основы архитектуры операционных систем, способы оптимизации передачи данных и способы обеспечения безопасности в сетях, основы архитектуры параллельных вычислительных систем; – основы теории объектно-ориентированного программирования	– самостоятельно или в составе научно-производственного коллектива решать конкретные профессиональные задачи, использовать современные методы исследования и решения научных и практических задач, применять методы прикладной математики и информатики; программировать на объектно-ориентированных языках.	– практическими навыками в области организации и управления при проведении исследований; – навыками решения научных и практических задач с применением ООП.
ПК-2	повышенный	углублённые понятия дисциплины, её методы, место и роль в решении научно-практических задач с использованием современного математического аппарата.	– применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач прикладной математики и информатики; – применять функционально-логическую методологию математики к системному анализу взаимосвязей процессов и построению математических моделей.	инструментарием для решения задач в области прикладной математики и информатики инструментарием формально-логической концепции математики для идеализации и системного анализа связей при построении мат. моделей процессов и явлений.
ПК-3	повышенный	место прикладной математики и информатики и математических дисциплин в системе научных знаний. Понимает особенности применения методов математического моделирования систем и процессов, а также методов вычислительной математики при решении	– изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности в зависимости от накопленного опыта Умеет создавать простейшие математические модели систем и процессов и использовать их в научной и познавательной деятельности, обосновывать применение методов вычисли-	– целостным представлением о роли прикладной математики и информатики в построении математических моделей различных явлений и процессов. Владеет профессиональными навыками создания и использования в научной и познавательной деятельности, а также

		научных и прикладных задач	тельной математики в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере.	в социальной сфере математических моделей систем и процессов, а также методов вычислительной математики.
--	--	----------------------------	---	--

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

В структуре УМ выделены следующие учебные элементы модуля (УЭМ) в качестве самостоятельных разделов: специальные разделы теории чисел и алгебры; математический аппарат для синтеза и формирования последовательностей; математический аппарат для анализа последовательностей.

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам	Коды формируемых компетенций
		7 сем.	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕ)	6	6	
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):	108	108	
УЭМ1 Специальные разделы компьютерной алгебры			
- лекции	8	8	ПК-2, ПК-3
- практические занятия	8	8	
- лабораторные занятия	8	8	
- аудиторная СРС	4	4	
- внеаудиторная СРС	24	24	
УЭМ 2 Анализ и синтез кодовых последовательностей			
- лекции	10	10	ПК-2, ПК-3
- практические занятия	10	10	
- лабораторные занятия	10	10	
- аудиторная СРС	5	5	
- внеаудиторная СРС	30	30	
УЭМ 3 Параллельные компьютерные технологии			
- лекции	18	18	ПК-7 ПК-3
- практические занятия	18	18	
- лабораторные занятия	18	18	
- аудиторная СРС	9	9	
- внеаудиторная СРС	54	54	
Аттестация:			
- дифф. зачет			

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

УЭМ1 Специальные разделы компьютерной алгебры (8/8/8/4/24)

Сравнения и их свойства. Первообразные корни и циклотомические классы. Разностные множества. Конечные поля. Разбиения множества целых чисел. Циклотомические числа и их свойства.

УЭМ2 Анализ и синтез кодовых последовательностей (10/10/10/5/30)

Математические методы формирования псевдослучайных последовательностей на основе теории сравнений и конечных полей. Обобщенное правило кодирования последовательностей на основе циклотомических классов. Последовательности Лежандра, Холла, Сидельникова. Обобщенные циклотомические последовательности. Циклотомические числа и корреляционные свойства циклотомических последовательностей. Методы анализа линейной сложности циклотомических последовательностей. Свойства последовательностей Лежандра, Холла, Сидельникова и других. Исследование обобщенных циклотомических последовательностей.

Календарный план, наименование разделов дисциплины с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте дисциплины (приложение Б).

УЭМ 3 Параллельные компьютерные технологии

Основные направления развития высокопроизводительных компьютеров. Однопроцессорная оптимизация. Оценки производительности вычислительных систем. Классификация многопроцессорных вычислительных систем. Проблемы создания кластерных систем. Парадигмы, модели и технологии параллельного программирования. Параллельное программирование с использованием интерфейса передачи сообщений MPI. Параллельное программирование на системах с общей памятью (OpenMP). Параллельное программирование на системах смешанного типа. Отладка, трассировка и профилирование параллельных программ. Основные понятия параллелизма алгоритмов. Алгоритмы матричной алгебры и их распараллеливание.

4.3 Организация изучения учебного модуля

Основными видами учебных занятий при изучении учебного модуля являются: лекция, практическое занятие, лабораторная работа, консультация, контрольная работа, самостоятельная работа обучающегося.

Методические рекомендации по организации изучения УМ с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий даются в Приложении А.

5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения студентами модуля «Параллельные компьютерные технологии, прикладные аспекты компьютерных наук» осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра; семестровый – по окончании изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется во время выполнения практических аудиторных и внеаудиторных заданий, проведения контрольной работы.

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: разноуровневые задачи, опросы, индивидуальные домашние задания, контрольные работы.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с положением от 27.09.2011 № 32 «Об организации учебного процесса по основным образовательным программам высшего профессионального образования».

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте УМ (Приложение Б).

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля представлено Картой учебно-методического обеспечения (Приложение Г).

7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

Для осуществления образовательного процесса по модулю используется лекционная аудитория, оборудованная мультимедийными средствами, а также лаборатория: компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 10 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение.

ПРИЛОЖЕНИЕ А (ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)

Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля «Параллельные компьютерные технологии, прикладные аспекты компьютерных наук»

Дисциплина «Параллельные компьютерные технологии, прикладные аспекты компьютерных наук» разделена на три учебных раздела: «специальные разделы компьютерной алгебры»; «анализ и синтез кодовых последовательностей»; «параллельные компьютерные технологии». В таблице А.1 отражены разделы УМ, технологии и формы проведения занятий, задания по самостоятельной работе студента и ссылки на необходимую литературу.

А.1 Методические рекомендации по теоретической части учебного модуля

Теоретическая часть УМ направлена на формирование системы знаний об основных аспектах параллельных компьютерных технологий, прикладных аспектов компьютерных наук с выделением возможностей применения современного математического аппарата теории чисел в исследовательской деятельности. Основное содержание теоретической части излагается преподавателем на лекционных занятиях, а также усваивается студентом при знакомстве с дополнительной литературой, которая предназначена для более глубокого овладения знаниями основных дидактических единиц соответствующего раздела и указана в таблице А.1.

Таблица А.1 - Организация изучения учебного модуля «Параллельные компьютерные технологии, прикладные аспекты компьютерных наук»

Раздел модуля	Технология и форма проведения занятий	Задания на СРС	Дополнительная литература и интернет-ресурсы
УЭМ1 Специальные разделы компьютерной алгебры			
1.1 Сравнения и их свойства. Первообразные корни и циклотомические классы. Разностные множества.	Вводная лекция. Формирование умений и навыков решения задач по теме. Решение задач. Самообразовательная деятельность.	– решить задачи (ауд. СРС)	
1.2. Конечные поля. Разбиения множества целых чисел. Циклотомические числа и их свойства.	Информационная лекция. Решение задач. Работа в группах. Самообразовательная деятельность.	– решить задачи (ауд. СРС)	
УЭМ2 Анализ и синтез кодовых последовательностей			
2. Математические методы формирования псевдослучайных последовательностей на основе теории сравнений и конечных полей.	Вводная лекция. Решение задач. Работа в группах. Формирование умений и навыков решения задач по теме.	– решить задачи (ауд. СРС)	

Раздел модуля	Технология и форма проведения занятий	Задания на СРС	Дополнительная литература и интернет-ресурсы
2.2 Обобщенное правило кодирования последовательностей на основе циклотомических классов. Последовательности Лежандра, Холла, Сидельникова. Обобщенные циклотомические последовательности.	Информационная лекция. Решение задач по теме. Самообразовательная деятельность.	– решить задачи (ауд. СРС)	
2.3 Циклотомические числа и автокорреляционные свойства циклотомических последовательностей.	Информационная лекция. Решение задач. Работа в группах. Самообразовательная деятельность.	– решить задачи (ауд. СРС)	
2.4 Методы анализа линейной сложности циклотомических последовательностей. Свойства последовательностей Лежандра, Холла, Сидельникова и других.	Информационная лекция. Решение задач. Работа в группах. Формирование умений и навыков решения задач по теме.	– решить задачи (ауд. СРС)	
2.5 Исследование обобщенных циклотомических последовательностей.	Информационная лекция. Решение задач. Работа в группах. Самообразовательная деятельность.	– решить задачи (ауд. СРС)	
УЭМ3 Параллельные компьютерные технологии			
3.1 Основные направления развития высокопроизводительных компьютеров. Оценки производительности вычислительных систем. Однопроцессорная оптимизация.	Вводная лекция. Самообразовательная деятельность.	– решить задачи (ауд. СРС)	
3.2 Классификация многопроцессорных вычислительных систем. Парадигмы, модели и технологии параллельного программирования.	Информационная лекция. Самообразовательная деятельность.	– решить задачи (ауд. СРС)	
3.3 Проблемы создания кластерных систем. Параллельное программирование с использованием интерфейса передачи сообщений MPI.	Информационная лекция. Самообразовательная деятельность. Решение задач. Работа в группах.	– решить задачи (ауд. СРС)	
3.4 Параллельное программирование на системах с общей памятью (OpenMP)	Информационная лекция. Самообразовательная деятельность. Решение задач. Работа в группах.	– решить задачи (ауд. СРС)	
3.5 Параллельное программирование на системах смешанного типа	Информационная лекция. Самообразовательная деятельность.	– решить задачи (ауд. СРС)	

А.2 Методические рекомендации по практическим занятиям

Цель практических занятий – закрепление теоретического материала и выработка у студентов умения решать задачи по практическим аспектам дисциплины.

На практических занятиях студентам предлагаются задачи и вопросы по пройденному разделу учебного модуля. На занятиях преподаватель проверяет выполнение домашних заданий, разбирает вместе со всеми нерешенные дома задачи.

Практические занятия строятся следующим образом:

- 20% аудиторного времени отводится на объяснение решения типовой задачи у доски;
- 70% аудиторного времени – самостоятельное решение задач студентами;
- 10% аудиторного времени в конце текущего занятия – разбор типовых ошибок при решении задач.

При подготовке к практическим занятиям студент должен изучить лекционный материал, в случае необходимости обратиться к соответствующим разделам рекомендованной литературы и методическим пособиям, разработанным на кафедре ПМИ. При изучении материала необходимо отметить вызывающие затруднения вопросы для получения консультации у преподавателя. К практическим занятиям по конкретной теме студент обязан знать основные понятия, определения, формулировки теорем и свойства. На практических занятиях необходимо иметь конспект лекций по изучаемой теме.

Демонстрационные варианты контрольных работ.

УЭМ1 Контрольная работа по теме “Специальные разделы компьютерной алгебры”.

1. Вычислить: $\left(\frac{5}{19}\right), \left(\frac{2}{83}\right)$.
2. Проверить, что множество $\{1, 7, 9, 10, 12, 16, 26, 33, 34\}$ является разностным с параметрами $(37, 9, 2)$.
3. Доказать, что $D = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 15, 16, 19, 23, 24, 29, 30, 32, 35, 37, 39\}$ - разностное множество, сбалансированное на 2 уровня с параметрами $(45, 22, 10, 22)$.
4. Записать разбиение группы Z_{11}^* на 5 классов смежности по подгруппе $H = \{1, 10\}$.
5. Найти все образующие мультипликативной группы поля $GF(3^2)$, $p(x) = x^2 + 1$.
6. Вычислить циклотомические числа $(0, j)_4$, $j = 0, 1, 2, 4$ для $p = 41$.

УЭМ2 Контрольная работа №1 по теме “Анализ и синтез кодовых последовательностей”.

1. Сформировать бинарную последовательность, соответствующую разностному множеству биквадратичных вычетов для $p = 37$.
2. Сформировать последовательность Лежандра для $p = 17$.
3. Найти ПАКФ характеристической последовательности разностного множества $\{0, 1, 3, 9\}$ с параметрами $(13, 4, 1)$.
4. Найти пары двоичных последовательностей X, Y , сформированных на циклотомических классах шестого порядка, с одноуровневой ПВКФ.

УЭМ2 Контрольная №1 по теме “Анализ и синтез кодовых последовательностей”.

1. Показать, что не существует двоичных последовательностей, сформированных на основе одного циклотомического класса пятого порядка, с одноуровневой ПАКФ.
2. Показать, что двоичная последовательность, сформированная на основе одного циклотомического класса восьмого порядка, имеет одноуровневую ПАКФ тогда и только тогда, когда $p = 3^2 + 64u^2 = 1^2 + 8g^2$, где u, g – целые числа.
3. Применяя циклотомические числа шестого порядка, вычислить ПАКФ последовательностей Холла.

Приведенные примеры позволяют студентам оценить степень сложность заданий, которые им предстоит выполнить на практическом занятии и во время контрольных работ.

А.3 Методические рекомендации по лабораторным занятиям

Лабораторные работы имеют своей целью научить студентов применять методы низкоуровневого программирования для решения конкретных задач с компьютера, углубить практические навыки работы с компьютерной техникой, овладеть методикой экспериментальных исследований в области архитектуры компьютеров.

Освоение УМ «Архитектура компьютеров» предполагает использование следующего материально-технического обеспечения: компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 10 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение.

Основные цели лабораторного практикума – развитие студентам навыков в решении задач, в пользовании справочной литературой и справочными электронными ресурсами, а также подготовке их к самостоятельной работе над домашним заданием. Тематика задач определяется содержанием соответствующих разделов рабочей программы. Содержание задач увязывается со спецификой будущей специальности.

Целью лабораторных работ является ознакомление студентов с организацией параллельных вычислительных систем, а также основных технологий организации парал-

тельных вычислений на многопроцессорных вычислительных комплексах с распределенной или общей оперативной памятью.

ЛР1 Изучение оценки производительности вычислительных систем и методик измерения производительности MIPS, MFLOPS и т.д. Изучение общепризнанных методик измерения производительности многопроцессорных вычислительных систем.

ЛР2 Проектирование архитектуры кластерных систем. Изучение базовых компонент кластера, компоновки кластера (процессор, оперативная память, диски, головной узел кластера, сетевая инфраструктура: коммуникационная, транспортная, сервисная).

ЛР3 Разработка параллельных программ с использованием интерфейса передачи сообщений MPI.

ЛР4 Разработка параллельных программ с использованием технологии OpenMP.

ЛР5 Параллельные алгоритмы вычислительной алгебры. Распараллеливание программы решения систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса с помощью OpenMP и MPI.

А.4 Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов является одним из видов учебных занятий студентов и должна сопровождаться контролем и оценкой ее результатов.

Для подготовки к практическим занятиям, контрольной работе, и экзамену рекомендуется пользоваться основной и дополнительной учебно-методической литературой, представленной в карте учебно-методического обеспечения. Для закрепления темы студенту выдаются индивидуальные домашние задания (ИДЗ) для самостоятельной работы. Они выполняются на отдельных листах и защищаются во время аудиторной СРС. ИДЗ выдаётся на первом практическом занятии по разделу и выполняется по мере изучения материала. При их выполнении рекомендуется использовать проработанный в аудитории материал и обратиться к задачникам, в которых разобраны типовые примеры с решениями стандартных задач. Таким образом, после каждого практического занятия студент закрепляет пройденный материал.

Демонстрационные варианты индивидуальных домашних заданий

ИДЗ №1 по теме “Специальные разделы компьютерной алгебры”.

1. Найти: $\left(\frac{3}{7}\right), \left(\frac{10}{7}\right), \left(\frac{5}{7}\right), \left(\frac{5}{11}\right), \left(\frac{7}{13}\right), \left(\frac{5}{17}\right), \left(\frac{10}{17}\right).$

2. Проверить, что множество $\{0, 1, 3, 9\}$ является разностным с параметрами (13, 4, 1).

3. Доказать, что $D = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 13, 14, 18, 20, 22, 25, 28, 29\}$ - разностное множество, сбалансированное на 2 уровня с параметрами (33, 16, 7, 16).

4. Записать разбиение группы Z_{15}^* на классы смежности по подгруппе третьего порядка.
5. Найти все образующие мультипликативной группы поля $GF(2^2)$.
6. Вычислить таблицы циклотомических чисел второго и четвертого порядков для $p=17$ и $g=5$.

ИДЗ №2 по теме “Анализ и синтез кодовых последовательностей”.

1. Сформировать бинарную последовательность, соответствующую разностному множеству биквадратичных вычетов и нуля для $p=13$.
2. Сформировать последовательность Сидельникова, используя конечное поле восьмого порядка.
3. Найти ПАКФ характеристической последовательности разностного множества $\{1, 7, 9, 10, 12, 16, 26, 33, 34\}$ с параметрами $(37, 9, 2)$.
4. Найти пары уравновешенных троичных последовательностей X, Y , сформированных по обобщенному правилу кодирования на циклотомических классах четвертого порядка, с ПВКФ: $|r_{X,Y}(\tau)| \leq 1, \tau = 0, 1, \dots, p-1$.

ИДЗ №3 по по теме “Анализ и синтез кодовых последовательностей”.

1. Показать, что не существует двоичных последовательностей, сформированных на основе одного циклотомического класса шестого порядка с одноуровневой ПАКФ.
2. Найти необходимые условия существования ДП, сформированной на основе одного циклотомического класса, с двухуровневой ПАКФ.
3. Найти необходимые условия существования почти сбалансированных БП, с двухуровневой ПАКФ.
4. Найти необходимые условия существования почти уравновешенной БП, сформированной по ПК (5.1.1), с одноуровневой ПАКФ.

Контрольные вопросы для зачета

1. Сравнения и их свойства.
2. Первообразные корни и циклотомические классы.
3. Разностные множества.
4. Циклотомические числа и их свойства.
5. Обобщенное правило кодирования последовательностей на основе циклотомических классов.
6. Последовательности Лежандра, Холла.
7. Последовательности Сидельникова.
8. Обобщенные циклотомические последовательности.
9. Циклотомические числа и автокорреляционные свойства циклотомических последовательностей.
10. Методы анализа линейной сложности циклотомических последовательностей.
11. Повышение производительности процессора при обработке массивов с использованием циклов.

12. Использование предварительной выборки при загрузке данных из оперативной памяти в кэш второго уровня.
 13. Изменение инструкций задачи для лучшего кэширования.
 14. Архитектурно-зависимая оптимизация.
 15. Стандартные методики измерения производительности MIPS, MFLOPS и т.д.
 16. Производительность кластера – латентность, пропускная способность.
 17. Системы с распределенной, общей памятью, примеры систем. Массивно-параллельные системы (MPP).
 18. Симметричные мультипроцессорные системы (SMP).
 19. Параллельные векторные системы (PVP).
 20. Системы с неоднородным доступом к памяти (NUMA), примеры систем.
 21. Классификация Флинна, Шора и т.д.
 22. Организация межпроцессорных связей – коммуникационные топологии.
- Примеры сетевых решений для создания кластерных систем.
23. Функциональный параллелизм, параллелизм по данным.
 24. Парадигма master-slave.
 25. Парадигма SPMD.
 26. Парадигма конвейеризации.
 27. Модель обмена сообщениями – MPI.
 28. Модель общей памяти – OpenMP.
 29. Концепция виртуальной, разделяемой памяти – Linda.
 30. Проблемы создания средства автоматического распараллеливания программ.
 31. Библиотека MPI.
 32. Точечные обмены данными между процессами MPI-программы.
 33. Коллективные взаимодействия процессов в MPI.
 34. Управление группами и коммутаторами в MPI.
 35. OpenMP. Директивы языка OpenMP.
 36. Стандарты программирования для систем с разделяемой памятью.

Приложение Б (обязательное)

Технологическая карта

дисциплины «Параллельные компьютерные технологии, прикладные аспекты компьютерных наук»

семестр – 7, ЗЕ – 6, вид аттестации – зачет, акад. часов – 108, баллов рейтинга – 300

№ и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	№ недели сем.	Трудоемкость, ак. час					Форма текущего контроля успеваемости (в соответствии с паспортом ФОС)	Максимальное количество баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				СР С		
		ЛЕ К	ПЗ	ЛР	АСР С			
УЭМ1 Специальные разделы компьютерной алгебры	1-4 с	8	8	8	4	24	ИДЗ№1 СР	75
УЭМ2 Анализ и синтез кодовых последовательностей	5-9 7семестр	10	10	10	5	30	ИДЗ№2, №3 КР	75
УЭМ3 Параллельные компьютерные технологии	10-18 7семестр	18	18	18	9	54	ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ЛР5, КР2	150
Рубежная аттестация	сессия						диф. зачет	
Итого:		36	36	36	18	108		300

Критерии оценки качества освоения студентами модуля (в соответствии с Положением «Об организации учебного процесса по основным образовательным программам высшего образования» от 27.09.2011 г. № 32):

- оценка «удовлетворительно» – от 150 до 209 баллов
- оценка «хорошо» – от 210 до 269 баллов
- оценка «отлично» – от 270 до 300 баллов

Приложение В (обязательное)

Паспорт компетенции

способность к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения (ПК-7)

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	хорошо	отлично
Базовый уровень	Знание теории архитектуры современных компьютеров, технологии программирования, основы архитектуры операционных систем, способы оптимизации передачи данных и способы обеспечения безопасности в сетях, основы архитектуры параллельных вычислительных систем; основы теории объектно-ориентированного программирования	Имеет общее представление о — теории архитектуры современных компьютеров, технологии программирования, основах архитектуры операционных систем, способах оптимизации передачи данных и способах обеспечения безопасности в сетях, основах архитектуры параллельных вычислительных систем; — основах теории объектно-ориентированного программирования	Имеет достаточное представление о теории архитектуры современных компьютеров, технологии программирования, основах архитектуры операционных систем, способах оптимизации передачи данных и способах обеспечения безопасности в сетях, основах архитектуры параллельных вычислительных систем; основах теории объектно-ориентированного программирования	Имеет полное представление о теории архитектуры современных компьютеров, технологии программирования, основах архитектуры операционных систем, способах оптимизации передачи данных и способах обеспечения безопасности в сетях, основах архитектуры параллельных вычислительных систем; основах теории объектно-ориентированного программирования
	Умение — самостоятельно или в составе научно-производственного коллектива решать конкретные профессиональные задачи, использовать современные методы исследования и решения научных и практических задач, применять методы прикладной математики и информатики; программировать на объектно-ориентированных языках.	Испытывает трудности при решении конкретных профессиональных задач, использовании современных методов исследования и решения научных и практических задач, применении методов прикладной математики и информатики; Недостаточно уверенно программирует на объектно-ориентированных языках.	Не всегда корректно использует основные методы решения конкретных профессиональных задач, Методы прикладной математики и информатики Современные методы исследования и решения научных и практических задач, достаточно уверенно программирует на объектно-ориентированных языках	корректно использует основные методы решения конкретных профессиональных задач, Методы прикладной математики и информатики Современные методы исследования и решения научных и практических задач, уверенно программирует на объектно-ориентированных языках

	Владение – практически-ми навыками в области организации и управления при проведении исследований; - навыками решения научных и практических задач с применением ООП.	– Испытывает трудности при применении навыков в области организации и управления при проведении исследований навыков решения научных и практических задач с применением ООП;	– Недостаточно уверенно владеет навыками в области организации и управления при проведении исследований; - навыками решения научных и практических задач с применением ООП.	– Полностью владеет навыками в области организации и управления при проведении исследований; – навыками решения научных и практических задач с применением ООП.
--	---	--	--	--

Паспорт компетенции (ПК-2)

Повышенный уровень способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	Знание углублённые понятия дисциплины, её методы, место и роль в решении научно практических задач с использованием современного математического аппарата;	Имеет представление об углублённых понятиях дисциплины, её методах, месте и роли в решении научно практических задач с использованием современного математического аппарата, но допускает неточности в формулировках	Имеет представление об углублённых понятиях дисциплины, её методах, месте и роли в решении научно практических задач с использованием современного математического аппарата	Имеет четкое, целостное представление об основных понятиях дисциплины, её методах, месте и роли в решении научно-практических задач с использованием современного математического аппарата
	Умение – применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач прикладной математики и информатики; – применять функционально-логическую методологию математики к системному анализу взаимосвязей процессов и построению математических моделей.	В целом успешное, но не систематическое умение применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач прикладной математики и информатики Умеет применять функционально-логическую методологию математики к системному анализу взаимосвязей процессов и построению математических моделей для решения типовых задач	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач прикладной математики и информатики Умеет применять функционально-логическую методологию математики к системному анализу взаимосвязей процессов и построению математических моделей для решения комбинированных задач	Сформированное умение применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач прикладной математики и информатики Умеет применять функционально-логическую методологию математики к системному анализу взаимосвязей процессов и построению математических моделей для решения задач повышенной сложности
	Владение – инструментарием для решения задач в области прикладной математики и информатики инструментарием формально-логической концепции математики для идеализации и системного анализа связей при построении мат. моделей процессов и явлений;	Владеет достаточно инструментарием для решения математических задач в области прикладной математики и информатики Владеет недостаточно инструментарием формально-логической концепции математики для идеализации и системного анализа связей при построении математических моделей процессов и явлений	Хорошо владеет инструментарием для решения математических задач в области прикладной математики и информатики Хорошо владеет инструментарием формально-логической концепции математики для идеализации и системного анализа связей при построении математических моделей процессов и явлений	Уверенно владеет инструментарием для решения математических задач в области прикладной математики и информатики Уверенно владеет инструментарием формально-логической концепции математики для идеализации и системного анализа связей при построении математических моделей процессов и явлений

Паспорт компетенции (ПК-3)

способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности (ПК-3)

Повышенный уровень	Знание место прикладной математики и информатики и математических дисциплин в системе научных знаний Понимает особенности применения методов математического моделирования систем и процессов, а также методов вычислительной математики при решении научных и прикладных задач	Имеет представление о месте прикладной математики и информатики и математических дисциплин в системе научных знаний Имеет общее представление о особенностях применения методов математического моделирования систем и процессов, а также методов вычислительной математики при решении научных и прикладных задач	Хорошо знает и понимает место прикладной математики и информатики и математических дисциплин в системе научных знаний Имеет достаточное представление о особенностях применения методов математического моделирования систем и процессов, а также методов вычислительной математики при решении научных и прикладных задач	Имеет четкое, целостное представление о месте прикладной математики и информатики и математических дисциплин в системе научных знаний Имеет полное представление о особенностях применения методов математического моделирования систем и процессов, а также методов вычислительной математики при решении научных и прикладных задач
	Умение – изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности в зависимости от накопленного опыта Умеет создавать простейшие математические модели систем и процессов и использовать их в научной и познавательной деятельности, обосновывать применение методов вычислительной математики в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере.	уметь применять информационно правовые аспекты в области профессиональной деятельности и уметь их применять В целом успешное, но не систематическое умение самостоятельно приобретать новые знания и критически переосмысливать накопленный опыт Испытывает трудности при создании математических моделей систем и процессов и использовании их в научной и познавательной деятельности, обосновании и применении методов вычислительной математики в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере	уметь применять информационно правовые аспекты в области профессиональной деятельности, иметь стремление к достижению поставленной цели в области профессиональной деятельности В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение самостоятельно приобретать новые знания и критически переосмысливать накопленный опыт Испытывает трудности при применении навыков создания математических моделей систем и процессов и использовании их в научной и познавательной деятельности, обосновании и применении методов вычислительной математики в науч-	уметь применять необходимые для достижения профессиональных целей законодательные нормативно-правовые акты в области профессиональной деятельности, Сформированное умение самостоятельно приобретать новые знания и критически переосмысливать накопленный опыт Полностью владеет методами создания математических моделей систем и процессов и использовании их в научной и познавательной деятельности, обосновании и применении методов вычислительной математики в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере

			ной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере	
	Владение — целостным представлением о роли прикладной математики и информатики в построении математических моделей различных явлений и процессов Владеет профессиональными навыками создания и использования в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере математических моделей систем и процессов, а также методов вычислительной математики.	Владеет недостаточно представлением о роли прикладной математики и информатики в построении математических моделей различных явлений и процессов Испытывает трудности при применении навыков создания и использования в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере математических моделей систем и процессов, а также методов вычислительной математики	Хорошо владеет представлением о роли прикладной математики и информатики в построении математических моделей различных явлений и процессов Испытывает трудности при применении навыков создания и использования в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере математических моделей систем и процессов, а также методов вычислительной математики	Владеет целостным представлением о роли прикладной математики и информатики в построении математических моделей различных явлений и процессов Полностью владеет навыками создания и использования в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере математических моделей систем и процессов, а также методов вычислительной математики

Приложение Г (обязательное)
Карта учебно-методического обеспечения
Учебного модуля «**Параллельные компьютерные технологии, прикладные аспекты компьютерных наук**»

Направление 01.03.62 Прикладная математика и информатика

Формы обучения очная Курс 4 Семестр 7

Часов: всего 216, лекций 36, практ. зан. 36, лаб. раб. 36, СРС 108

Обеспечивающая кафедра Прикладной математики и информатики

Таблица Г.1- Обеспечение учебного модуля учебными изданиями

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библи. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
1. Гергель В. П. Теория и практика параллельных вычислений : учеб. пособие / В. П. Гергель. - М. : Интернет-Университет Информ. Технологий : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007, 2013. - 423 с.	13	
2. Барский А. Б. Параллельные информационные технологии : учеб. пособие. - М. : Интернет-Университет Информ. Технологий : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. - 502с.	12	
Учебно-методические издания		
1. Рабочая программа модуля с приложениями «Параллельные компьютерные технологии, прикладные аспекты компьютерных наук» /Авт.-сост. В.А. Едемский, С.В. Гарбарь; НовГУ. – В. Новгород, 2017. – 19 с.		

Таблица Г.2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
Среда разработки Microsoft Visual Studio 2010		

Таблица Г.3 – Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библи. НовГУ	Наличие в ЭБС
Лупин С.А. Технологии параллельного программирования : учеб. пособие для вузов. - М. : Форум-Инфра-М, 2008. – 204 с.	2	
Макконелл Дж. Анализ алгоритмов : Вводный курс / Пер.с англ.С.К.Ландо. - М. : Техносфера, 2002. – 302 с.	3	

Действительно для учебного года _____ / _____

Зав. кафедрой _____ А. В. Колногоров

_____ 20 г.

Действительно для учебного года _____ / _____

Зав. кафедрой _____ А. В. Колногоров

_____ 20 г.

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ:

должность
шифровка

подпись

рас-