

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Наименование образовательной программы: Математическое и компьютерное моделирование

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ И ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ**  
**СИСТЕМЫ**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.06
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 6;
Часов (всего) по учебному плану:	216 часов
Лекции	1 семестр - 16 часов;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	1 семестр - 32 часа;
Консультации	1 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	1 семестр - 165,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Тестирование	
Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шевченко И.В.
	Идентификатор	Rbdd042f0-ShevchenkoIV-48939df

И.В. Шевченко

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Черепова М.Ф.
	Идентификатор	R9267877e-CherepovaMF-dbb9bf1

М.Ф. Черепова

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Зубков П.В.
	Идентификатор	R4920bc6f-ZubkovPV-8172426c

П.В. Зубков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** состоит в изучении современных технологии параллельного программирования для последующего использования их при создании параллельных программ различного назначения

### Задачи дисциплины

- изучение характеристик, особенностей и возможностей использования параллельных вычислительных систем различного типа;
- изучение современных технологий и программных средств создания параллельных приложения для универсальных и специализированных ЭВМ;
- изучение способов использования конкретных программных средств создания параллельных приложения при последующем создании параллельных программ различного назначения;
- выработка практических навыков написания параллельных программ различного назначения.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-4 Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub> Выбирает и применяет современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности	знать: - современное состояние технологий создания параллельных приложения для универсальных и специализированных ЭВМ; - характеристики, особенности и возможности использования параллельных вычислительных систем различного типа.  уметь: - выбирать адекватные технические и программные средства для эффективной реализации параллельных алгоритмов.
ОПК-4 Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub> Выбирает и применяет современные инструментальные средства для решения прикладных задач	уметь: - оценивать и оптимизировать производительность параллельных программ; - разрабатывать параллельные программы с помощью различных современных программных средств создания параллельных приложений.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Математическое и компьютерное моделирование (далее – ОПОП), направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Современные концепции и средства параллельного программирования	16	1	2	-	-	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Современные концепции и средства параллельного программирования и подготовка к контрольной работе <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 94-218	
1.1	Современные концепции и средства параллельного программирования	16		2	-	-	-	-	-	-	-	14	-		
2	Библиотека передачи сообщений MPI	26		2	6	-	-	-	-	-	-	-	18	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Библиотека передачи сообщений MPI" материалу. <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 268-300
2.1	Библиотека передачи сообщений MPI	26		2	6	-	-	-	-	-	-	-	18	-	
3	Средства распараллеливания OpenMP	24		2	4	-	-	-	-	-	-	-	18	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в
3.1	Средства распараллеливания OpenMP	24		2	4	-	-	-	-	-	-	-	18	-	

														разделе "Средства распараллеливания OpenMP" материалу. <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 10-91 [5], стр. 12-94
4	Процессы и потоки. Стандарт POSIX	24	2	4	-	-	-	-	-	-	18	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Процессы и потоки. Стандарт POSIX" материалу.	
4.1	Процессы и потоки. Стандарт POSIX	24	2	4	-	-	-	-	-	-	18	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 156-231	
5	Потоки, средства синхронизации и атомарные операции в языке Си++ (C++11)	26	2	6	-	-	-	-	-	-	18	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Потоки, средства синхронизации и атомарные операции в языке Си++ (C++11)" материалу.	
5.1	Потоки, средства синхронизации и атомарные операции в языке Си++ (C++11)	26	2	6	-	-	-	-	-	-	18	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 92-106 [5], стр. 95-108	

6	SIMD расширения в современных процессорах	26	2	6	-	-	-	-	-	-	18	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "SIMD расширения в современных процессорах" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 65-99</p>
6.1	SIMD расширения в современных процессорах	26	2	6	-	-	-	-	-	-	18	-	
7	Программирование для массивно-параллельных процессоров. GPGPU	26	2	6	-	-	-	-	-	-	18	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Программирование для массивно-параллельных процессоров. GPGPU" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 103-144</p>
7.1	Программирование для массивно-параллельных процессоров. GPGPU	26	2	6	-	-	-	-	-	-	18	-	
8	Программирование реконфигурируемых процессоров на базе ПЛИС	12	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Программирование реконфигурируемых процессоров на базе ПЛИС и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], стр. 47-164</p>
8.1	Программирование реконфигурируемых процессоров на базе ПЛИС	12	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>216.0</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>132</b>	<b>33.5</b>	

	<b>Итого за семестр</b>	<b>216.0</b>		<b>16</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>165.5</b>	
--	-------------------------	--------------	--	-----------	-----------	----------	----------	----------	------------	--------------	--

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация



## 3.2 Краткое содержание разделов

### 1. Современные концепции и средства параллельного программирования

#### 1.1. Современные концепции и средства параллельного программирования

Современные концепции и средства параллельного программирования. Типы и характеристики параллельных вычислительных систем. Программирование для ЭВМ с общей и распределенной памятью. Процессы и потоки. Цели и базовые примитивы синхронизации. Особенности отладки параллельных приложений.

### 2. Библиотека передачи сообщений MPI

#### 2.1. Библиотека передачи сообщений MPI

Библиотека передачи сообщений MPI. Основные принципы. Инициализация, процессы, коммутаторы. Двухточечные обмены. Коллективные операции. Барьеры. Определение пользовательских типов. Работа с группами, коммутаторами, топологиями. Работа с файлами. Односторонние коммуникации, механизмы синхронизации при использовании односторонних коммуникаций.

### 3. Средства распараллеливания OpenMP

#### 3.1. Средства распараллеливания OpenMP

Средства распараллеливания OpenMP. Основные принципы. Базовые способы распараллеливания, распараллеливание циклов. Средства синхронизации.

### 4. Процессы и потоки. Стандарт POSIX

#### 4.1. Процессы и потоки. Стандарт POSIX

Процессы и потоки. Стандарт POSIX. Потоки POSIX. Создание/завершение потоков. Атрибуты и работа с ними. Средства синхронизации: мьютексы, условные переменные, барьеры, spin-блокировки, блокировки чтения/записи, семафоры.

### 5. Потоки, средства синхронизации и атомарные операции в языке Си++ (C++11)

#### 5.1. Потоки, средства синхронизации и атомарные операции в языке Си++ (C++11)

Потоки Си++11. Создание/завершение потоков. Объекты future и promise. Мьютексы, и условные переменные. Атомарные переменные и атомарные операции.

### 6. SIMD расширения в современных процессорах

#### 6.1. SIMD расширения в современных процессорах

SIMD расширения в современных процессорах. Особенности организации SIMD вычислений в процессорах x86. MMX. SSE. SSE инструкции для вещественной арифметики, целочисленных данных, работы с памятью, сравнений, перестановки. Использование SSE с помощью intrinsic-функций.

### 7. Программирование для массивно-параллельных процессоров. GPGPU

#### 7.1. Программирование для массивно-параллельных процессоров. GPGPU

Программирование для массивно-параллельных процессоров. GPGPU, Технологии Cuda, OpenCL.

## 8. Программирование реконфигурируемых процессоров на базе ПЛИС

### 8.1. Программирование реконфигурируемых процессоров на базе ПЛИС

Реконфигурируемые процессоры на базе ПЛИС. Подходы к их программированию. HDL-проектирование (Verilog, VHDL). Особенности программирования для реконфигурируемых процессоров на языках высокого уровня (System-C, Handel-C, Mittrion-C).

### **3.3. Темы практических занятий**

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Распараллеливание программ с использованием MPI, OpenMP и потоков POSIX;
2. Распараллеливание программ с использованием потоков C++, атомарных операций Си++, SIMD расширений процессоров;
3. Создание GPGPU приложений с помощью OpenCL.

### **3.5 Консультации**

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов раздела "Современные концепции и средства параллельного программирования"
2. Обсуждение материалов раздела "Библиотека передачи сообщений MPI"
3. Обсуждение материалов раздела "Средства распараллеливания OpenMP"
4. Обсуждение материалов раздела "Процессы и потоки. Стандарт POSIX"
5. Обсуждение материалов раздела "Потоки, средства синхронизации и атомарные операции в языке Си++ (C++11)"
6. Обсуждение материалов раздела "SIMD расширения в современных процессорах"
7. Обсуждение материалов раздела "Программирование для массивно-параллельных процессоров. GPGPU"
8. Обсуждение материалов раздела "Программирование реконфигурируемых процессоров на базе ПЛИС"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)								Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8		
<b>Знать:</b>											
характеристики, особенности и возможности использования параллельных вычислительных систем различного типа	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>									+	Тестирование/Программирование реконфигурируемых процессоров на базе ПЛИС
современное состояние технологий создания параллельных приложения для универсальных и специализированных ЭВМ	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>	+									Тестирование/Современные концепции и средства параллельного программирования
<b>Уметь:</b>											
выбирать адекватные технические и программные средства для эффективной реализации параллельных алгоритмов	ИД-1 <sub>ОПК-4</sub>		+	+							Лабораторная работа/Распараллеливание программ с использованием MPI, OpenMP и потоков POSIX
разрабатывать параллельные программы с помощью различных современных программных средств создания параллельных приложений	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub>				+	+					Лабораторная работа/Распараллеливание программ с использованием потоков C++, атомарных операций Си++, SIMD расширений процессоров
оценивать и оптимизировать производительность параллельных программ	ИД-2 <sub>ОПК-4</sub>							+	+		Лабораторная работа/Создание GPGPU приложений с помощью OpenCL

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **1 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Распараллеливание программ с использованием потоков C++, атомарных операций Си++, SIMD расширений процессоров (Лабораторная работа)
2. Распараллеливание программ с использованием MPI, OpenMP и потоков POSIX (Лабораторная работа)
3. Создание GPGPU приложений с помощью OpenCL (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Программирование реконфигурируемых процессоров на базе ПЛИС (Тестирование)
2. Современные концепции и средства параллельного программирования (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

#### *Экзамен (Семестр №1)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Воеводин, В. В. Параллельные вычисления: Научное издание : Учебное пособие для вузов по направлению 510200 - Прикладная математика и информатика / В. В. Воеводин, Вл. В. Воеводин . – СПб. : БХВ-Петербург, 2002 . – 608 с. - ISBN 5-941571-60-7 .;
2. Левин, М. П. Параллельное программирование с использованием OpenMP : учебное пособие / М. П. Левин . – М. : Интернет-Ун-т информ. технологий : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 . – 118 с. – (Основы информационных технологий) . - ISBN 978-5-94774-857-4 .;
3. Богачев, К. Ю. Основы параллельного программирования / К. Ю. Богачев . – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 . – 342 с. – (Технический университет) . - ISBN 978-5-94774-037-0 .;
4. Тарасов, И. Е. Разработка цифровых устройств на основе ПЛИС Xilinx с применением языка VHDL / И. Е. Тарасов . – М. : Горячая Линия-Телеком, 2005 . – 252 с. - ISBN 5-935172-42-9 .;
5. Левин М. П.- "Параллельное программирование с использованием OpenMP", (2-е изд.), Издательство: "ИНТУИТ", Москва, 2016 - (133 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/100358>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
4. Visual Studio;
5. MPI;
6. CUDA;
7. Pthreads-win32;
8. ОС Linux.

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-710а, Учебная аудитория каф. МКМ	стол, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-712, Учебная лаборатория каф. МКМ	стол учебный, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-808, Учебная аудитория	стол учебный, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	М-714, Преподавательская каф. МКМ	рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-713/1, Учебно-научная лаборатория каф. МКМ	рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, книги, учебники, пособия

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Параллельное программирование и параллельные системы

(название дисциплины)

#### 1 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Современные концепции и средства параллельного программирования (Тестирование)
- КМ-2 Распараллеливание программ с использованием MPI, OpenMP и потоков POSIX (Лабораторная работа)
- КМ-3 Распараллеливание программ с использованием потоков C++, атомарных операций Си++, SIMD расширений процессоров (Лабораторная работа)
- КМ-4 Создание GPGPU приложений с помощью OpenCL (Лабораторная работа)
- КМ-5 Программирование реконфигурируемых процессоров на базе ПЛИС (Тестирование)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	14	16
1	Современные концепции и средства параллельного программирования						
1.1	Современные концепции и средства параллельного программирования		+				
2	Библиотека передачи сообщений MPI						
2.1	Библиотека передачи сообщений MPI			+			
3	Средства распараллеливания OpenMP						
3.1	Средства распараллеливания OpenMP			+			
4	Процессы и потоки. Стандарт POSIX						
4.1	Процессы и потоки. Стандарт POSIX				+		
5	Потоки, средства синхронизации и атомарные операции в языке Си++ (C++11)						
5.1	Потоки, средства синхронизации и атомарные операции в языке Си++ (C++11)				+		
6	SIMD расширения в современных процессорах						
6.1	SIMD расширения в современных процессорах					+	
7	Программирование для массивно-параллельных процессоров. GPGPU						

7.1	Программирование для массивно-параллельных процессоров. GPGPU				+	
8	Программирование реконфигурируемых процессоров на базе ПЛИС					
8.1	Программирование реконфигурируемых процессоров на базе ПЛИС					+
Вес КМ, %:		10	40	30	10	10