

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

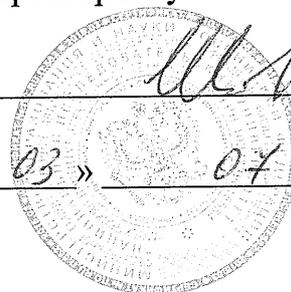
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

  
Игнатова И.Г.

« 03 » 07 2015 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В МИКРОЭЛЕКТРОНИКЕ»**

Направление подготовки - 01.03.04 «Прикладная математика»

Профиль - «Применение математических методов для решения инженерных и экономических задач»

2015 г.

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенции ОП	Компетенции/подкомпетенции, формируемые в дисциплине
Направление 01.03.04 «Прикладная математика» Профиль «Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач»	
ПК-1. Способность использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач на электронных вычислительных машинах, отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение	ПК-1.2 Способность отлаживать, тестировать программное обеспечение
ПК-3. Способность и готовность демонстрировать знания современных языков программирования, операционных систем, офисных приложений, Интернета, способов и механизмов управления данными; принципов организации, состава и схемы работы операционных систем	ПК-3.1 Способность и готовность демонстрировать знания современных языков программирования
ПК-10. Готовность применять математический аппарат для решения поставленных задач, способность применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов	ПК-10.3 Способность осуществить компьютерное моделирование математической модели, в том числе построить вычислительный алгоритм и программно реализовать его.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Направление подготовки	Место дисциплины
Направление 01.03.04 «Прикладная математика» Профиль «Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач»	Блок 1 «Дисциплины (модули)», Вариативная часть, дисциплина по выбору

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоём- кость (ЗЕ)	Общая трудоём- кость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
4	8	4	144	12	24	36	72	Зачет с оценкой

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	практические занятия	лабораторные занятия		
1. Введение в парал- лельные вычисления	2	6	4	12	Защита лабораторных работ 1-2
2. Параллельное про- граммирование	2	6	4	12	Защита лабораторных работ 3-4
3. Решение основных математических задач, возникающих при проектировании элек- тронных приборов	2	6	4	12	Защита лабораторных работ 5-6 Рубежный контроль
4. Одномерные крае- вые и начально- краевые задачи	2	6	4	12	Защита лабораторных работ 7-8
5. Многомерные крае- вые и начально- краевые задачи	2	6	4	12	Защита лабораторных работ 9-10
6. Решение краевых и начально-краевых за- дач в криволинейных областях	2	6	4	12	Защита лабораторных работ 11-12

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Введение в параллельные вычисления. Производительность вычислительных систем, методы ее оценки и способы повышения.
1	2	2	Архитектуры параллельных вычислительных систем.
2	3	2	Принципы построения параллельных алгоритмов. Виды параллелизма. Организация параллельных процессов. Примеры.
2	4	2	Средства параллельного программирования. Методы разработки параллельных программ. Проблемы балансировки загрузки.
3	5	2	Параллельные алгоритмы в задачах математической физики. Численные методы и параллельные алгоритмы решения ОДУ.
3	6	2	Параллельные алгоритмы решения спектральных и экстремальных задач.
4	7	2	Численные методы и параллельные алгоритмы решения пространственно-одномерных краевых задач
4	8	2	Численные методы и параллельные алгоритмы решения пространственно-одномерных начально-краевых задач
5	9	2	Численные методы и параллельные алгоритмы решения многомерных краевых задач
5	10	2	Численные методы и параллельные алгоритмы решения начально-краевых задач
6	11	2	Численные методы и параллельные алгоритмы решения краевых и начально-краевых задач в двухмерных криволинейных областях
6	12	2	Численные методы и параллельные алгоритмы решения краевых и начально-краевых задач в трехмерных криволинейных областях

#### 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	3	Работа с персональным компьютером под управлением ОС Windows и Linux. Измерение производительности персонального компьютера. Примеры.
1	2	3	Создание локальных параллельных процессов. Обмен данными между локальными параллельными процессами. Библиотека PThreads и стандарт OpenMP. Примеры.
2	3	3	Стандарт MPI. Основные группы функций MPI. Обмены MPI типа точка-точка. Коллективные функции MPI. Групповые вычисления. Примеры.
2	4	3	Организация различных схем обменов. Виртуальные топологии. Гибридные схемы вычислений. Примеры.
3	5	3	Параллельная реализация численного решения задачи Коши для ОДУ и для системы ОДУ 1-го порядка.
3	6	3	Параллельная реализация численного решения спектральной задачи. Параллельная реализация численного решения задачи поиска минимума функции многих переменных.
4	7	3	Параллельная реализация численного решения линейной и квазилинейной про-

			странственно одномерных краевых задач.
4	8	3	Параллельная реализация численного решения линейного и квазилинейного пространственно одномерного уравнения теплопроводности.
5	9	3	Параллельная реализация численного решения задачи Дирихле для двумерного уравнения Пуассона прямыми и итерационными методами.
5	10	3	Параллельная реализация численного решения начально-краевых задач для двумерного уравнения теплопроводности и двумерного уравнения колебаний струны.
6	11	3	Параллельная реализация численного решения задачи Дирихле для двумерного уравнения Пуассона в криволинейной области на треугольной сетке.
6	12	3	Параллельная реализация численного решения начально-краевой задачи для трехмерного уравнения теплопроводности в многосвязной области, составленной из параллелепипедов.

### 4.3. Лабораторные занятия

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Измерение производительности персонального компьютера на элементарных операциях с двойной точностью: сложение, вычитание, умножение, деление, возведение в степень, а также при вычислениях функций: $\sin(x)$ , $\exp(x)$ , $\ln(x)$ .
1	2	2	Решение задачи одномерного численного интегрирования с помощью распараллеливания по процессам и трэдам в рамках одного вычислительного узла.
2	3	2	Решение задач двух- и трехмерного численного интегрирования с помощью распараллеливания по процессам и трэдам в рамках нескольких вычислительных узлов.
2	4	2	Решение задачи сортировки распределенного массива вещественных чисел большой размерности.
3	5	2	Численное решение задачи Коши для системы ОДУ 1-го порядка большой размерности.
3	6	2	Решение спектральной задачи для вещественной симметричной матрицы с помощью QR-алгоритма. Поиск глобального минимума функции двух переменных методом кривых Пеано.
4	7	2	Численное решение линейной и квазилинейной пространственно одномерных краевых задач для ОДУ 2-го порядка.
4	8	2	Численное решение начально-краевых задач для линейного и квазилинейного пространственно одномерного уравнения теплопроводности.
5	9	2	Численное решение задачи Дирихле для двумерного уравнения Пуассона прямыми и итерационными методами.
5	10	2	Численное решение начально-краевых задач для двумерного уравнения теплопроводности и двумерного уравнения колебаний струны.
6	11	2	Численное решение задачи Дирихле для двумерного уравнения Пуассона в криволинейной области на треугольной сетке.
6	12	2	Численное решение начально-краевой задачи для трехмерного уравнения теплопроводности в многосвязной области, составленной из параллелепипедов.

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1-3	32	Выполнение и защита лабораторных работ 1-6
1-3	4	Подготовка к рубежному контролю на 6-й неделе
4-6	32	Выполнение и защита лабораторных работ 7-12
1-6	4	Подготовка к зачету

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

### 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины складывается из материалов на сайте преподавателя (<http://www.imamod.ru/~serge/arc/stud/index2.html>) и удаленного доступа к учебному кластеру ИПМ им.М.В.Келдыша РАН по адресу [imm20.keldysh.ru](http://imm20.keldysh.ru).

### 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная литература

1. Боресков А.В., Харламов А.А. Основы работы с технологией CUDA. - Издательство: ДМК Пресс, 2010, - 232 с. Электронный вариант [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=1260](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1260)

2. Сандерс Дж., Кэндрот Э. Технология CUDA в примерах: введение в программирование графических процессоров -Издательство: ДМК Пресс, 2011, - 232 с. Электронный вариант [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3029](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3029)

3. Богачёв К.Ю. Основы параллельного программирования: учебное пособие - М.: "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний") - 2-е изд. (эл.) - 2013, - 342 с. Электронный вариант [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=42626](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42626)

4. Энтони Уильямс Параллельное программирование на C++ в действии. Практика разработки многопоточных программ / Пер. с англ. Слинкин А.А. - Издательст-

во: ДМК Пресс, 2012, - 672 с. Электронный вариант  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=4813](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=4813)

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»**

1. [www.scopus.com](http://www.scopus.com) - Библиографическая и реферативная база данных научной периодики «Scopus»
2. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
3. <http://e.lanbook.com/> - ЭБС издательства ЛАНЬ
4. <http://www.mathnet.ru/> - Общероссийский математический портал
5. <http://www.parallel.ru> - Портал по параллельным вычислениям НИВЦ МГУ

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Лицензионное программное обеспечение:

1. Компилятор Intel Composer C++ 2015
2. Средство параллельного программирования Intel MPI 5.1

Корпоративная информационно-технологическая платформа ОРИОКС

(<http://orioks.miet.ru>)

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебные аудитории для проведения лекционных занятий, лабораторных занятий, укомплектованные специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет.

## 10. АКТИВНЫЕ И ИНТЕРАКТИВНЫЕ ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ

### 10.1. Краткое описание используемых активных и интерактивных форм.

Основной формой активных и интерактивных форм проведения занятий в данном курсе являются обсуждения на лекционных, практических и лабораторных занятиях вопросов теории, предлагаемых (студентами, преподавателем) методов решения задач с анализом возможных или возникающих ошибок в решениях.

Обсуждение идет со всей группой. Преподаватель является организатором обсуждения, может заострить внимание на необходимость обсуждения некоторых вопросов, наличие ошибок, помогает выделить в выдвигаемых студентами гипотезах, утверждениях верные идеи. Каждый студент может выдвинуть гипотезу, решение, а также критически их оценить.

Типовой сценарий лекционного занятия включает в себя, как правило, следующие этапы:

1. Изложение лекционного материала преподавателем.
2. Обсуждение лекционного материала студентами и преподавателем.
3. Подведение итогов, обобщение и систематизация.

Типовой сценарий практического занятия включает в себя, как правило, следующие этапы:

1. Изложение преподавателем постановки и методов решения практической задачи, представление типовых программ.
2. Анализ и тестирование студентами типовых программ.
3. Обсуждение эффективности предложенного программного решения.
4. Подведение итогов, обобщение и систематизация.

Типовой сценарий лабораторного занятия включает в себя, как правило, следующие этапы:

1. Изложение преподавателем постановки задачи, возможных численных методов ее решения, возможных программных реализаций.
2. Обсуждение деталей лабораторного задания.
3. Подведение итогов, выработка рекомендаций к выполнению лабораторного задания.

### 10.2. Перечень занятий, проводимых с использованием активных и интерактивных форм

№ п/п	Тип занятия или внеаудиторной работы	Вид и тематика (название) интерактивного занятия
1	Лекционные занятия 1-12	Лекции по разделам и темам курса
2	Практические занятия 1-12	Практические занятия по разделам и темам курса
3	Лабораторные занятия 1-12	Лабораторные занятия по разделам и темам курса
4	Консультации	Консультации по разделам и темам курса

## 11. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

№ п/п	Тип ФОС	Код компетенции/ подкомпетенции	Перечень элементов ФОС
Направление 01.03.04 «Прикладная математика» Профиль «Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач»			
1	ФОС по подкомпетенции	ПК-1.2	Индивидуальное задание на выполнение лабораторных заданий 1-12 Рубежный контроль Зачет с оценкой
2	ФОС по подкомпетенции	ПК-3.1	Индивидуальное задание на выполнение лабораторных заданий 1-12 Рубежный контроль Зачет с оценкой
3	ФОС по подкомпетенции	ПК-10.3	Индивидуальное задание на выполнение лабораторных заданий 1-12 Рубежный контроль Зачет с оценкой

## 12. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 12.1. Особенности организации процесса обучения

Посещение лекций, практических и лабораторных занятий обязательно.

Дополнительной формой аудиторной работы являются консультации. Консультации проводятся лектором еженедельно, их посещать необязательно.

### 12.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре, активность в семестре и сдача зачета. По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и сроки сдачи контрольных мероприятий, а также детальная схема начисления баллов представлена в таблице ниже (см. также журнал успеваемости на платформе ОРИОКС <http://www.rpk.miet.ru>). При начислении баллов действуют следующие правила:

1) По каждому контрольному мероприятию установлено максимальное и минимальное засчитываемое число баллов.

2) Неявка на лабораторное занятие или не сдача лабораторного задания в установленный срок (одна неделя с момента получения лабораторного задания) приравнивается к неуспешной сдаче этого лабораторного задания.

**«Структура и график контрольных мероприятий»**

№ недели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	зачетная сессия
Контрольное мероприятие	ЛЗ	Зачет с оценкой											
максимальный балл	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	40
минимальный балл	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

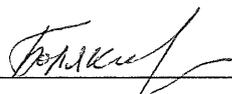
Обозначения: ЛЗ - лабораторное задание.

Мониторинг успеваемости студентов проводится в течение семестра дважды: по итогам 1-8 учебных недель, 9 – 12 учебных недель.

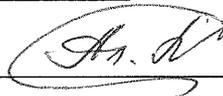
При выставлении итоговой оценки используется следующая шкала:

Сумма баллов	Оценка
Менее 50	2
50 – 69	3
70 – 85	4
86 – 100	5

**Разработчик:**

Профессор каф. ММ, д.ф.-м.н.  /Поляков С.В./

Рабочая программа разработана на реализующей кафедре ВМ-1 и утверждена на заседании кафедры 03.07 2015 года, протокол № 13

Заведующий кафедрой ВМ-1  /Прокофьев А.А./

**Лист согласования**

Рабочая программа согласована с УООП

Начальник УООП  /Никулина И.М./

