

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ИФМОИОТ

Е.Е. Горбенко

2023 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, заочная  
**Курс** ОФО – 3 курс, ЗФО – 4 курс

Луганск, 2023

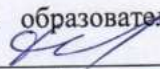
Рабочая программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы для подготовки бакалавров по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия очной и заочной форм обучения.

Рабочая программа учебной дисциплины разработана в соответствии ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 920 и Профессиональным стандартом, утвержденным Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «Об утверждении профессионального стандарта 06.001 «Программист» от 20.07.2022 № 424н.

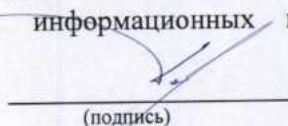
**СОСТАВИТЕЛЬ:**

доцент кафедры информационных образовательных технологий и систем  
Капустин Денис Алексеевич

Утверждена на заседании кафедры информационных образовательных технологий и систем  
Протокол от «24» ноября 2023 г. №8


Заведующий кафедрой информационных образовательных технологий и систем  
 Д.А. Капустин  
(подпись)

Одобрена на заседании учебно-методической комиссии Института физико-математического образования, информационных и обслуживающих технологий  
Протокол от «06» декабря 2023 г. №5

Председатель учебно-методической комиссии Института физико-математического образования, информационных и обслуживающих технологий  
 О.В. Давыскиба  
(подпись)

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий учебно-методическим отделом

 В.В. Савенков  
(подпись)

## **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: дальнейшего освоения дисциплин: «Тестирование и отладка программного обеспечения».

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

<b>Код по ФГОС ВО</b>	<b>Индикатор достижения</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине</b>
<b>Профессиональные</b>		
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
<b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего часов), в том числе:</b>	<b>48</b>	<b>12</b>
Лекции	14	6
Семинарские занятия		
Практические занятия		
Лабораторные работы	34	6
Курсовая работа / курсовой проект		
Другие формы организации учебного процесса (контрольные работы, индивидуальные занятия, консультации и др.)	36	9
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>24</b>	<b>87</b>
Форма аттестация	Экзамен	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 (мультикомпьютеры). Параллельные компьютеры с общей памятью (мультипроцессоры). 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 / 10-11 триместр			
1	Тема 1. Теоретические основы параллельных вычислений	6	2
2	Тема 2. Использование многопоточности в параллельных вычислениях	2	1
3	Тема 3. Параллельные вычисления с использованием технологий TPL	2	
4	Тема 4. Параллельное программирование с использованием MPI	2	1
5	Тема 5. Параллельное программирование с использованием OpenMP	2	2
Итого:		14	6

#### 4.4. Практические занятия

Не предусмотрены учебным планом

#### 4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
6 семестр / 10-11 триместр			
1	Распараллеливание основных векторных операций с использованием низкоуровневых интерфейсов. Windows API	4	2
2	Распараллеливание основных векторных операций с использованием низкоуровневых интерфейсов. POSIX Threads	4	2
3	Реализация параллельных алгоритмов основных векторных операций с использованием OpenMP и программных инструментов Intel	4	2
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	6

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название раздела / темы	Вид самостоятельной работы	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
6 семестр / 10-11 триместр				
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	18
2	Конвейерные и векторные вычисления. Процессорные матрицы. Многопроцессорные вычислительные системы с общей и распределенной памятью	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4	18

3	Модели параллельных вычислительных процессов. Концепция неограниченного параллелизма. Компьютер с неограниченным параллелизмом	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	4	18
4	Модель алгоритма в виде графа "операнд - операции". Представление алгоритма в виде графа потока данных.	Выполнение домашнего задания	4	18
5	Модель параллельных вычислений в виде сети Петри. Основные понятия теории сетей Петри.	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	8	15
<b>Итого:</b>			<b>24</b>	<b>87</b>

#### **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 дисциплины (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. Богачев, К. Ю. Основы параллельного программирования: учеб. пособие / К. Ю. Богачев. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. — 342 с.

3. Боресков А.В., Харламов А.А. Основы работы с технологией CUDA. — М.: Изд-во «ДМК Пресс», 2010. — 232 с.

Б) дополнительная литература:

1. Савельев, В.А. Распараллеливание программ / В.А. Савельев, Б.Я. Штейнберг. — Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2016. — 192 с.

в) Интернет-источники

1. MPI. [www.mpi-forum.org](http://www.mpi-forum.org)

2. OpenMP. [www.openmp.org](http://www.openmp.org)

3. DVM-система. [www.keldysh.ru/dvm](http://www.keldysh.ru/dvm)

4. NVIDIA CUDA Zone. [www.nvidia.ru/object/cuda\\_home\\_new\\_ru.html](http://www.nvidia.ru/object/cuda_home_new_ru.html)

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

6. NVIDIA Tesla. [www.nvidia.ru/page/tesla\\_computing\\_solutions.html](http://www.nvidia.ru/page/tesla_computing_solutions.html)

7. NVIDIA Tesla. Инструменты разработчика. [www.nvidia.ru/object/tesla\\_software\\_ru.html](http://www.nvidia.ru/object/tesla_software_ru.html)

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

## **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]