

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЛГПУ»)**

Структурное подразделение Институт физико-математического
образования, информационных и обслуживающих технологий
Кафедра информационных образовательных технологий и систем

УТВЕРЖДАЮ

Врио директора ИФМОИОТ

Е.А. Журавлева

« 15 » _____ 2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы параллельных вычислений

По направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия
Профиль подготовки Программное обеспечение систем и комплексов
Квалификация выпускника бакалавр
Форма обучения очная
Курс ОФО – 3 курс

Луганск, 2025

Рабочая программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы для подготовки бакалавров по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия очной формы обучения.

Рабочая программа учебной дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия», утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 № 920 (с изменениями и дополнениями) и Профессиональным стандартом, утвержденным Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «Об утверждении профессионального стандарта 06.001 «Программист» от 20.07.2022 № 424н.

СОСТАВИТЕЛЬ:

доцент кафедры информационных образовательных технологий и систем,
д.т.н. Капустин Денис Алексеевич

Утверждена на заседании кафедры информационных образовательных технологий и систем

Протокол от «14» января 2025 г. № 9

Заведующий кафедрой информационных образовательных технологий и систем

(подпись)

Д.А. Капустин

Одобрена на заседании учебно-методической комиссии Института физико-математического образования, информационных и обслуживающих технологий

Протокол от «15» января 2025 г. № 6

Председатель учебно-методической комиссии Института физико-математического образования, информационных и обслуживающих технологий

(подпись)

О.В. Давыскиба

СОГЛАСОВАНО:

Директор Департамента образования

(подпись)

В.В. Савенков

1. Цели и задачи дисциплины

Цели изучения дисциплины: формирование у обучающихся профессиональных компетенций в процессе изучения принципов параллельного программирования и областей применения параллельных программ.

Задачи:

- освоения языков параллельного программирования, международных соглашений и стандартов в этой области;
- изучения основ разработки программного обеспечения для многопроцессорных систем;
- формирования знаний по системам параллельного программирования.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Основы параллельных вычислений» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана (Б1.В.17). Дисциплина реализуется кафедрой информационных образовательных технологий и систем (4) Институт физико-математического образования, информационных и обслуживающих технологий ФГБОУ ВО «ЛГПУ».

Необходимым условием для освоения учебной дисциплины являются знания концепции параллельного программирования и современных систем параллельного программирования. умения реализовывать параллельный подход при создании программного обеспечения и анализировать сложность параллельных вычислений; владение методикой параллельного программирования и навыками её использования.

Содержание дисциплины «Основы параллельных вычислений» является логическим продолжением содержания дисциплин «Математический анализ», «Компьютерная дискретная математика», «Вычислительные алгоритмы» и основой для дальнейшего освоения дисциплин: «Тестирование и отладка программного обеспечения».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код по ФГОС ВО	Индикатор достижения	Результаты обучения по дисциплине
Профессиональные		
ПК-3. Владеет навыками использования различных технологий разработки программного обеспечения	ПК-3.1. Знать методы и технологии разработки программного обеспечения компьютерных вычислительных систем ПК-3.2. Уметь определять оптимальные методы и	Знает методы и технологии разработки программного обеспечения компьютерных вычислительных систем Умеет определять оптимальные методы и технологии разработки

	технологии разработки программного обеспечения компьютерных вычислительных систем и комплексов ПК-3.3. Владеть навыками применения технологий разработки программного обеспечения систем и комплексов	программного обеспечения компьютерных вычислительных систем и комплексов Владеет навыками применения технологий разработки программного обеспечения систем и комплексов
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (3 зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	108	
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего часов), в том числе:	48	
Лекции	14	
Семинарские занятия		
Практические занятия		
Лабораторные работы	34	
Курсовая работа / курсовой проект		
Другие формы организации учебного процесса (контрольные работы, индивидуальные занятия, консультации и др.)	36	
Самостоятельная работа студента (всего)	24	
Форма аттестация	Экзамен	

4.2. Содержание дисциплины

Тема 1. Теоретические основы параллельных вычислений

Терминология параллельных вычислений. Архитектура параллельных вычислительных систем. Классификация компьютерных систем. детализация архитектур по достижимой степени параллелизма. Векторно-конвейерные компьютеры. Вычислительные системы с распределенной памятью (мультимикомпьютеры). Параллельные компьютеры с общей памятью (мультимикропроцессоры). Кластеры. Концепция grid и метакомпьютинг. Построение оценок производительности и эффективности параллельных компьютеров. Основные понятия и предположения. построение соотношений для оценки производительности. Законы Амдала. Производительность конвейерных систем. Масштабируемость параллельных вычислений. Построение параллельных алгоритмов: инженерный подход. Классификация алгоритмов по типу параллелизма. Общая схема этапов разработки параллельных алгоритмов.

Тема 2. Использование многопоточности в параллельных вычислениях

Декомпозиция в задачах с параллелизмом по данным. Блочная декомпозиция с учетом локализации подобластей. Общие рекомендации по разработке параллельных программ. Как работает threading. Создание и запуск потоков. Передача данных в поток. Основные свойства потоков. Синхронизация выполнения потоков. Статус выполнения потока. Блокировка. Mutex. Семафор. Сигнализация с помощью классов EventWaitHandle

Тема 3. Параллельные вычисления с использованием технологий TPL

Параллельное программирование в .net 4.0. Параллельный цикл for. Параллельный цикл foreach. Завершение параллельных циклов. Исключения и параллельные циклы. Параллельность задач и использование parallel.invoke. Ожидание завершения параллельных задач. Задачи продолжения. Отмена выполнения задач. Параллельный linq.

Тема 4. Параллельное программирование с использованием MPI
Введение в MPI. Начало работы с MPI с помощью Visual Studio 2013. Основные функции MPI. MPI SEND AND RECEIVE. Элементарные типы данных MPI. Коллективные коммуникации в MPI. Функции scatter, gather и allgather. Функции MPI reduce and allreduce. Группы и коммутаторы в MPI. Создание собственных коммутаторов.

Тема 5. Параллельное программирование с использованием OpenMP
Введение в OpenMP. Основы OpenMP. Использование OpenMP для распараллеливания вычислений. C++. Параллельные регионы. Конструкции OpenMP. Конструкции OpenMP для распределения работ. Зависимость по данным в OpenMP. Средства синхронизации в OpenMP. Расширенные возможности OpenMP. Отладка OpenMP кода.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
6 семестр			
1	Тема 1. Теоретические основы параллельных вычислений	4	
2	Тема 2. Использование многопоточности в параллельных вычислениях	4	
3	Тема 3. Параллельные вычисления с использованием технологий TPL	2	
4	Тема 4. Параллельное программирование с использованием MPI	2	
5	Тема 5. Параллельное программирование с использованием OpenMP	2	
Итого:		14	

4.4. Практические занятия

Не предусмотрены учебным планом

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
6 семестр			
1	Распараллеливание основных векторных операций с использованием низкоуровневых интерфейсов. Windows API	4	
2	Распараллеливание основных векторных операций с использованием низкоуровневых интерфейсов. POSIX Threads	4	
3	Реализация параллельных алгоритмов основных векторных операций с использованием OpenMP и программных инструментов Intel	4	
4	Параллельные алгоритмы основных матричных операций	4	
5	Численное решение спектральной задачи для матриц	4	
6	Параллельные алгоритмы вычислительной алгебры. Метод Монте-Карло	4	
7	Параллельные алгоритмы численного решения дифференциальных уравнений	6	
8	Параллельные алгоритмы на графах. Декомпозиция по задачам в OpenMP 3.0	4	
Итого:		34	

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название раздела / темы	Вид самостоятельной работы	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
6 семестр				
1	Параллельные и распределенные вычисления и их техническая основа – вычислительные кластеры, ГРИД-системы и суперкомпьютеры.	Изучение лекционного материала, подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4	
2	Конвейерные и векторные вычисления. Процессорные матрицы. Многопроцессорные вычислительные системы с общей и распределенной памятью	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4	
3	Модели параллельных	Подготовка к	4	

	вычислительных процессов. Концепция неограниченного параллелизма. Компьютер с неограниченным параллелизмом	лабораторным работам и оформление отчетов		
4	Модель алгоритма в виде графа "операнд - операции". Представление алгоритма в виде графа потока данных.	Выполнение домашнего задания	4	
5	Модель параллельных вычислений в виде сети Петри. Основные понятия теории сетей Петри.	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8	
Итого:			24	

4.7. Курсовые работы / проекты

Не предусмотрены учебным планом

5. Методическое обеспечение, образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий.

Наряду с методикой традиционной лекционно-практической работы предусмотрено использование активных форм и методов учебной деятельности, в том числе: учебные дискуссии, беседы, мозговой штурм.

Методика проблемно-диалогического обучения применяется в процессе лекционной работы над учебным материалом в каждой из тем учебной дисциплины.

Методика обучения в сотрудничестве с применением командных, групповых видов работы используется в процессе организации лабораторных работ.

Методика исследовательской деятельности используется как основа для организации самостоятельной работы студентов в объеме учебных тем. Применяются средства мультимедиа: презентации, видео, базы ЭОР.

Информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект, размещенный во внутренней сети или т.п.) при подготовке к лекциям, лабораторным работам и самостоятельной работе.

Работа в команде, проектная деятельность: совместная работа студентов в группе при выполнении лабораторных работ.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы в следующих формах: выполнение лабораторных работ; защита лабораторных работ.

Промежуточный контроль по результатам освоения дисциплины проходит в форме экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы).

Система оценивания учебных достижений студентов, оценочные средства представлены в фонде оценочных средств к рабочей программе учебной дисциплине (в приложении).

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины

А) основная литература:

1. Малявко, А. А. Параллельное программирование на основе технологий OPENMP, MPI, CUDA: учебное пособие для академического бакалавриата / А. А. Малявко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 129 с.

2. Алексеев, А. А. Основы параллельного программирования с использованием Visual Studio 2010 : учебное пособие / А. А. Алексеев. — 3-е изд. — Москва, Саратов : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 330 с. — ISBN 978-5-4497-0341-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/89456.html> (дата обращения: 24.01.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Основы работы с технологией параллельных вычислений CUDA : учебное пособие / составитель С. И. Елесина. — Рязань : РГРТУ, 2020. — 80 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/220436> (дата обращения: 24.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA : учебное пособие / А. В. Боресков, А. А. Харламов, Н. Д. Марковский [и др.]. — Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2015. — 336 с. — ISBN 978-5-19-011058-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/54647.html> (дата обращения: 24.01.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Николаев, Е. И. Параллельные вычисления : учебное пособие / Е. И. Николаев. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 185 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/66086.html> (дата обращения: 24.01.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Б) дополнительная литература:

6. Савельев, В.А. Распараллеливание программ / В.А. Савельев, Б.Я. Штейнберг; Федеральное агентство по образованию Российской Федерации,

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южный федеральный университет". – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2016. – 192 с.

7. Параллельные вычисления общего назначения на графических процессорах : учебное пособие / К. А. Некрасов, С. И. Поташников, А. С. Боярченко, А. Я. Купряжкин. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 104 с. — ISBN 978-5-7996-1722-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/69657.html> (дата обращения: 24.01.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

В) Интернет-ресурсы:

8. MPI. www.mpi-forum.org

9. OpenMP. www.openmp.org

10. DVM-система. www.keldysh.ru/dvm

11. NVIDIA CUDA Zone. www.nvidia.ru/object/cuda_home_new_ru.html

12. NVIDIA Developer Zone. <http://developer.nvidia.com/cuda-downloads>

13. NVIDIA Tesla. www.nvidia.ru/page/tesla_computing_solutions.html

14. NVIDIA Tesla. Инструменты разработчика. www.nvidia.ru/object/tesla_software_ru.html

15. CUDA Documents. <http://docs.nvidia.com/cuda/index.html>

16. Лань – электронная библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/>

17. IPR SMART – электронная библиотечная система. URL: <https://www.iprbookshop.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций/слайдов, аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и т.п.

Лабораторные работы: компьютерный класс, оснащенный мультимедийным проектором, интерактивной доской, сетевой инфраструктурой и организованным доступом в Интернет, пакеты ПО: Visual Studio, OpenMP 3.0, Intel Parallel Studio.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет, рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде и т.п.

9. Лист дополнений и изменений

[illegible]