

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 01.09.2023 14:31:37  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea882b8d602

Минобрнауки России

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

И.Г. Игнатова

«21» 06 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Параллельное и распределенное программирование»

Направление подготовки - 09.04.04 «Программная инженерия»

Направленность (профиль) - «Программная инженерия знаний и компьютерные науки»

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательной программы:

**ПК-1** Способен осуществлять создание и сопровождение программных средств  
**Сформулирована на основе Профессионального стандарта 06.028 «Архитектор программного обеспечения»**

**Обобщенная трудовая функция** - Организация разработки системного программного обеспечения

**Трудовые функции:** Планирование разработки системного программного обеспечения (D/01.7)

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций
<p><b>ПК-1.ПРП</b> Способен использовать знания основ разработки программных средств, связанных с применением технологий параллельного и распределенного программирования для решения профессиональных задач</p>	<p>Исследование и разработка способов создания и сопровождения архитектуры программных средств</p>	<p><b>Знания</b> основ когнитивной обработки данных, технологических платформ, основанных на дисциплинах искусственный интеллект и обработка сигналов</p> <p><b>Умения</b> применять основы гибридного, распределенного и гетерогенного программирования для решения поставленных задач</p> <p><b>Опыт</b> разработки программных средств с применением технологий параллельного и распределенного программирования</p>

**ПК-3** Способен осуществлять разработку, отладку, модификацию и поддержку системного программного обеспечения

**Сформулирована на основе Профессионального стандарта 06.028 «Системный программист»**

**Обобщенная трудовая функция** Интеграция разработанного системного программного обеспечения

**Трудовые функции:** Планирование интеграции разработанного системного программного обеспечения (E/01.7). Внедрение разработанного системного программного обеспечения (E/02.7)

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения компетенций/подкомпетенций
ПК-3.ПРП Способен применять знания методов, средств и технологий параллельного и распределенного программирования для решения профессиональных задач	Руководство процессами разработки, отладки, проверки работоспособности и модификации программного обеспечения, их организации и управления ресурсами	<b>Знания</b> методов, средств и технологий параллельного и распределенного программирования <b>Умения</b> использовать технологии CUDA, OpenACC, OpenCL. <b>Опыт</b> применения технологий CUDA для решения вычислительных задач с оценкой времени выполнения программы при максимальной загрузке GPU

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы, изучается на 1 курсе в 1 и 2 семестрах (очная форма обучения).

Входные требования: сформированность компетенций, определяющих готовность разрабатывать схемы базовых алгоритмов и навыки обработки основных структур данных (массивов, матриц), знание основ алгоритмизации, теории графов, теории множеств.

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа				Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практическая подготовка при проведении лабораторных	Практические занятия (часы)		
1	1	4	144	16	-	32	-	96	ЗаО
1	2	5	180	16	-	32	-	96	Экз. (36)
1	1,2	9	324	32	-	64	-	192	

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	подготовка при проведении лабораторных	Практические занятия (часы)		
1. Основы параллельного и распределенного программирования графических сопроцессоров общего назначения	8	16	-	46	Тестирование
					Контрольная работа 1
					Контроль выполнения лабораторных заданий
					Контроль выполнения задания по теме модуля
2. Оптимизация CUDA программ, гибридное программирование	8	16	-	50	Контрольная работа 2
					Тестирование
					Контроль выполнения лабораторных заданий
					Контроль выполнения задания по теме модуля
3. Технология программирования гетерогенных систем OpenCL	8	16	-	46	Тестирование
					Контрольная работа 3
					Контроль выполнения лабораторных заданий
					Контроль выполнения практико-ориентированного задания
4. Когнитивные центры обработки данных	8	16	-	50	Контрольная работа 4
					Тестирование
					Контроль выполнения лабораторных заданий
					Контроль выполнения и защита практико-ориентированного задания

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Использование графических сопроцессоров общего назначения (GPGPU) для параллельных вычислений. Вычисления общего вида на GPU
	2	2	Иерархия памяти и эффективное программирование CUDA
	3	2	Базовые операции над массивами – reduce, построение гистограмм и сортировки
	4	2	Работа с текстурной памятью. Фильтрация изображений. Контрольная работа 1.
2	5	2	Прикладные CUDA библиотеки. Библиотека параллельных алгоритмов для C++ Thrust
	6		Оптимизация CUDA программ
	7		Стандарт директивного программирования OpenACC
	8		Аппаратное обеспечение для систем искусственного интеллекта. Гибридное программирование. Контрольная работа 2.
3	9	2	Технология программирования гетерогенных систем OpenCL. Введение
	10	2	Технология программирования гетерогенных систем OpenCL. Архитектура, простейшие программы
	11	2	Технология программирования гетерогенных систем OpenCL. Работа с памятью
	12	2	Технология программирования гетерогенных систем OpenCL. Планирование потоков, синхронизация. Контрольная работа 3.
4	13	2	Технология SYCL
	14	2	Когнитивные центры обработки данных
	15		Методы оценки вычислительных характеристик аппаратных платформ
	16		Измерение производительности кластерных систем. Тест HPL. Контрольная работа 4.

#### 4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

### 4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторного занятия	Объем занятий (часы)	Наименование работы
1-2	1	8	<b>Практическая подготовка.</b> Основы работы с технологией CUDA. Работа с глобальной памятью. Гибридное программирование. Использование библиотеки Thrust.
	2	8	<b>Практическая подготовка.</b> Основы работы с технологией CUDA. Иерархия памяти в CUDA. Работа с разделяемой памятью. Реализация базовых операций над массивами на CUDA: редукция, префиксная сумма
	3	8	<b>Практическая подготовка.</b> Основы работы с технологией CUDA. Реализация базовых операций над массивами на CUDA: построение гистограмм и сортировка. Работа с текстурной памятью. Цифровая обработка сигнала с использованием технологии CUDA
	4	8	<b>Практическая подготовка.</b> Основы работы с технологией CUDA. Оптимизация CUDA-программ Асинхронные операции работы с памятью.
3-4	5	8	<b>Практическая подготовка.</b> Распараллеливание квадратурной формулы с использованием технологии MPI. Вычисление числа Пи
	6	8	<b>Практическая подготовка.</b> Измерение производительности кластерных систем. LU-разложение.
	7	8	<b>Практическая подготовка.</b> Разработка, отладка и запуск программы с использованием технологии OpenCL
	8	8	<b>Практическая подготовка.</b> Фильтрация изображения с использованием технологии OpenCL и текстурной памяти

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1-2	46	Выполнение заданий по теме модулей 1-2 «Основы параллельного и распределенного программирования графических сопроцессоров общего назначения»
1-2	50	Подготовка к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторным работам
3-4	20	Выполнение заданий по темам модулей 3-4 «Технология программирования гетерогенных кластерных систем»
3-4	26	Подготовка к лабораторным работам. Подготовка отчетов по лабораторным работам.
3-4	50	Выполнение практико-ориентированного задания

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

#### Модуль 1-4

- ✓ Методические указания по выполнению СРС
- ✓ Теоретические сведения
- ✓ Порядок работы
- ✓ Задания на самостоятельную работу

### 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

#### Литература

1. Основы работы с технологией CUDA: Лабораторный практикум по курсу «Параллельное и распределенное программирование» / Е.С. Янакова, Т.В. Жертунова. - М.: МИЭТ, 2016. - 72 с.
2. Боресков, А. В. Основы работы с технологией Cuda / А.В. Боресков, А.А. Харламов. - М: ДМК Пресс, 2010. - 232 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/1260> (дата обращения: 15.12.2020). - ISBN 978-5-94074-578-5

3. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA: Учебное пособие / А. В. Боресков, Н.Д. Марковский; Микушин, Д.Н. и др. – М.: Издательство Московского университета, 2012. – 336 с.
4. Сандерс Дж. Технология CUDA в примерах. Введение в программирование графических процессоров = CUDA by Example: An Introduction to general-purpose GPU Programming / Сандерс Дж., Э. Кэндрот; [пер. с англ.]; Предисл. Дж. Донгарра; науч. ред. А.В. Боресков. - М. : ДМК Пресс, 2011. - 232 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/3029> (дата обращения: 14.12.2020). - ISBN 978-5-94074-504-4
5. Богачёв, К.Ю. Основы параллельного программирования : учебное пособие / К.Ю. Богачёв. — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 345 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70745> (дата обращения: 19.11.2020)
6. Гергель, В.П. Теория и практика параллельных вычислений : учебное пособие / В.П. Гергель. — Электрон. дан. — М. : Интуит, 2016. — 500 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100527> (дата обращения: 19.11.2020)
7. Intel Parallel Programming Professional (Introduction) : учебное пособие / В.П. Гергель [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : , 2016. — 568 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100606> (дата обращения: 19.11.2020)

#### **Периодические издания**

1. Информатика и ее применение : Ежеквартальный журнал / Российская академия наук, Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук. - М. : ТОРУС ПРЕСС, 2007 - . - URL : <http://www.ipiran.ru/journal/issues/> (дата обращения: 19.11.2020)
2. Supercomputing Frontiers And Innovations : An International Open Access Journal. / Издательский центр Южно-Уральского государственного университета. - Челябинск : ЮУрГУ, 2014 - . - URL : <https://superfri.org/superfri/index> (дата обращения: 19.11.2020)
3. Программные системы : теория и приложения : Электронный научный журнал / Ин-т программных систем им. А.К. Айламазяна РАН. - Переславль-Залесский, 2010 - . - URL : <http://psta.psiras.ru/archives/archives.html> (дата обращения: 19.11.2020)
4. Программирование / Ин-т системного программирования РАН. - М. : Наука, 1975 - . - URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7966> (дата обращения: 19.11.2020)
5. Естественные и технические науки / Издательство "Спутник+". – М. : Спутник+, 2002 - . - URL : <http://www.sputnikplus.ru/> (дата обращения: 19.11.2020)
6. Компьютер Пресс / ООО КомпьютерПресс. - М., 1989 - . - URL : <http://www.compress.ru> (дата обращения: 19.11.2020)

#### **7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

1. PARALLEL.RU. Лаборатория Параллельных информационных технологий : сайт / Научно-исследовательского вычислительного центра Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова. – Москва, 2020. - URL: <http://www.parallel.ru> (дата обращения: 01.11.2020)
2. INTEL.COM : сайт. - URL: <http://www.intel.com/software/products/index.htm> (дата обращения: 01.11.2020)
3. MPICH : сайт. - URL: <http://www-unix.mcs.anl.gov/mpi/impich> (дата обращения: 01.11.2020)



4. NVIDIA. CUDA® : сайт. - URL: <http://www.nvidia.ru/object/cuda-parallel-computing-ru.html> (дата обращения: 01.11.2020).
5. Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ
6. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека : сайт. - Москва, 2000 -. - URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения : 05.11.2020). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей
7. Единое окно доступа к информационным ресурсам: сайт /ФГАУ ГНИИ ИТТ "Информика". – Москва, 2005-2010. - URL: <http://window.edu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.11.2020)

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации обучения используется смешанное обучение, сочетающее традиционные формы аудиторных занятий и взаимодействие в электронной образовательной среде.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС(<http://orioks.miet.ru>).

В ходе реализации обучения используется смешанное обучение, модель «Перевернутый класс» - учебный процесс начинается с постановки проблемного задания, для выполнения которого студент должен самостоятельно ознакомиться с материалом, размещенным в электронной среде. В аудитории проверяются и дополняются полученные знания с использованием докладов, дискуссий и обсуждений. Работа проводится по следующей схеме: СРС (онлайновая предаудиторная работа с использованием внешнего курса) - аудиторная работа (обсуждение с представлением презентаций с применением на практическом примере изученного материала) - обратная связь с обсуждением и подведением итогов.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта, Skype.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы**: шаблоны и примеры оформления выполненной работы, разъясняющий суть работы видеоролик, требования к выполнению и оформлению результата.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются внешние электронные ресурсы:

1. Разработка на CUDA – канал YouTube «Dmitri Nesteruk» - URL: [https://www.youtube.com/watch?v=WSDBfaXWwnw&ab\\_channel=DmitriNesteruk](https://www.youtube.com/watch?v=WSDBfaXWwnw&ab_channel=DmitriNesteruk) (Дата обращения: 19.11.2020)
2. Лекция 1. История видеокарт, введение в OpenCL (Вычисления на видеокартах) – канал YouTube «Computer Science Center» - URL: [https://www.youtube.com/watch?v=L79PgDOcVfw&ab\\_channel=ComputerScienceCenter](https://www.youtube.com/watch?v=L79PgDOcVfw&ab_channel=ComputerScienceCenter) (Дата обращения: 19.11.2020)
3. Лекция 2. Введение в OpenCL. Архитектура видеокарты (Вычисления на видеокартах) – канал YouTube «Computer Science Center» - URL:

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Аудитория с комплектом мультимедийного оборудования	ОС Microsoft Windows, Microsoft Office Professional Plus, Google Chrome, Acrobat reader DC
Компьютерный класс	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	ОС Microsoft Windows, Microsoft Office Professional Plus, Google Chrome, Acrobat reader DC, AllFusion PM, AllFusion DM, Microsoft Visual Studio
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	ОС Microsoft Windows, Microsoft Office Professional Plus, Google Chrome, Acrobat reader DC

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по подкомпетенции ПК-1.ППП «Способен использовать знания основ разработки программных средств, связанных с применением технологий параллельного и распределенного программирования для решения профессиональных задач».

2. ФОС по подкомпетенции ПК-3.ППП «Способен применять знания методов, средств и технологий параллельного и распределенного программирования для решения профессиональных задач».

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://www.orioks.miet.ru/>).

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Особенности организации процесса обучения

В соответствии с календарным планом-графиком занятий и выполнения заданий, студенты должны подготавливать материал для дискуссий, выполнения самостоятельных (внеаудиторных) и аудиторных работ, пользуясь электронными ресурсами, методиками, инструкциями, размещенными в системе ОРИОКС, рекомендуемыми и дополнительными источниками информации в учебниках, монографиях, журнальных статьях и на сайтах Интернета.

Лабораторные занятия включают обсуждение актуальных вопросов и решение задач.

По мере готовности на одной из лабораторных работ проводится индивидуальная защита выполненного студентом практико-ориентированного задания.

### 11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

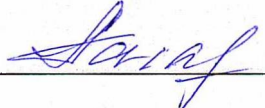
Баллами оцениваются: посещение лекций (в сумме до 4 балла), выполнение каждого контрольных мероприятий в семестре (в сумме до 78 баллов), и сдача зачета или экзамена (до 18 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий приведены в ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>.

Мониторинг успеваемости студентов проводится в течение семестра трижды: по итогам 1-8 учебных недель, 9 – 12 учебных недель, 13 – 18 учебных недель.

### РАЗРАБОТЧИК:

Профессор института СПИНТех, д.т.н.  / Е.С. Янакова /

Рабочая программа дисциплины «Параллельное и распределённое программирование» по направлению подготовки 09.04.04 «Программная инженерия» направленности (профилю) «Программная инженерия знаний и компьютерные науки» разработана в институте СПИНТех и утверждена на заседании УС института 24 ноября 2020 года, протокол № 3

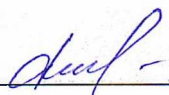
Директор института СПИНТех  / Л.Г. Гагарина /

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценке качества

Начальник АНОК  / И.М. Никулина /

Программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки  / Т.П. Филиппова /