

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 18.09.2026 14:31:39
Уникальный программный ключ:
488ddcd30399efca200d034e027f45455f6eb1b9

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

«14» *сентября* 2025 г.

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Параллельное программирование»

Направление подготовки – 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

Направленность (профиль) – «Информационно-управляющие и вычислительные системы»

Москва 2025 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-1 – «Способен разрабатывать программное обеспечения вычислительной техники и высокопроизводительных систем» сформулирована на основе профессионального стандарта 06.028 Системный программист.

Обобщенная трудовая функция D (7) - Организация разработки системного программного обеспечения

Трудовая функция – D/01.7 Планирование разработки системного программного обеспечения

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-1.ПП Способен разрабатывать программное обеспечение для параллельных вычислительных систем	Разработка программного обеспечения вычислительной техники и высокопроизводительных систем.	Знания основных понятий и принципов в параллельном программировании. Умения использовать библиотеки MPI, PVM, OpenMP при разработке программного обеспечения. Опыт деятельности в области разработки программного обеспечения для параллельных систем.

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, полученные при изучении дисциплин «Микропроцессорные средства и системы» «Цифровая схемотехника» и «Численные методы».

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)		
2	3	5	180	16	32	-	96	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия		
Модуль 1 Архитектура параллельных вычислительных систем. Модели параллельных вычислений.	4	8	-	24	Тестирование Защита лабораторных работ (ЛР) Предоставление на проверку результатов индивидуального задания (ИЗ)
Модуль 2 Системы с разделяемой памятью. Библиотека OpenMP. Параллелизм в C++, Параллельные алгоритмы.	4	8	-	24	Тестирование Защита ЛР Предоставление на проверку результатов ИЗ
Модуль 3 Распределенные системы. Библиотека MPI.	4	8	-	24	Тестирование Защита ЛР Предоставление на проверку результатов ИЗ
Модуль 4 Гетерогенные системы. Модели гетерогенных вычислений.	4	8	-	24	Тестирование Защита ЛР Предоставление на проверку результатов ИЗ

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекционного занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	2	Архитектура параллельных вычислительных систем. Пиковая и максимальная достижимая вычислительная мощность.
	2	2	Модели параллельных вычислений. Эффективность и стоимость параллельных вычислений.
2	3	2	Системы с разделяемой памятью. Программирование на потоках.
	4	2	Корректность и эффективность вычислений в системах с разделяемой памятью. Параллельные алгоритмы.
3	5	2	Системы с распределенной памятью. Программирование на процессах (SPMD/MPMD). Декомпозиция исходной задачи и коммуникация между процессами.
	6	2	Семантика MPI. Типы операций пересылки сообщений. Виртуальные топологии.
4	7	2	Производительность и масштабируемость параллельных программ в системах с распределенной памятью. Гибридные модели – параллелизм на уровне процессов + параллелизм на уровне потоков.
	8	2	Гетерогенные системы, программные модели гетерогенных вычислений.

4.2 Практические занятия

Не предусмотрены

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
1	1	4	Оценка пиковой производительности вычислительной системы. Бенчмаркинг. Использование Intel Advisor для построения графика Roofline.
	2	4	Разработка последовательного алгоритма для решения задачи из линейной алгебры. Проверка корректности алгоритма. Оценка потенциальной эффективности применения параллелизма в задаче.
2	3	4	Разработка параллельной версии программы с использованием OpenMP. Анализ на наличие типичных проблем в параллельных программах.

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
			Оценка реальной эффективности параллельной программы.
	4	4	Разработка параллельной версии программы на потоках в C++. Использование стандартной библиотеки C++ для параллельных вычислений.
3	5	4	Разработка простейших MPI приложений: Точечные пересылки и типы операций обмена (блокирующие/не блокирующие) – обмен сообщениями с соседями по цепочке. Коллективные пересылки в MPI. Изучение принципов выполнения broadcast/gather операций – реализация коллективных операций на распределенных векторах.
	6	4	Реализация параллельной программы в многопроцессорной системе - решение уравнения Пуассона.
4	7	4	Разработка комбинированной программы MPI + OMP.
	8	4	Разработка простейшей гетерогенной программы – CPU + GPU вычисления.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	6	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов по материалам лабораторных работ
	2	Выполнение тестирования
	8	Подготовка к защите ЛР
	8	Выполнение индивидуального задания
2	6	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов по материалам лабораторных работ
	2	Подготовка к тестированию
	8	Подготовка к защите ЛР
	8	Выполнение индивидуального задания
3	6	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов по материалам лабораторных работ
	2	Подготовка к тестированию
	8	Подготовка к защите ЛР
	8	Выполнение индивидуального задания

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
4	6	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов по материалам лабораторных работ
	2	Подготовка к тестированию
	8	Подготовка к защите ЛР
	8	Выполнение индивидуального 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 (ОРИОКС// [URL:https://orioks.miet.ru/](https://orioks.miet.ru/)):

- Учебно-методические рекомендации по дисциплине
- Методические пособия по выполнению лабораторных работ
- Варианты вопросов для тестов
- Методические рекомендации по выполнению индивидуального задания
- Ссылки на литературу по всей дисциплине

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Лупин С.А. (Автор МИЭТ, ВТ). 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 : 116-93, 2000 экз.
2. 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: 07.01.2025). - 0-00.
3. Янакова Е.С. (Автор МИЭТ, Ин-т СПИНТех). Основы параллельного и распределённого 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 : б.ц., 75 экз.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. IEEE/IET Electronic Library (IEL) [Электронный ресурс] = IEEE Xplore: Электронная библиотека. - USA; UK, 1998-. - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата

обращения: 07.01.2025). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта «Национальная подписка»

2. Лань: Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 07.01.2025). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

3. Юрайт: Электронно-библиотечная система: образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения: 07.01.2025); Режим доступа: для авторизованных 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, а также 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 и социальные сети.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы**, которые входят в перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем.

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. Телевизор LG 55LV770S	Операционная система Windows 10; Пакет программ Microsoft Office; Acrobat reader.
Лаборатория высокопроизводительных систем	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ.	Операционная система Microsoft Windows Microsoft Office браузер Acrobat reader DC Qt Creator IDE; Visual Studio One API Git
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и	Операционная система Microsoft Windows Microsoft Office браузер

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
	обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции **ПК-1.ПП** «Способен разрабатывать программное обеспечение для параллельных вычислительных систем

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

В настоящем курсе «Параллельное программирование» материал представлен четырьмя модулями. В первом модуле рассматриваются общие вопросы реализации ресурсоёмких приложений на параллельной платформе. Во втором - студенты узнают об особенностях разработки параллельных приложений для систем с разделяемой памятью, познакомятся с библиотекой OpenMP, встроенными инструментами языка C++ для написания параллельных программ. В третьем модуле будут рассмотрены системы с распределенной памятью, библиотека MPI и модель SPMD. Студенты научатся применять их на практике. Четвёртый модуль познакомит студентов с основами разработки программ под гетерогенные системы. Все модули могут быть изучены как логически-законченные темы с собственными индивидуальными заданиями на лабораторных работах.

Для закрепления полученных знаний и в качестве практической составляющей подготовки студентов, ими выполняются индивидуальные задания по тематике лабораторных работ. Индивидуальные задания могут выполняться как аудиторно (в аудитории для самостоятельной подготовки), так и дома. Задания включают в себя использование практических навыков при расчете данных, полученных на лабораторных работах, но без помощи преподавателя и выполняются каждым студентом индивидуально.

Критерием оценки индивидуальных заданий является совокупность данных, реализованных и продемонстрированных в каждом конкретном случае.

Полученные знания используются студентами при выполнении индивидуального задания, 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 контрольных мероприятий в течении семестра в семестре (в сумме 60 баллов максимально), и сдача экзамена (40 балла максимально).

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент Института МПСУ, к.т.н.



Д.В. Калеев

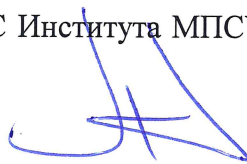
Ассистент Института МПСУ



К.Ю. Сандалов

Рабочая программа дисциплины «Параллельное программирование» по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», направленности (профиля) «Информационно-управляющие и вычислительные системы» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании УС Института МПСУ «22» января 2025 г., протокол № 5.

Директор Института МПСУ

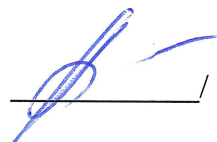


/А.Л. Переверзев/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

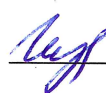
Начальник АНОК



/ И.М. Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

/ Директор библиотеки



/ Т.П. Филиппова /