

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович  
Должность: И.О. Ректора  
Дата подписания: 28.07.2025 12:41:08  
Уникальный программный ключ:  
f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047355

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет  
«Московский институт электронной техники»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Г. Балашов

« 08 июля » 2023 г.

М.П.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Эффективные гетерогенные вычисления»

Направление 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль) «Встраиваемые системы: от устройств IoT до роботехнических комплексов»

Москва 2023

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

**Компетенция ПК-1** «Способен проектировать элементы и устройства вычислительной техники и встраиваемых систем» сформулирована на основе профессионального стандарта **25.036 Специалист по электронике бортовых комплексов управления.**

**Обобщенная трудовая функция С (7)** - Техническое управление созданием и эксплуатацией электронных средств и электронных систем БКУ

**Трудовая функция С/05.7** Обеспечение корректности технической эксплуатации и бесперебойной работы электронных средств и электронных систем БКУ

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-1.ЭГВ Способен применять математические, естественно-научные и профессиональные знания для решения междисциплинарных задач с помощью разрабатываемого параллельного программного обеспечения с использованием oneAPI	Разработка вычислительной техники и встраиваемых сенсорных систем	<b>Знания:</b> современных методов разработки ресурсоёмких программных систем <b>Умения:</b> тестировать и отлаживать многопоточные приложения с использованием средств oneAPI <b>Опыт</b> в применении математических естественно-научных и профессиональных знаний для решения междисциплинарных задач с помощью разрабатываемого параллельного программного обеспечения с использованием oneAPI

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы (является элективной).

Входные требования к дисциплине–необходимы компетенции, связанные с высокоуровневым программированием, требуются знания особенностей многопоточности в операционных системах.

## 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)	Практические занятия (часы)		
1	2	6	216	16	64	-	100	Экз (36)

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
<b>Модуль 1.</b> Состав и функции oneAPI Разработка параллельных программ с использованием oneAPI	4	16	-	25	Тестирование Защита ЛР Проверка выполнения самостоятельного задания по тематике лабораторных работ
<b>Модуль 2.</b> Поиск основных ошибок, свойственных параллельному программированию, с использованием oneAPI Повышение эффективности параллельных программ средствами oneAPI	4	16	-	25	Тестирование Защита ЛР Проверка выполнения самостоятельного задания по тематике лабораторных работ
<b>Модуль 3.</b> Введение параллелизма с использованием oneAPI	4	16	-	25	Тестирование Защита ЛР Проверка выполнения самостоятельного задания по тематике лабораторных работ
<b>Модуль 4.</b> Индивидуальный проект: Разработка многопоточных приложений с использованием oneAPI Комплексный проект	4	16	-	25	Тестирование Защита ЛР Проверка выполнения самостоятельного задания по тематике лабораторных работ

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Подходы к параллельному программированию.
	2	2	Средства разработки параллельных программ от Intel. Обзор oneAPI
	3	2	Поиск ошибок, свойственных параллельному программированию с использованием oneAPI
	4	2	Детектирование взаимных блокировок и ошибок работы с памятью.
	5	2	Контролирование уровня детализации.
	6	2	Создание пользовательского анализа в oneAPI
	7	2	Введение параллелизма в существующий код. Оценка пригодности и корректности
	8	2	Разработка параллельных программ с использованием oneAPI

#### 4.2. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	8	Разработка параллельных программ с использованием стандарта oneAPI
	2	8	Подходы к оптимизации кода 1, Подходы к оптимизации кода 2.
2	3	8	Тонкая настройка параллельных программ с использованием oneAPI Поиск часто используемых участков кода
	4	8	Тонкая настройка параллельных программ с использованием oneAPI Поиск блокировок и ожиданий.
3	5	8	Тонкая настройка параллельных программ с использованием oneAPI Поиск часто используемых участков кода
	6	8	Тонкая настройка параллельных программ с использованием oneAPI Поиск блокировок и ожиданий.
4	7	8	Решение задач по разработке многопоточных приложений с использованием Тонкая настройка параллельных программ с использованием oneAPI
	8	8	Решение комплексных задач с использованием: - Intel Parallel Inspector. - Intel Parallel Amplifier - Intel VTune - oneAPI

## 4.2. Практические занятия

*Не предусмотрены*

### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	6	Самостоятельное изучение учебной литературы и работа с электронными ресурсами Интернет
	8	Подготовка к ЛР
	4	Подготовка к тестированию
	7	Выполнение индивидуальных самостоятельных заданий по тематике лабораторных работ
2	6	Самостоятельное изучение учебной литературы и работа с электронными ресурсами Интернет
	8	Подготовка к ЛР
	4	Подготовка к тестированию
	7	Выполнение индивидуальных самостоятельных заданий по тематике лабораторных работ
3	6	Самостоятельное изучение учебной литературы и работа с электронными ресурсами Интернет
	8	Подготовка к ЛР
	4	Подготовка к тестированию
	7	Выполнение индивидуальных самостоятельных заданий по тематике лабораторных работ
4	6	Самостоятельное изучение учебной литературы и работа с электронными ресурсами Интернет
	8	Подготовка к ЛР
	4	Подготовка к тестированию
	7	Выполнение индивидуальных самостоятельных заданий по тематике лабораторных работ

### 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 (ОРИОКС: <https://orioks.miet.ru/>):

- ✓ Учебно-методические рекомендации по дисциплине
- ✓ Ссылки на литературу по всей дисциплине
- ✓ Варианты контрольных вопросов для экзамена

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### **Литература**

1. Parallel Programming with Intel Parallel Studio XE / S. Blair-Chappell, A. Stokes. - Canada : Wiley, 2012. - 520 с. - ISBN 978-0-470-89165-0
2. Лупин С.А. Технологии параллельного программирования : Учеб. пособие / С.А. Лупин, М.А. Посыпкин; Рец. В.А. Бархоткин. - М. : Форум : Инфра-М, 2008. - 208 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0336-0; 978-5-16-003155-2
3. Intel Parallel Programming Professional (Introduction) / В.П. Гергель, В.В. Воеводин, А.В. Сысоев [и др.]. - 2-е изд. - М. : ИНТУИТ.РУ, 2016. - 568 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/100606> (дата обращения: 09.02.2023).
4. Биллиг В.А. Параллельные вычисления и многопоточное программирование / В.А. Биллиг. - 2-е изд., испр. - М. : ИНТУИТ, 2016. - 310 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/100361> (дата обращения: 09.02.2023).
5. Янакова Е.С. Основы параллельного и распределенного программирования : Учеб. пособие / Е.С. Янакова, А.А. Доронина, А.Б. Муравьев; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2020. - 128 с. - Имеется электронная версия издания. - ISBN 978-5-7256-0939-4

### **Нормативная литература**

ГОСТ 7.32-2017 СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления (с Поправками) = System of standards on information, librarianship and publishing. The research report. Structure and rules of presentation : Межгосударственный стандарт : Введ. 01.07.2018 : Взамен ГОСТ 7.32-2001. - Москва : Стандартинформ, 2018. - [ л.]. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200157208> (дата обращения: 09.02.2023). - Текст : электронный.

### **Периодические издания**

1. ACM TRANSACTIONS ON COMPUTER SYSTEMS = TOCS / Association for Computing Machinery. - USA : ACM Inc., 1983 - . - URL: <https://dl.acm.org/journal/tocs> (дата обращения: 11.03.2021). - Режим доступа: по подписке МИЭТ. - ISSN 0734-2071 (Print); 1557-7333 (Online). - Текст : электронный.
2. IEEE TRANSACTIONS ON PARALLEL AND DISTRIBUTED SYSTEMS. - New York : IEEE, 1990 - . - URL: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=71>. - Режим доступа: по подписке МИЭТ
3. JOURNAL OF PARALLEL AND DISTRIBUTED COMPUTING = JPDC. - USA : Elsevier Inc., 1984 - . - URL: <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-parallel-and-distributed-computing> (дата обращения: 09.02.2023). - Режим доступа: по подписке МИЭТ. - ISSN 0743-7315 (Print); 1096-0848 (Online). - Текст : электронный.

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

1. Лань: Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 09.02.2023). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.
2. 1. IEEE/IET Electronic Library (IEL) = IEEE Xplore : Электронная библиотека. - USA ; UK, 1998-. - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения : 09.02.2023). - Режим доступа: по подписке.

3. Юрайт: Электронно-библиотечная система: образовательная платформа. - Москва, 2013  
 - . - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения: 18.10.2023); Режим доступа: для авторизированных пользователей МИЭТ.

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации дисциплины используется **смешанное обучение**, в основе которого лежит интеграция технологий традиционного и электронного освоения компетенций, в частности за счет использования таких инструментов как онлайн тестирование, взаимодействие со студентами в электронной образовательной среде.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

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

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах тестирования в ОРИОКС и MOODLe.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Компьютер с мультимедийным оборудованием.	Операционная система Windows 10; Пакет программ Microsoft Office; Acrobat reader.
Лаборатория распределенных и параллельных вычислений	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ.	Win pro от 7; QtCreator IDE; Microsoft Visual Studio; браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Win pro от 7, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC

## **10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ФОРМИРОВАННОСТИ ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ**

ФОС по подкомпетенции ПК-1.ЭГВ «Способен применять математические, естественно-научные и профессиональные знания для решения междисциплинарных задач с помощью разрабатываемого параллельного программного обеспечения с использованием oneAPI».

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <https://orioks.miet.ru>.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **11.1. Особенности организации процесса обучения**

Материал дисциплины представлен четырьмя модулями. Материал представлен четырьмя модулями. В первом модуле рассматривается состав и функции oneAPI. Во втором модуле студенты узнают о возможностях поиск основных ошибок, свойственных параллельному программированию, с использованием oneAPI. Повышение эффективности параллельных программ средствами oneAPI. В третьем модуле рассматривают введение параллелизма с использованием oneAPI. В четвертом модуле студенты разрабатывают индивидуальный проект: Разработка многопоточных приложений с использованием Intel Cilk Plus Комплексный проект

Для закрепления полученных знаний и в качестве практической составляющей подготовки студентов, ими выполняются самостоятельные индивидуальные работы по тематике лабораторных работ. Самостоятельные работы могут проходить как аудиторно (в аудитории для самостоятельной подготовки), так и дома. Самостоятельные работы включают в себя использование практических навыков, но без помощи преподавателя и выполняются каждым студентом индивидуально.

По завершению обучения проводится защита проекта, она может проводиться как на семинарских занятиях так и дистанционно (путем общения с преподавателем по средствам электронной связи).

Критерием оценки самостоятельной работы студента является совокупность данных, реализованных и продемонстрированных в каждом конкретном случае.

Полученные знания на лекциях, а также на лабораторных работах используются студентами при выполнении индивидуального проекта, а также при написании выпускных квалификационных работ. Опыт, полученный студентами при выполнении лабораторных работ, несомненно, пригодится при работе по специальности.

### **11.2. Система контроля и оценивания**

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 100 баллов).

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

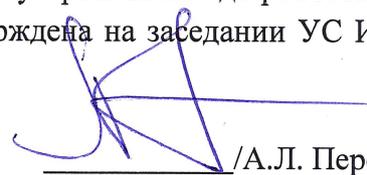
### **РАЗРАБОТЧИК:**

Доцент Института МПСУ, к.т.н.

 Д.В. Калеев

Рабочая программа дисциплины «Эффективные гетерогенные вычисления» по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль) «Встраиваемые системы: от устройств IoT до роботехнических комплексов» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании УС Института МПСУ «23» октября 2023 г. протокол № 1.

Директор Института МПСУ

  
/А.Л. Переверзев/

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества:

Начальник АНОК

  
/И.М. Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ:

Директор библиотеки

  
/Т.П. Филиппова/