

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра параллельных вычислительных технологий

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФПМИ
д.т.н. Тимофеев В. С.
“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Архитектура современных электронно-вычислительных машин

Образовательная программа: 01.04.02 Прикладная математика и информатика, магистерская программа: Математическое моделирование детерминированных и стохастических процессов

Курс: 1 2, семестры : 1 2 3

Факультет прикладной математики и информатики,

№	Вид деятельности	Семестр		
		1	2	3
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	6	5	5
2	Всего часов	216	180	180
3	Всего занятий в контактной форме, час.	64	57	49
4	Лекции, час.	16	14	12
5	Практические занятия, час.	0	0	0
6	Лабораторные занятия, час.	32	28	24
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	13	7	6
8	Аттестация, час.	2	2	2
9	Консультации, час.	14	13	11
10	Самостоятельная работа, час.	152	123	131
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	КП	КП	КП
12	Вид аттестации	Э	Э	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 01.04.02 Прикладная математика и информатика

ФГОС введен в действие приказом №911 от 28.08.2015 г. , дата утверждения: 23.09.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ПВТ, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета прикладной математики и информатики, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Маркова В. П.

Заведующий кафедрой:

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Соловейчик Ю. Г.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОК.2 готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения; в части следующих результатов обучения:	
у2. уметь решать нестандартные научные и практические задачи, связанные с профессиональной деятельностью	
Компетенция ФГОС: ОК.3 готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала; в части следующих результатов обучения:	
з1. знать сферу для самореализации в области прикладной математики и информатики	
у2. уметь видеть источники для саморазвития в области прикладной математики и информатики	
Компетенция ФГОС: ОПК.4 способность использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики; в части следующих результатов обучения:	
з1. обладать углубленными знаниями в области профессиональной деятельности	
Компетенция ФГОС: ПК.2 способность разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач; в части следующих результатов обучения:	
у2. уметь адаптировать математические модели к решаемой научной проблеме или задаче	
Компетенция ФГОС: ПК.3 способность разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности; в части следующих результатов обучения:	
у1. уметь разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение, ориентированное на использование методов прикладной математики и информатики, для решения задач научной и прикладной направленности	
Компетенция НГТУ: ПК.14.В/ППТ способность разрабатывать и анализировать модели высокотехнологичных технических устройств и наукоемких технологий; в части следующих результатов обучения:	
у1. уметь разрабатывать эффективные программные реализации для математического моделирования в области профессиональной деятельности	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Архитектура современных электронно-вычислительных машин</i>	
ОК.2.у2 уметь решать нестандартные научные и практические задачи, связанные с профессиональной деятельностью	
1. О моделях вычислений.	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.4.з1 обладать углубленными знаниями в области профессиональной деятельности	
2. О тенденциях развития современных ЭВМ и ВС.	Лекции; Самостоятельная работа
ОК.3.з1 знать сферу для самореализации в области прикладной математики и информатики	
3. О состоянии дел на рынке современных компьютеров (список TOP500).	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.2.у2 уметь адаптировать математические модели к решаемой научной проблеме или задаче	
4. О моделях параллельно-последовательного программирования.	Лекции; Самостоятельная работа
5. Уровни параллелизма, используемые в организации современных компьютеров.	Самостоятельная работа
ОК.3.у2 уметь видеть источники для саморазвития в области прикладной математики и информатики	

6. Принципы организации архитектур с параллелизмом на уровне команд: суперскалярные микропроцессоры и микропроцессоры с явным параллелизмом (EPIC).	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.14.В/ППТ.у1 уметь разрабатывать эффективные программные реализации для математического моделирования в области профессиональной деятельности	
7. Возможности архитектур данного класса при решении задач численного моделирования.	Самостоятельная работа
ПК.3.у1 уметь разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение, ориентированное на использование методов прикладной математики и информатики, для решения задач научной и прикладной направленности	
8. Принципы организации архитектур с параллелизмом на уровне данных: матричные, векторные, систолические и волновые процессоры.	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.14.В/ППТ.у1 уметь разрабатывать эффективные программные реализации для математического моделирования в области профессиональной деятельности	
9. SIMD-расширения в современных компьютерах.	Лекции; Самостоятельная работа
ОК.2.у2 уметь решать нестандартные научные и практические задачи, связанные с профессиональной деятельностью	
10. Варианты реализации многопоточности. Ее влияние на производительность микропроцессора.	Самостоятельная работа
ПК.14.В/ППТ.у1 уметь разрабатывать эффективные программные реализации для математического моделирования в области профессиональной деятельности	
11. Организацию современных спецпроцессоров, например, графические ускорители и процессоры архитектуры Cell B.E.	Самостоятельная работа
ОПК.4.31 обладать углубленными знаниями в области профессиональной деятельности	
12. Принципы организации архитектур на уровне процессов (параллельные компьютеры). Классификацию параллельных компьютеров (компьютеры с разделяемой памятью (UMA, NUMA, cc-NUMA) (мультипроцессоры)). Компьютеры с распределенной памятью (мультикомпьютеры). Основные компоненты ВС. Современные реализации мультипроцессоров и мультикомпьютеров и кластеров.	Самостоятельная работа
ПК.14.В/ППТ.у1 уметь разрабатывать эффективные программные реализации для математического моделирования в области профессиональной деятельности	
13. Определение производительности компьютера на заданном классе задач.	Лекции; Самостоятельная работа
ОК.3.у2 уметь видеть источники для саморазвития в области прикладной математики и информатики	
14. Использовать документацию по архитектуре и средствам программирования заданного параллельного компьютера, специализированного вычислителя.	Самостоятельная работа
ОК.2.у2 уметь решать нестандартные научные и практические задачи, связанные с профессиональной деятельностью	
15. Организацию сетей связи в параллельных компьютерах.	Самостоятельная работа
16. Использовать библиотеки для современных мультипроцессоров, мультикомпьютеров и специализированных вычислителей.	Самостоятельная работа
17. Выбрать компьютер или спец. вычислитель под заданный класс задач.	Самостоятельная работа
ОК.3.у2 уметь видеть источники для саморазвития в области прикладной математики и информатики	
18. Написания и оптимизации программ для параллельных компьютеров и специализированных вычислителей, которые доступны студенту в ИВМ и МГ СО РАН. Определение производительности компьютера и спец. вычислителя на заданном классе задач.	Лекции; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Уровни параллелизма.				
1. Понятие последовательного и параллельного исполнения. Уровни параллелизма. Уточненная классификация Флинна.	1	2	1, 4, 9	
Дидактическая единица: Иерархическая организация памяти. Динамическое исполнение команд (способ выявления параллелизма, предсказание переходов, переименование регистров, спекулятивное выполнение, выполнение вне порядка).				
2. Классификация архитектур с параллелизмом на уровне команд. Архитектура суперскалярных процессоров. Динамическое исполнение команд. Основные блоки суперскалярных процессоров. Примеры суперскалярных процессоров. Особенности иерархии памяти. Оптимизация кода для суперскалярных микропроцессоров.	3	8	3	
Дидактическая единица: Иерархическая организация памяти. Связки Динамическое исполнение команд (способ выявления параллелизма, спекуляция по коду и данным, предикатное исполнение команд, регистровый стек, программная конвейеризация циклов, ветвление).				
3. Архитектура EPIC-процессоров (с явным параллелизмом на уровне команд). Особенности работы EPIC-процессора. Микропроцессор Itanium 2. Сравнение способов выявления скрытого параллелизма в микропроцессорах обоих классов. Особенности иерархии памяти. Средства оптимизации кода для суперскалярных микропроцессоров. Перспективы данного класса архитектур.	2	6	2, 6	
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Векторизация вычислений.				

4. Классификация архитектуры с параллелизмом на уровне данных : Векторно-конвейерные, SIMD-расширения, матричные, ассоциативные, систолические. Архитектура векторных процессоров. Векторизация вычислений. Примеры архитектур (Cray XT5 Quad Core, NEC SX-9). SIMD-расширения микропроцессоров (SSE, MX, 3DNow, AltiVec, MAX). Общие принципы ассоциативной обработки информации. Отображение графа алгоритма на систолические и матричные процессоры.	2	4	8	
Дидактическая единица: Поток, средства синхронизации. Базовые средства программирования OpenMP.				
5. Понятие многопоточности. Средства синхронизации потоков. Варианты реализации многопоточности. Архитектуры с аппаратной поддержкой многопоточности (HyperThreading, SMT). Сравнительный анализ многопоточности в современных микропроцессорах (POWER5, UltraSPARC T2, Core 2).	2	4		
Дидактическая единица: Специализация вычислительных устройств. Специализация памяти. Средства программирования: Cell Superscalar, NVIDIA CUDA, OpenCL.				
6. Обзор современных спецвычислителей. Архитектура графических ускорителей NVIDIA, ATI и процессора Cell Broadband Engine. Особенности иерархии памяти и виды параллелизма. Средства программирования и оптимизации программ для графических ускорителей и процессора Cell Broadband Engine.	3	6	3, 9	
Семестр: 3				
Дидактическая единица: Разделяемая память. Типы доступа к разделяемой памяти. Динамические сети Протокол кэш-когерентности. Коммуникационные среды. OpenMP.				

7. Классификация архитектур с параллелизмом на уровне процессов. Архитектуры с общей (разделяемой) памятью (UMA, NUMA, cc-NUMA, COMA). Динамические сети. Поддержка когерентности кэш-памяти. Коммуникационные среды (SCI, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, NUMalink), особенности их использования. Программное обеспечение. Примеры современных мультимикропроцессоров.	2	4	2	
Дидактическая единица: Распределенная память. Статические сети. Коммуникационные среды. MPI. MPI+OpenMP.				
8. Архитектуры с распределенной памятью. Организация доступа к памяти. Статические сети. Коммуникационные среды (Myrinet, SCI, Ethernet, Quadrics QsNet, Infiniband), особенности их использования. Маршрутизаторы. Программное обеспечение. Примеры современных мультимикропроцессоров.	2	4		
Дидактическая единица: Топология сети. Коммуникационные среды. MPI. MPI+OpenMP.				
9. Кластеры. Организация памяти. Структура узла. Сети связи. Сравнительный анализ коммуникационных сред. Программное обеспечение. Примеры современных кластеров.	1	2		
Дидактическая единица: Оценки производительности (flops). Список TOP500.				
10. Оценки производительности. Тенденции развития параллельных компьютеров. Анализ последней редакции списка TOP 500.	1	2	13, 18	

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
Дидактическая единица: Иерархическая организация памяти. Динамическое исполнение команд (способ выявления параллелизма, предсказание переходов, переименование регистров, спекулятивное выполнение, выполнение вне порядка).				

1. Исследование влияния параметров иерархии памяти на время исполнения программы.	3	8		1. Магистранты исследуют влияние параметров иерархии памяти на время выполнения программ (из перечисленных ниже вариантов задач) для различных микропроцессоров. 2. По результатам тестирования формулируются рекомендации для эффективного программирования.
Дидактическая единица: Средства программирования и оптимизации программ для архитектурах с параллелизмом на уровне команд.				
2. Изучение общих принципов оптимизации программ на архитектурах с параллелизмом на уровне команд в суперцентре ИВМ и МГ и НГУ.	3	8		1. Магистранты изучают доступные архитектуры микро-процессоров с параллелизмом на уровне команд. 2. Выявляют области применения суперскалярных микропроцессоров и ЕРІС-процессоров исходя из их архитектурных особенностей. 3. Изучают средства программирования и оптимизации микро-процессоров данного класса.
3. Разработка рекомендаций для эффективного программирования доступных суперскалярных микропро-цессоров и ЕРІС-процессоров.	1	4		Магистранты по результатам тестирования программ формулируют рекомендации по эффективному программированию.
Дидактическая единица: Средства программирования и оптимизации суперскалярных процессоров и ЕРІС-процессоров.				
4. Построение эффективных программ алгоритмов численного моделирования на архитектурах с параллелизмом на уровне команд.	0	12		1. Магистранты на основании разработанных рекомендаций пишут программы для алгоритмов численного моделирования. 2. Сравнивают временную сложность реализации программ алгоритмов (список алгоритмов прилагается) на разных архитектурах данного класса.
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Векторизация вычислений.				

5. Векторизация вычислений с использованием векторных расширений SSE, MMX, 3DNow!, Altivec.	0	4	1. Магистранты исследуют влияние векторных расширений (SSE, MMX, 3DNow!, Altivec) на время выполнения программ на примере задач из перечисленных ниже вариантов задач. 2. По результатам тестирования формулируются рекомендации для эффективного программирования микропроцессоров с векторными расширениями.
Дидактическая единица: Поток, средства синхронизации. Базовые средства программирования OpenMP.			
6. Изучение архитектур современных многоядерных процессоров.	0	4	1. Изучение и сравнение архитектуры многоядерных процессоров и их средств программирования. 2. Разработка программы алгоритмов численного моделирования, анализ временной сложности реализации.
Дидактическая единица: Специализация вычислительных устройств. Специализация памяти. Средства программирования: Cell Superscalar, NVIDIA CUDA, OpenCL.			
7. Изучение архитектуры и программного обеспечения процессора NVIDIA и ATI в ИВМиМГ.	0	4	1. Магистранты изучают архитектуры графических ускорителей NVIDIA и ATI. 2. Магистранты изучают средства программирования графических ускорителей: CUDA, Brook+, OpenCL. 3. Магистранты выявляют преимущества и недостатки архитектуры графических ускорителей по сравнению с архитектурой процессоров общего назначения.

8. Построение и отладка программ численного моделирования на графических ускорителях и разработка рекомендаций для их эффективного программирования	0	8	1. Магистранты реализуют 4 из 8 вариантов заданий на графическом ускорителе при следующих условиях: - Количество невыровненных обращений в глобальную и разделяемую памяти свести к минимуму. - Передачи данных выполнять на фоне вычислений. 2. По результатам моделирования магистранты определяют, какие классы задач на графических картах реализуются эффективно (неэффективно) по сравнению процессорами общего назначения.
9. Изучение архитектуры и программного обеспечения процессора Cell Broadband Engine в ИВМиМГ.	0	2	1. Магистранты изучают архитектуру процессора Cell BE. 2. Магистранты изучают средства программирования процессора Cell Superscalar и библиотеки SDK. 3. Магистранты выявляют преимущества и недостатки архитектуры Cell BE по сравнению с архитектурой процессоров общего назначения.
10. Построение и отладка программ численного моделирования на процессоре Cell BE и разработка рекомендаций для их эффективного программирования.	0	6	1. Магистранты реализуют 4 из 8 вариантов заданий на процессоре Cell BE при следующих условиях: - Количество невыровненных обращений в глобальную и разделяемую памяти свести к минимуму. - Передачи данных выполнять на фоне вычислений. 2. По результатам моделирования магистранты определяют, какие классы задач на процессоре Cell BE реализуются эффективно (неэффективно) . 3. По результатам моделирования магистранты определяют, какие классы задач численного моделирования на процессоре Cell BE реализуются эффективнее по сравнению с графическими картами.
Семестр: 3			
Дидактическая единица: Базовые средства программирования архитектур с параллелизмом на уровне потоков и процессов.			

11. Разработка рекомендаций для эффективного программирования мультипроцессоров и мультикомпьютеров суперцентра ИВМ и МГ и НГУ.	0	6	1. На известных тестах магистранты с использованием различных опций компиляторов определяют производительность доступных мультипроцессоров и мультикомпьютеров. 2. Магистранты определяют преимущества и недостатки общей памяти по сравнению с распределенной памятью. 3. По результатам тестирования магистранты формулируют рекомендации по эффективному программированию.
12. Построение эффективных программ алгоритмов численного моделирования на мультикомпьютерах.	0	18	1. На основании разработанных рекомендаций магистранты пишут программы задач численного моделирования для доступных мультипроцессоров. 2. Магистранты определяют и анализируют временную сложность реализации параллельных программ на мультикомпьютерах с разной топологией сети связи.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	Курсовой проект	13, 7	72	5
: Эффективное программирование современных микропроцессоров : учебное пособие / [В. П. Маркова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 147, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000190282				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 6, 7	52	2
: Эффективное программирование современных микропроцессоров : учебное пособие / [В. П. Маркова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 147, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000190282				
3	Дополнительная учебная деятельность	1, 5, 6, 7	0	0
: Эффективное программирование современных микропроцессоров : учебное пособие / [В. П. Маркова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 147, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000190282				
4	Подготовка к аттестации	1, 4, 5, 6, 7	28	7
: Эффективное программирование современных микропроцессоров : учебное пособие / [В. П. Маркова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 147, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000190282				
Семестр: 2				
1	Курсовой проект	10, 11, 14, 16, 18, 9	60	8

: Эффективное программирование современных микропроцессоров : учебное пособие / [В. П. Маркова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 147, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000190282				
2	Подготовка к занятиям	10, 11, 12, 4, 5, 7, 8, 9	52	0
: Эффективное программирование современных микропроцессоров : учебное пособие / [В. П. Маркова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 147, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000190282				
3	Дополнительная учебная деятельность	10, 11, 12, 14, 5, 9	0	0
: Эффективное программирование современных микропроцессоров : учебное пособие / [В. П. Маркова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 147, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000190282				
4	Подготовка к аттестации	10, 11, 12, 4, 5, 8, 9	11	5
: Эффективное программирование современных микропроцессоров : учебное пособие / [В. П. Маркова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 147, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000190282				
Семестр: 3				
1	Курсовой проект	12, 14, 15, 16, 17, 18, 7, 8	72	5
: Эффективное программирование современных микропроцессоров : учебное пособие / [В. П. Маркова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 147, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000190282				
2	Подготовка к занятиям	12, 13, 2, 3, 4, 5, 7, 8	40	0
: Эффективное программирование современных микропроцессоров : учебное пособие / [В. П. Маркова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 147, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000190282				
3	Дополнительная учебная деятельность	13, 14, 15, 17, 18, 4	0	0
: Эффективное программирование современных микропроцессоров : учебное пособие / [В. П. Маркова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 147, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000190282				
4	Подготовка к аттестации	13, 14, 15, 4, 5, 8	19	6
: Эффективное программирование современных микропроцессоров : учебное пособие / [В. П. Маркова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 147, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000190282				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Личный типовой сайт
Консультирование	e-mail; Чат
Контроль	e-mail
Размещение учебных материалов	e-mail; Личный типовой сайт; ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Дискуссия	ОК.3; ПК.14.В/ППТ ПК.3;
Формируемые умения: у1. уметь разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение, ориентированное на использование методов прикладной математики и информатики, для решения задач научной и прикладной направленности; у1. уметь разрабатывать эффективные программные реализации для математического моделирования в области профессиональной деятельности; у2. уметь видеть источники для саморазвития в области прикладной математики и информатики		
Краткое описание применения:		
Подробная информация об использовании технологии приводится в приложении №1 "Эффективное программирование современных микропроцессоров : учебное пособие / [В. П. Маркова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 147, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000190282 "		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 1		
<i>Лабораторная №1:</i> Исследование влияния параметров иерархии памяти на время исполнения программы.	3	6
<i>Лабораторная №2:</i> Изучение общих принципов оптимизации программ на архитектурах с параллелизмом на уровне команд в суперцентре ИВМ и МГ и НГУ.	3	6
<i>Лабораторная №3:</i> Разработка рекомендаций для эффективного програм-мирования доступных суперскалярных микропро-цессоров и EPIC - процессо-ров.	3	6
<i>Лабораторная №4:</i> Построение эффективных программ алгоритмов численного моделирования на архитектурах с параллелизмом на уровне команд.	3	6
<i>Курсовой проект:</i>	0	36
<i>Экзамен:</i>	0	40
Семестр: 2		
<i>Лабораторная №1:</i> Векторизация вычислений с использованием векторных расширений SSE, MMX, 3DNow!, AltiVec.	2	4
<i>Лабораторная №2:</i> Изучение архитектур современных многоядерных процессоров.	2	4
<i>Лабораторная №4:</i> Изучение архитектуры и программного обеспечения процессора NVIDIA и ATI в ИВМ и МГ.	2	4

Лабораторная №5: Построение и отладка программ численного моделирования на графических ускорителях и разработка рекомендаций для их эффективного программирования	2	4
Лабораторная №6: Изучение архитектуры и программного обеспечения процессора Cell Broadband Engine в ИВМиМГ.	2	4
Лабораторная №6: Построение и отладка программ численного моделирования на процессоре Cell BE и разработка рекомендаций для их эффективного программирования.	2	4
Курсовой проект:	0	36
Экзамен:	0	40
Семестр: 3		
Лабораторная №1: Разработка рекомендаций для эффективного программирования мультипроцессоров и мультимониторных суперкомпьютеров ИВМ и МГ и НГУ.	6	12
Лабораторная №1: Построение эффективных программ алгоритмов численного моделирования на мультимониторных.	6	12
Курсовой проект:	0	36
Экзамен:	0	40

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита ЛР	Защита КП/КР	Экзамен
ОК.2	у2. уметь решать нестандартные научные и практические задачи, связанные с профессиональной деятельностью	+	+	+
ОК.3	з1. знать сферу для самореализации в области прикладной математики и информатики			+
	у2. уметь видеть источники для саморазвития в области прикладной математики и информатики	+	+	+
ОПК.4	з1. обладать углубленными знаниями в области профессиональной деятельности			+
ПК.2	у2. уметь адаптировать математические модели к решаемой научной проблеме или задаче			+
ПК.3	у1. уметь разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение, ориентированное на использование методов прикладной математики и информатики, для решения задач научной и прикладной направленности			+
	ПК.14.В/ППТ у1. уметь разрабатывать эффективные программные реализации для математического моделирования в области профессиональной деятельности	+	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Орлов С. А. Организация ЭВМ и систем : [учебник для вузов] / С. А. Орлов, Б. Я. Цилькер. - СПб. [и др.], 2011. - 686 с. : ил., табл.
2. Хорошевский В. Г. Архитектура вычислительных систем : [учебное пособие для вузов по направлению "Информатика и вычислительная техника"] / В. Г. Хорошевский. - М., 2008. - 519 с. : ил., табл.
3. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель GUDA : [учебное пособие для вузов по направлениям ВПО 010400 "Прикладная математика и информатика" и 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" / А. В. Боресков и др.] ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова ; [Суперкомпьютерный консорциум ун-тов России]. - Москва, 2012. - 332, [1] с. : ил., табл.
4. Новожилов О. П. Архитектура ЭВМ и систем : учебное пособие для бакалавров / О. П. Новожилов. - Москва, 2012. - 527 с. : ил., табл.
5. Жмакин А. П. Архитектура ЭВМ : [учебное пособие] / Анатолий Жмакин. - Санкт-Петербург, 2010. - 344 с. : ил., табл. + 1 CD-ROM. - На обл. в подзаг.: Функциональная организация ЭВМ, машинная арифметика и синтез устройств, программные модели АЛУ, архитектура микропроцессорных систем, программная модель учебной ЭВМ, лабораторный практикум и курсовое проектирование.
6. Матушкин Г. Г. Архитектура компьютера [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. Г. Матушкин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000166425. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература

1. Воеводин В. В. Параллельные вычисления : [учебник для вузов по направлению 510200 "Прикладная математика и информатика"] / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин. - СПб., 2004. - 599 с. : ил.
2. Корнеев В. В. Современные микропроцессоры / Виктор Корнеев, Андрей Киселев. - СПб., 2003. - 440 с. : ил.
3. Олифер В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учебное пособие для вузов / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. - СПб. [и др.], 2007. - 957 с. : ил.
4. Таненбаум Э. С. Архитектура компьютера : [перевод] / Э. Таненбаум. - СПб., 2006. - 698 с. : ил.
5. Корнеев В. В. Вычислительные системы / В. В. Корнеев. - М., 2004. - 510, [1] с. : ил.
6. Касперски К. Техника оптимизации программ. Эффективное использование памяти / Крис Касперски. - СПб., 2003. - 455, [1] с. : ил. + 1 CD-ROM.
7. Малышкин В. Э. Параллельное программирование мультимикропроцессоров : [учебник] / В. Э. Малышкин, В. Д. Корнеев. - Новосибирск, 2006. - 295 с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000061651

Интернет-ресурсы

1. Software optimization resources [Electronic resource]. - 2015. - Mode of access: <http://www.agner.org/optimize/>. - Title from screen.
2. OpenCL Overview [Electronic resource] // The Khronos. - The Khronos Group Inc., 2017. - Mode of access: <https://www.khronos.org/opencl/>. - Title from screen.
3. My First FPGA Design Tutorial [Electronic resource]. - Altera Corporation, 2008. - Mode of access: https://www.altera.com/en_US/pdfs/literature/tt/tt_my_first_fpga.pdf. - Title from screen.
4. Accelerating Compute-Intensive Applications with GPUs and FPGAs [Electronic resource] / S. Che, J. Li, J. W. Sheaffer, K. Skadron, J. Lach // Symposium on Application Specific Processors. - 2008. - P. 101-107. - Mode of access: http://www.cs.virginia.edu/~skadron/Papers/che_sasp08.pdf. - Title from screen.
5. Cell Broadband Engine Architecture and its first implementation [Electronic resource] : performance view / T. Chen, R. Raghavan, J. Dale, E. Iwata // DeveloperWorks. - 2005. - Mode of access: <https://www.ibm.com/developerworks/library/pa-cellperf/>. - Title from screen.

6. Programming the Cell Broadband Engine. Examples and Best Practices [Electronic resource] / A. Arevalo, R. M. Matinata, M. Pandian, E. Peri, et al. - International Business Machines Corporation, 2007. - 656 p. - Mode of access: <http://www3.cs.fau.de/Lehre/MultiPro/Modul/ibmcbea.pdf>. - Title from screen.
7. A Taxonomy of Reconfigurable Single-/Multiprocessor Systems-on-Chip [Electronic resource] / D. Göhringer, T. Perschke, M. Hebner, J. Becker // International Journal of Reconfigurable computing. - 2009. - Vol. 2009. - Art. 395018-1-395018-11. - Mode of access: <https://www.hindawi.com/journals/ijrc/2009/395018/>. - Title from screen.
8. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
9. Barney B. POSIX threads programming [Electronic resource] / B. Barney. - POSIX threads programming, 2015. - Mode of access: <https://computing.llnl.gov/tutorials/pthreads/>. - Title from screen.
10. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
11. Hansen P. B. The invention of concurrent programming [Electronic resource] / P. B Hansen // The origin of concurrent programming: from semaphores to remote procedure calls. – New York : Springer-Verlag, 2002. – P. 3–61. - Mode of access: <http://www.brinch-hansen.net/papers/2002b.pdf>. - Title from screen.
12. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
13. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
14. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Эффективное программирование современных микропроцессоров : учебное пособие / [В. П. Маркова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2014. - 147, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000190282

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 MPICH-2.0
- 2 GCC

9. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	для сопровождения лекций

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра параллельных вычислительных технологий

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФПМИ
д.т.н., доцент В.С. Тимофеев
“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Архитектура современных электронно-вычислительных машин

Образовательная программа: 01.04.02 Прикладная математика и информатика, магистерская
программа: Математическое моделирование детерминированных и стохастических процессов

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине **Архитектура современных электронно-вычислительных машин** приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОК.2 готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения	у2. уметь решать нестандартные научные и практические задачи, связанные с профессиональной деятельностью	Понятие последовательного и параллельного исполнения. Уровни параллелизма. Уточненная классификация Флинна.	Курсовой проект семестра 1, все разделы.	Экзамен семестра 1, вопросы 1, 4-11, экзамен семестра 2 вопросы 1-3, экзамен семестра 3, вопрос 5.
ОК.3 готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	з1. знать сферу для самореализации в области прикладной математики и информатики	Классификация архитектур с параллелизмом на уровне команд Архитектура суперскалярных процессоров. Динамическое исполнение команд. Основные блоки суперскалярных процессоров. Примеры суперскалярных процессоров. Особенности иерархии памяти. Оптимизация кода для суперскалярных микропроцессоров. Обзор современных спецвычислителей. Архитектура графических ускорителей NVIDIA, ATI и процессора Cell Broadband Engine. Особенности иерархии памяти и виды параллелизма. Средства программирования и оптимизации программ для графических ускорителей и процессора Cell Broadband Engine.	Курсовой проект семестра 1, все разделы.	Экзамен семестра 1, вопросы 8-9, экзамен семестра 3, вопросы 3-12
ОК.3	у2. уметь видеть источники для саморазвития в области прикладной математики и информатики	Архитектура EPIC-процессоров (с явным параллелизмом на уровне команд). Особенности работы EPIC-процессора. Микропроцессор Itanium 2. Сравнение способов выявления скрытого параллелизма в микропроцессорах обоих классов. Особенности иерархии памяти. Средства оптимизации кода для суперскалярных микропроцессоров. Перспективы данного класса архитектур. Оценки производительности. Тенденции развития	Курсовой проект семестра 1, все разделы.	Экзамен семестра 1, вопросы 10-11, экзамен семестра 3, вопросы 9-10.

		параллельных компьютеров. Анализ последней редакции списка TOP 500.		
ОПК.4 способность использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики	з1. обладать углубленными знаниями в области профессиональной деятельности	Архитектура EPIC-процессоров (с явным параллелизмом на уровне команд). Особенности работы EPIC-процессора. Микропроцессор Itanium 2. Сравнение способов выявления скрытого параллелизма в микропроцессорах обоих классов. Особенности иерархии памяти. Средства оптимизация кода для суперскалярных микропроцессоров. Перспективы данного класса архитектур. Классификация архитектур с параллелизмом на уровне процессов. Архитектуры с общей (разделяемой) памятью (UMA, NUMA, cc-NUMA, COMA). Динамические сети. Поддержка когерентности кэш-памяти. Коммуникационные среды (SCI, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, NUMalink), особенности их использования. Программное обеспечение. Примеры современных мультимикропроцессоров.	Курсовой проект семестра 1, все разделы. Курсовой проект семестра 3, все разделы.	Экзамен семестра 1, вопросы 9-11, экзамен семестра 2, вопросы 4-14.
ПК.14.В/ППТ способность разрабатывать и анализировать модели высокотехнологичных технических устройств и наукоемких технологий	у1. уметь разрабатывать эффективные программные реализации для математического моделирования в области профессиональной деятельности	Обзор современных спецвычислителей. Архитектура графических ускорителей NVIDIA, ATI и процессора Cell Broadband Engine. Особенности иерархии памяти и виды параллелизма. Средства программирования и оптимизации программ для графических ускорителей и процессора Cell Broadband Engine. Оценки производительности. Тенденции развития параллельных компьютеров. Анализ последней редакции списка TOP 500. Понятие последовательного и параллельного исполнения. Уровни параллелизма. Уточненная классификация Флинна.	Курсовой проект семестра 2, все разделы.	Экзамен семестра 1, вопросы 7-8, 12, экзамен семестра 3, вопросы 1-12.
ПК.2/НИ способность разрабатывать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и	у2. уметь адаптировать математические модели к решаемой научной проблеме или задаче	Понятие последовательного и параллельного исполнения. Уровни параллелизма. Уточненная классификация Флинна.	Курсовой проект семестра 1, все разделы. Курсовой проект семестра 3, все разделы.	Экзамен семестра 1, вопросы 1, 4-11, экзамен семестра 2, вопросы 1-3, экзамен семестра 3, вопрос 9.

задач				
ПК.3/ППТ способность разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно- технологической деятельности	у1. уметь разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение, ориентированное на использование методов прикладной математики и информатики, для решения задач научной и прикладной направленности	Классификация архитектуры с параллелизмом на уровне данных : Векторно- конвейерные, SIMD- расширения, матричные, ассоциативные, систолические. Архитектура векторных процессоров. Векторизация вычислений. Примеры архитектур (Cray XT5 Quad Core, NEC SX-9). SIMD-расширения микропроцессоров (SSE, MX, 3DNow, Altivec, MAX). Общие принципы ассоциативной обработки информации. Отображение графа алгоритма на систолические и матричные процессоры.	Курсовой проект семестра 2, все разделы. Курсовой проект семестра 3, все разделы.	Экзамен семестра 1, вопросы 12-15, экзамен семестра 3, вопросы 13-14.

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 1 семестре - в форме экзамена, в 2 семестре - в форме экзамена, в 3 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОК.2, ОК.3, ОПК.4, ПК.14.В/ППТ, ПК.2/НИ, ПК.3/ППТ. Из времени на самостоятельную работу на подготовку к промежуточной аттестации выделяется 28 часов в первом семестре, 11 часов во втором семестре и 19 часов в третьем семестре.

Экзамены проводятся в устной форме, по билетам, составленным из вопросов, приведенных в паспортах экзаменов, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 1 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются курсовой проект. Требования к выполнению курсового проекта, состав и правила оценки сформулированы в паспорте курсового проекта.

В 2 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются курсовой проект. Требования к выполнению курсового проекта, состав и правила оценки сформулированы в паспорте курсового проекта.

В 3 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются курсовой проект. Требования к выполнению курсового проекта, состав и правила оценки сформулированы в паспорте курсового проекта.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОК.2, ОК.3, ОПК.4, ПК.14.В/ППТ, ПК.2/НИ, ПК.3/ППТ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно,

большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Архитектура современных электронно-вычислительных машин», 1
семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-8, второй вопрос из диапазона вопросов 9-16 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФПМИ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Архитектура современных электронно-вычислительных
машин»

1. Архитектура с сокращенным набором команд (RISC). Основные характеристики RISC-процессоров. Конвейер RISC-процессоров. Понятие регистрового окна. Оптимизирующий компилятор. Сравнение CISC и RISC архитектур
2. Векторные компьютеры. SIMD-расширения в современных микропроцессорах.

Утверждаю: зав. кафедрой ПВТ _____ профессор, Малышкин В.Э.
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, в ответах на вопросы допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *от 0 до 19 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, в ответах на вопросы допускает не принципиальные ошибки, оценка составляет *от 20 до 30 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику

процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает серьезных ошибок в ответах на вопросы,

оценка составляет от 31 до 34 *баллов*.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок в ответах на вопросы, оценка составляет от 35 до 40 *баллов*.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 20 баллов (из 40 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Архитектура современных электронно-вычислительных машин»

1. Иерархия памяти. Основной принцип построения иерархической памяти. Типичная схема иерархии памяти. Банки памяти. Интерливинг.
2. Кэш-память. Принцип построения кэш-памяти.
3. Виртуальная память
4. Процессор, состав, функционирование. Набор команд. Конвейерная обработка.
5. Причины приостановки конвейера и техника их преодоления.
6. Архитектура с сокращенным набором команд (RISC). Основные характеристики RISC-процессоров. Конвейер RISC-процессоров. Понятие регистрового окна. Оптимизирующий компилятор. Сравнение CISC и RISC архитектур.
7. Понятие последовательного и параллельного исполнения. Уровни параллелизма. Классификация Флинна. Уточненная классификация.
8. Классификация архитектур с параллелизмом на уровне команд. Архитектура суперскалярных процессоров. Динамическое исполнение команд. Основные блоки суперскалярных процессоров.
9. Примеры суперскалярных процессоров. Оптимизация кода для суперскалярных микропроцессоров.
10. Архитектура EPIC-процессоров (с явным параллелизмом на уровне команд). Особенности работы EPIC-процессора. Микропроцессор Itanium 2.
11. Сравнение способов выявления скрытого параллелизма в микропроцессорах обоих классов.
12. Идея SIMD-расширений. Форматы SIMD-команд. Классификация архитектур с параллелизмом на уровне данных.
13. Векторные компьютеры. SIMD-расширения в современных микропроцессорах.
14. Систолические и волновые процессоры.
15. Ассоциативная обработка данных.
16. Архитектуры ЭВМ, которые ориентированы на языки высокого уровня.

Паспорт курсового проекта

по дисциплине «Архитектура современных электронно-вычислительных машин», 1
семестр

1. Методика оценки.

В ходе выполнения курсового проекта магистрант для выбранного варианта компьютера выполняет следующее.

1. *Изучает* литературу по описанию процессора и подсистемы памяти для компьютера с заданной архитектурой и готовит аналитический обзор.
2. *Разрабатывает* базовую программу некоторого алгоритма численного моделирования.
3. *Разрабатывает оптимизированные версии программы, используя* известные способы оптимизации размера кода и времени исполнения программы.
4. *Определяет и сравнивает* время выполнения программ (базовой и оптимизированных) на выбранном компьютере.
5. *Анализирует* полученные результаты.
6. *Формулирует* рекомендации по эффективному программированию.
7. *Составляет* расчетно-пояснительную записку к курсовому проекту.
8. *Готовит* презентацию для защиты курсового проекта.

Объем реферата 12-15 страниц. Реферат содержит следующие разделы:

1. Титульный лист должен состоять из названия университета, кафедры, темы работы, ФИО обучающегося.
2. Содержание проекта.
3. Структура проекта состоит из 3 частей: введения, основной части с выделением глав, параграфов или пунктов, заключения.
4. Список литературы. При использовании статей из Интернета необходимо указывать полный адрес электронной страницы.

Структура реферата включает следующее.

Введение. В нем содержатся аналитический обзор литературы по выбранной классу архитектур или выбранной архитектуры. Автор перечисляет и анализирует средства оптимизации, профилирования и стандартные библиотеки, которыми он будет

пользоваться при написании и отладки программ для выбранной задачи математического моделирования.

Основная часть. В этой части курсового проекта раскрывается основное содержание работы, которое должно быть разделено при необходимости на параграфы или пункты с названиями. Здесь описываются особенности архитектуры компьютера, которые необходимо учитывать при написании программ, способ определения времени работы программы, способы параллельной реализации программ. Программы выбранного алгоритма для различных размеров исходных массивов данных тестируются и для них определяются временные характеристики. На основе экспериментальных данных формулируются рекомендации по эффективному программированию на выбранной архитектуре компьютера.

Заключение. Оно должно содержать результаты анализа проведенного исследования итоги, к которым приходит автор курсового проекта. Заключение является очень важным этапом работы, так как здесь магистрант формулирует личный опыт по использованию выбранного класса архитектуры для решения данной задачи.

Курсовой проект магистранты защищают на семинаре кафедры. Ниже идет список лабораторных работ с методическими указаниями.

На оценку работы влияет соответствие реализованного набора функций исходному описанию задачи, качество построенной реализации (в первую очередь надежность и эффективность), полнота собранной статистики времени выполнения, а также качество оформления полученных результатов в виде отчета по курсовой работе.

2. Критерии оценки.

- Работа считается **не выполненной**, если отсутствует работающая реализация задачи по выбранной теме, оценка составляет от 0 до 17 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если реализация для задачи по выбранной теме написана не полностью и с недочетами, оценка составляет от 18 до 25 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если полностью написана, но не оптимизирована по времени исполнения реализация для задачи по выбранной теме, собрана не вся необходимая статистика, оценка составляет от 26 до 30 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если полностью написана и оптимизирована по времени исполнения реализация для задачи по выбранной теме, собрана вся необходимая статистика, оценка составляет от 31 до 36 баллов.

3. Шкала оценки.

Курсовая работа считается сданной, если выставленные баллы составляют не менее 18

баллов (из 36 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем курсового проекта (работы).

1. Микропроцессоры с архитектурой VLIW/EPIC.
2. Микропроцессоры с архитектурой x86_64.
3. Суперскалярные микропроцессоры
4. Микропроцессоры с архитектурой RISC (ARM, MIPS)
5. Микропроцессоры с архитектурой RISC (PowerPC, UltraSPARC)
6. Микропроцессоры с архитектурой RISC (ZPU, OpenRISC)
7. При желании магистрант может выполнить нестандартное задание, например, связанное с его выпускной работой или изучением и исследованием новой архитектуры компьютера заданного класса.

5. Перечень вопросов к защите курсового проекта (работы).

1. Какие аппаратные способы повышения производительности были реализованы в выбранной архитектуре и какой вклад они внести в повышение производительности в оптимизированной версии программы по сравнению с базовой?
2. Проведите классификацию блоков и механизмов, обеспечивающих повышение производительности для выбранной архитектуры, по уровням и видам параллелизма.
3. В чем сходства и отличия сформулированных способов оптимизации скорости выполнения программного обеспечения для данной архитектуры в сравнении с принципами для других архитектур?
4. Каковы перспективы развития выбранной в работе архитектуры?
5. Каково взаимное влияние выбранной архитектуры и других известных архитектур?
6. Какие узкие места были выявлены в исследуемой архитектуре?

Паспорт экзамена

по дисциплине «Архитектура современных электронно-вычислительных машин», 2
семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-7, второй вопрос из диапазона вопросов 8-14 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФПМИ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Архитектура современных электронно-вычислительных
машин»

1. Компьютеры с разделяемой памятью (SMP) (мультипроцессоры) (NUMA, cc-NUMA, COMA).
2. Проблемы кэш-когерентности. Протоколы. Сравнительный анализ коммуникационных сред (SCI, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Quadrics, Raceway, Infiniband), особенности их использования.

Утверждаю: зав. кафедрой ПВТ _____ профессор, Малышкин В.Э.
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, в ответах на вопросы допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *от 0 до 19 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, в ответах на вопросы допускает не принципиальные ошибки, оценка составляет *от 20 до 30 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при

ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает серьезных ошибок в ответах на вопросы, оценка составляет от 31 до 34 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок в ответах на вопросы, оценка составляет от 35 до 40 баллов.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 20 баллов (из 40 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Архитектура современных электронно-вычислительных машин»

1. Понятие многопоточности. Средства синхронизации потоков. Варианты реализации многопоточности.
2. Архитектуры с аппаратной поддержкой многопоточности (HyperThreading, SMT). Сравнительный анализ многопоточности в современных микропроцессорах (POWER5, UltraSPARC T2, Core 2).
3. Классификация архитектур с параллелизмом на уровне процессов.
4. Компьютеры с разделяемой памятью (SMP) (мультипроцессоры) (NUMA, cc-NUMA, COMA).
5. Структура узла. Программное обеспечение (OpenMP, MPI, POSIX Threads).
6. Компьютеры с распределенной памятью (MPP) (мультикомпьютеры). Примеры современных мультикомпьютеров.
7. Коммуникационные среды. Топология динамических и статических сетей связи.
8. Проблемы кэш-когерентности. Протоколы. Сравнительный анализ коммуникационных сред (SCI, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Quadrics, Raceway, Infiniband), особенности их использования.
9. Кластеры. Определение кластеров. Проектирование кластерных систем. Организация памяти на уровне узла и кластера.
10. Структура узла. Сеть связи в узле. Поддержка кэш-когерентности. Программное обеспечение (MPI, MPI+OpenMP, MPI+ POSIX Threads). Примеры современных кластеров.
11. Оценки производительности современных компьютеров (анализ списка TOP500). Тенденции развития параллельных компьютеров.
12. GRID системы.
13. Распределенные системы. Аппаратное и системное программное обеспечение.
14. Высокоуровневые средства разработки параллельных программ.

Паспорт курсового проекта

по дисциплине «Архитектура современных электронно-вычислительных машин», 2
семестр

1. Методика оценки.

В ходе выполнения курсового проекта магистрант для выбранного варианта компьютера выполняет следующее.

1. *Изучает* литературу по описанию процессора и подсистемы памяти для компьютера с заданной архитектурой и готовит аналитический обзор.
2. *Разрабатывает* базовую программу некоторого алгоритма численного моделирования.
3. *Разрабатывает оптимизированные версии программы, используя* известные способы оптимизации размера кода и времени исполнения программы.
4. *Определяет и сравнивает* время выполнения программ (базовой и оптимизированных) на выбранном компьютере.
5. *Анализирует* полученные результаты.
6. *Формулирует* рекомендации по эффективному программированию.
7. *Составляет* расчетно-пояснительную записку к курсовому проекту.
8. *Готовит* презентацию для защиты курсового проекта.

Объем реферата 12-15 страниц. Реферат содержит следующие разделы:

1. Титульный лист должен состоять из названия университета, кафедры, темы работы, ФИО обучающегося.
2. Содержание проекта.
3. Структура проекта состоит из 3 частей: введения, основной части с выделением глав, параграфов или пунктов, заключения.
4. Список литературы. При использовании статей из Интернета необходимо указывать полный адрес электронной страницы.

Структура реферата включает следующее.

Введение. В нем содержатся аналитический обзор литературы по выбранной классу архитектур или выбранной архитектуры. Автор перечисляет и анализирует средства оптимизации, профилирования и стандартные библиотеки, которыми он будет

пользоваться при написании и отладки программ для выбранной задачи математического моделирования.

Основная часть. В этой части курсового проекта раскрывается основное содержание работы, которое должно быть разделено при необходимости на параграфы или пункты с названиями. Здесь описываются особенности архитектуры компьютера, которые необходимо учитывать при написании программ, способ определения времени работы программы, способы параллельной реализации программ. Программы выбранного алгоритма для различных размеров исходных массивов данных тестируются и для них определяются временные характеристики. На основе экспериментальных данных формулируются рекомендации по эффективному программированию на выбранной архитектуре компьютера.

Заключение. Оно должно содержать результаты анализа проведенного исследования итоги, к которым приходит автор курсового проекта. Заключение является очень важным этапом работы, так как здесь магистрант формулирует личный опыт по использованию выбранного класса архитектуры для решения данной задачи.

Курсовой проект магистранты защищают на семинаре кафедры. Ниже идет список лабораторных работ с методическими указаниями.

На оценку работы влияет соответствие реализованного набора функций исходному описанию задачи, качество построенной реализации (в первую очередь надежность и эффективность), полнота собранной статистики времени выполнения, а также качество оформления полученных результатов в виде отчета по курсовой работе.

2. Критерии оценки.

- Работа считается **не выполненной**, если отсутствует работающая реализация задачи по выбранной теме, оценка составляет от 0 до 17 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если реализация для задачи по выбранной теме написана не полностью и с недочетами, оценка составляет от 18 до 25 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если полностью написана, но не оптимизирована по времени исполнения реализация для задачи по выбранной теме, собрана не вся необходимая статистика, оценка составляет от 26 до 30 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если полностью написана и оптимизирована по времени исполнения реализация для задачи по выбранной теме, собрана вся необходимая статистика, оценка составляет от 31 до 36 баллов.

3. Шкала оценки.

Курсовая работа считается сданной, если выставленные баллы составляют не менее 18 баллов (из 36 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем курсового проекта (работы).

1. SIMD расширения SSE, SSE2, SSE3 и их использование в программах.
2. SIMD расширения AVX, AVX2, AVX-512 и их использование в программах.
3. SIMD расширения 3DNow и их использование в программах.
4. Архитектура Cell и написание программ для нее.
5. Многоядерные процессоры с архитектурой x86 и их программирование с использованием POSIX Threads.
6. GPU NVIDIA и программирование с использованием CUDA.
7. Вычислительные сопроцессоры и их программирование с использованием OpenCL.
8. Мультиядерный процессор Xeon Phi KNL.

5. Перечень вопросов к защите курсового проекта (работы).

1. Какие задачи допускают эффективную векторизацию, а какие нет, и почему?
2. Какие есть различия в функциональных интерфейсах библиотек поддержки многопоточности?
3. В чем сильные и слабые стороны OpenCL?
4. В чем различия между поколениями процессоров Xeon Phi?
5. Какие ограничения преодолеваются в высокоуровневых средствах разработки параллельных программ?
6. Какие узкие места SSE преодолены в AVX?

Паспорт экзамена

по дисциплине «Архитектура современных электронно-вычислительных машин», 3
семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-7, второй вопрос из диапазона вопросов 8-14 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФПМИ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Архитектура современных электронно-вычислительных
машин»

1. Архитектура с сокращенным набором команд (RISC). Основные характеристики RISC-процессоров. Конвейер RISC-процессоров. Понятие регистрового окна. Оптимизирующий компилятор. Сравнение CISC и RISC архитектур
2. Векторные компьютеры. SIMD-расширения в современных микропроцессорах.

Утверждаю: зав. кафедрой ПВТ _____ профессор, Малышкин В.Э.
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, в ответах на вопросы допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *от 0 до 19 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, в ответах на вопросы допускает не принципиальные ошибки, оценка составляет *от 20 до 30 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при

ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает серьезных ошибок в ответах на вопросы, оценка составляет от 31 до 34 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок в ответах на вопросы, оценка составляет от 35 до 40 баллов.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 20 баллов (из 40 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Архитектура современных электронно-вычислительных машин»

1. Архитектуры специализированных микропроцессоров. Обзор современных спецвычислителей.
2. К какому классу ближе различные спецвычислители в классификации Флинна?
3. Архитектура графических ускорителей NVIDIA, ATI.
4. Специализированный микропроцессор Cell Broadband Engine.
5. Особенности иерархии памяти и виды параллелизма.
6. Средства программирования и оптимизации программ для графических ускорителей.
7. Средства программирования и оптимизации программ для процессора Cell Broadband Engine.
8. В чем заключаются узкие места процессоров общего назначения, которые не позволяют им достигнуть производительности спецвычислителей на данном классе задач?
9. Особенности и преимущества многоядерных архитектур перед традиционной организацией параллельного компьютера.
10. Оценки производительности специализированных вычислителей (анализ списка TOP500). Тенденции развития специализированных вычислителей.
11. Средства программирования графических ускорителей.
12. Средство программирования узлов неоднородных кластеров OpenCL.
13. Основные классы и ключевые свойства ПЛИС.
14. Средства программирования ПЛИС.

Паспорт курсового проекта

по дисциплине «Архитектура современных электронно-вычислительных машин», 3
семестр

1. Методика оценки.

В ходе выполнения курсового проекта магистрант для выбранного варианта компьютера выполняет следующее.

1. *Изучает* литературу по описанию процессора и подсистемы памяти для компьютера с заданной архитектурой и готовит аналитический обзор.
2. *Разрабатывает* базовую программу некоторого алгоритма численного моделирования.
3. *Разрабатывает оптимизированные версии программы, используя* известные способы оптимизации размера кода и времени исполнения программы.
4. *Определяет и сравнивает* время выполнения программ (базовой и оптимизированных) на выбранном компьютере.
5. *Анализирует* полученные результаты.
6. *Формулирует* рекомендации по эффективному программированию.
7. *Составляет* расчетно-пояснительную записку к курсовому проекту.
8. *Готовит* презентацию для защиты курсового проекта.

Объем реферата 12-15 страниц. Реферат содержит следующие разделы:

1. Титульный лист должен состоять из названия университета, кафедры, темы работы, ФИО обучающегося.
2. Содержание проекта.
3. Структура проекта состоит из 3 частей: введения, основной части с выделением глав, параграфов или пунктов, заключения.
4. Список литературы. При использовании статей из Интернета необходимо указывать полный адрес электронной страницы.

Структура реферата включает следующее.

Введение. В нем содержатся аналитический обзор литературы по выбранной классу архитектур или выбранной архитектуры. Автор перечисляет и анализирует средства оптимизации, профилирования и стандартные библиотеки, которыми он будет

пользоваться при написании и отладки программ для выбранной задачи математического моделирования.

Основная часть. В этой части курсового проекта раскрывается основное содержание работы, которое должно быть разделено при необходимости на параграфы или пункты с названиями. Здесь описываются особенности архитектуры компьютера, которые необходимо учитывать при написании программ, способ определения времени работы программы, способы параллельной реализации программ. Программы выбранного алгоритма для различных размеров исходных массивов данных тестируются и для них определяются временные характеристики. На основе экспериментальных данных формулируются рекомендации по эффективному программированию на выбранной архитектуре компьютера.

Заключение. Оно должно содержать результаты анализа проведенного исследования итоги, к которым приходит автор курсового проекта. Заключение является очень важным этапом работы, так как здесь магистрант формулирует личный опыт по использованию выбранного класса архитектуры для решения данной задачи.

Курсовой проект магистранты защищают на семинаре кафедры. Ниже идет список лабораторных работ с методическими указаниями.

На оценку работы влияет соответствие реализованного набора функций исходному описанию задачи, качество построенной реализации (в первую очередь надежность и эффективность), полнота собранной статистики времени выполнения, а также качество оформления полученных результатов в виде отчета по курсовой работе.

2. Критерии оценки.

- Работа считается **не выполненной**, если отсутствует работающая реализация задачи по выбранной теме, оценка составляет от 0 до 17 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если реализация для задачи по выбранной теме написана не полностью и с недочетами, оценка составляет от 18 до 25 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если полностью написана, но не оптимизирована по времени исполнения реализация для задачи по выбранной теме, собрана не вся необходимая статистика, оценка составляет от 26 до 30 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если полностью написана и оптимизирована по времени исполнения реализация для задачи по выбранной теме, собрана вся необходимая статистика, оценка составляет от 31 до 36 баллов.

3. Шкала оценки.

Курсовая работа считается сданной, если выставленные баллы составляют не менее 18

баллов (из 36 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем курсового проекта (работы).

1. Кластеры с многоядерными процессорами и их программирование с использованием MPI.
2. Кластеры с многоядерными процессорами и их программирование с использованием MPI+POSIX Threads.
3. Кластеры с многоядерными процессорами и их программирование с использованием MPI+OpenMP.
4. Гибридные кластеры с многоядерными процессорами и GPU и их программирование с использованием MPI+CUDA.
5. Гибридные кластеры с многоядерными процессорами и GPU и их программирование с использованием MPI+OpenCL.
6. Узлы гетерогенных кластеров с ПЛИС и их программирование с использованием Xilinx ISE WebPack.

5. Перечень вопросов к защите курсового проекта (работы).

1. Какими ключевыми свойствами обладают ПЛИСы? В чем сильные и слабые стороны их использования для вычислений в узлах кластеров?
2. Какие отличия в наборе функций у средств программирования низкого и высокого уровня для мультикомпьютеров?
3. Какие свойства MPI сделали его главным стандартом программирования для мультикомпьютеров?
4. Сравните общую схему реализации параллельных программ с применением параллелизма по данным и функционального параллелизма для гибридной реализации MPI+POSIX Threads
5. Какие из системных средств для поддержки многопоточности удобны для построения программ с параллелизмом по данным?
6. Какие из системных средств для поддержки многопоточности удобны для построения программ с функциональным параллелизмом?