

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Косенок Сергей Михайлович  
Должность: ректор  
Дата подписания: 25.06.2025 13:47:05  
Уникальный программный ключ:  
e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

**Бюджетное учреждение высшего образования**  
Ханты-Мансийского автономного округа-Югры  
"Сургутский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР

\_\_\_\_\_ Е.В. Коновалова

11 июня 2025г., протокол УМС №5

# МОДУЛЬ БАЗОВЫЙ ПРОГРАММНЫЙ

## Параллельное программирование

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Автоматики и компьютерных систем**

Учебный план b090304-ПОКС-25-4.plx  
09.03.04 ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ  
Направленность (профиль): Программное обеспечение компьютерных систем

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144  
в том числе: Виды контроля в семестрах:  
экзамены 8

аудиторные занятия 48  
самостоятельная работа 69  
часов на контроль 27

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	уп	рп		
Неделя	8 1/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	32	32	32	32
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48	48	48	48
Сам. работа	69	69	69	69
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*к.т.н., доцент, доцент, Гришмановский Павел Валерьевич*

Рабочая программа дисциплины

**Параллельное программирование**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 920)

составлена на основании учебного плана:

09.03.04 ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Направленность (профиль): Программное обеспечение компьютерных систем  
утвержденного учебно-методическим советом вуза от 11.06.2025 протокол № 5.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Автоматики и компьютерных систем**

Зав. кафедрой к.т.н., доцент Запевалов Андрей Валентинович

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
1.1	Целью преподавания дисциплины является формирование у студента:
1.2	– понимания организации параллельных вычислений;
1.3	– комплекса знаний о современных аппаратных и программных технологиях и средствах создания параллельных вычислительных процессов и их взаимодействия;
1.4	– навыков по реализации параллельных вычислений при решении прикладных задач.

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП</b>	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.О.05
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Дискретная математика
2.1.2	Иностранный язык
2.1.3	Операционные системы
2.1.4	Технология разработки программного обеспечения
2.1.5	Структуры и алгоритмы обработки данных
2.1.6	Структурное программирование
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Производственная практика, преддипломная практика

<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>
<b>ОПК-6.1: Разрабатывает алгоритмическое и программное обеспечение на основных языках программирования высокого уровня</b>

<b>ОПК-5.2: Производит установку программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем</b>
--

<b>ОПК-2.1: Выбирает современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности.</b>
---

<b>ОПК-2.2: Использует современные программные средства для решения задач профессиональной деятельности</b>
---

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	Способы организации параллельных вычислительных процессов.
3.1.2	Основные понятия и принципы параллельного программирования.
3.1.3	Структуру, методы и функции параллельных технологий программирования OpenMP, MPI, CUDA.
3.1.4	Ограничения (соглашения) применяемых технологий параллельного программирования.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	Выбирать подходящие технологии, методы, алгоритмы параллельного программирования для решения задачи.
3.2.2	Определять возможное ускорение решения вычислительных задач за счет распараллеливания последовательной программы.
3.2.3	Разрабатывать программы для решения задач прикладного характера с использованием технологий параллельных вычислений.
3.2.4	Применять технологии параллельного программирования OpenMP, MPI, CUDA для повышения производительности существующих последовательных программ.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Примечание
	<b>Раздел 1. Введение</b>					
1.1	Модели параллельного программирования. Основные архитектуры многопроцессорных и многоядерных вычислительных систем. Инструменты создания параллельных программ. Способы реализации параллельных и распределенных вычислений. /Лек/	8	2	ОПК-2.1 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Э1 Э4	
1.2	Лабораторная работа № 1 /Лаб/	8	4	ОПК-2.2 ОПК-6.1	Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э4 Э5	
1.3	Работа с материалами по теме. Подготовка к выполнению лабораторной работы. /Ср/	8	8	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э4 Э5	
	<b>Раздел 2. Параллельные вычисления в системах с общей</b>					
2.1	Понятие процесса, потока и многопоточности. Технология OpenMP, особенности и компоненты. Задание параллельной области. Классы переменных. Вложенный параллелизм. /Лек/	8	2	ОПК-2.1 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э3	
2.2	Директивы распределения и синхронизации работы. Распараллеливание выполнения циклов. Распределение нескольких структурных блоков между потоками. Распределение работы на основе независимых задач. Синхронизация выполнения различных потоков. /Лек/	8	2	ОПК-2.1 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э3	
2.3	Понятие векторных вычислений. Векторизация исполняемого кода в современных процессорах. Возможности векторизации в стандарте OpenMP. Ускорение при использовании векторных вычислений с другими видами параллелизма. /Лек/	8	2	ОПК-2.1 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э3	
2.4	Лабораторная работа № 2 /Лаб/	8	4	ОПК-2.2 ОПК-5.2 ОПК-6.1	Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э5	
2.5	Лабораторная работа № 3 /Лаб/	8	6	ОПК-2.2 ОПК-5.2 ОПК-6.1	Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э5	
2.6	Работа с материалами по теме. Подготовка к выполнению лабораторной работы. /Ср/	8	20	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-5.2 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э5	
	<b>Раздел 3. Параллельные вычисления в системах с распределённой памятью</b>					

3.1	Стандарт MPI. Основные понятия и определения, состав MPI. Синтаксис функций MPI. Первая параллельная программа с использованием MPI. Прием и передача сообщений между отдельными процессами. Двухточечные, блокирующие и неблокирующие обмены сообщениями. Производные типы данных. /Лек/	8	2	ОПК-2.1 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.4 Э1 Э8 Э9	
3.2	Коллективные операции. Широковещательная рассылка. Функции распределения данных по всем процессам. Функции сбора данных со всех процессов. Функции редукции. Группы и коммутаторы. Виртуальные топологии. Декартова топология. Топология графа. Организация пересылок данных. /Лек/	8	2	ОПК-2.1 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.4 Э1 Э8 Э9	
3.3	Лабораторная работа № 4 /Лаб/	8	4	ОПК-2.2 ОПК-5.2 ОПК-6.1	Л2.1 Л2.2 Л2.4Л3.2 Э1 Э2 Э5 Э8 Э9	
3.4	Лабораторная работа № 5 /Лаб/	8	4	ОПК-2.2 ОПК-5.2 ОПК-6.1	Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э5 Э8 Э9	
3.5	Работа с материалами по теме. Подготовка к выполнению лабораторной работы. /Ср/	8	20	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-5.2 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2Л3.2 Э1 Э2 Э5 Э8 Э9	
	<b>Раздел 4. Массивно-параллельные вычисления</b>					
4.1	Понятие и различие векторных и массивно-параллельных вычислений. Организация вычислений в графических ускорителях. Принципиальные различия между GPU и CPU. Технология CUDA. Особенности программирования под GPU. Понятия треда, варпа, блока и грида. /Лек/	8	2	ОПК-2.1 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.4 Э1 Э6 Э7	
4.2	Модель памяти GPU. Глобальная, константная, текстурная, локальная, разделяемая и регистровая память. Команды работы с памятью. Особенности использования каждого типа памяти. Размещение данных в различной памяти. Конфликты банков в разделяемой памяти. /Лек/	8	2	ОПК-2.1 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.4 Э1 Э6 Э7	
4.3	Лабораторная работа № 6 /Лаб/	8	4	ОПК-2.2 ОПК-5.2 ОПК-6.1	Л2.2 Л2.4Л3.3 Э1 Э2 Э5 Э6 Э7	
4.4	Лабораторная работа № 7 /Лаб/	8	6	ОПК-2.2 ОПК-5.2 ОПК-6.1	Л2.2 Л2.4Л3.3 Э1 Э2 Э5 Э6 Э7	
4.5	Работа с материалами по теме. Подготовка к выполнению лабораторной работы. /Ср/	8	21	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-5.2 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.4Л3.3 Э1 Э2 Э5 Э6 Э7	

4.6	/Контр.раб./	8	0	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-5.2 ОПК-6.1	Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	
<b>Раздел 5. Промежуточный контроль</b>						
5.1	/Экзамен/	8	27	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-5.2 ОПК-6.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9	

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

#### 5.1. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Представлены отдельным документом

#### 5.2. Оценочные материалы для диагностического тестирования

Представлены отдельным документом

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Воеводин В. В.	Вычислительная математика и структура алгоритмов: Учебник	Москва: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2010, электронный ресурс	1
Л1.2	Федотов И. Е.	Модели параллельного программирования: учебное пособие	Москва: СОЛОН- ПРЕСС, 2012, электронный ресурс	1
Л1.3	Николаев Е.И.	Параллельные вычисления: учебное пособие	Ставрополь: Северо- Кавказский федеральный университет, 2016, электронный ресурс	1
Л1.4	Федотов И.Е.	Параллельное программирование. Модели и приемы: Практическое пособие	Москва: Издательство "СОЛОН-Пресс", 2020, электронный ресурс	1

##### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
--	---------------------	----------	-------------------	----------

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Рычков А.Д.	Численные методы и параллельные вычисления: учебное пособие	Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2007, электронный ресурс	1
Л2.2	Гергель В.П.	Теория и практика параллельных вычислений: учебное пособие	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016, электронный ресурс	1
Л2.3	Левин, М. П.	Параллельное программирование с использованием OpenMP: учебное пособие	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020, электронный ресурс	1
Л2.4	Малявко А. А.	Параллельное программирование на основе технологий openmp, cuda, opencl, mpi: учебное пособие для вузов	Москва: Юрайт, 2024, электронный ресурс	1
<b>6.1.3. Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Ряховский А. В.	Технологии параллельного программирования: Стандарт OpenMP	Сургут: Издательский центр СурГУ, 2015	40
Л3.2	Абрамян М. Э.	Практикум по параллельному программированию с использованием электронного задачника Programming Taskbook for MPI: Учебное пособие	Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета (ЮФУ), 2010, электронный ресурс	1
Л3.3	Боресков А. В., Харламов А. А., Марковский Н. Д., Микушин Д. Н., Мортиков Е. В., Мыльцев А. А., Сахарных Н. А., Фролов В. А.	Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA: Учебное пособие	Москва: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2015, электронный ресурс	1
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</b>				
Э1	Портал «Хабрахабр». Хаб «Параллельное программирование» - <a href="https://habrahabr.ru/hub/parallel_programming/">https://habrahabr.ru/hub/parallel_programming/</a>			
Э2	Сообщество «StackOverflow» на русском - <a href="http://ru.stackoverflow.com/">http://ru.stackoverflow.com/</a>			
Э3	Параллельное программирование с использованием OpenMP. Учебный курс - <a href="http://www.intuit.ru/studies/courses/1112/232/info">http://www.intuit.ru/studies/courses/1112/232/info</a>			

Э4	Параллельное программирование в .NET Framework - <a href="http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/dd460693(v=vs.110).aspx">http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/dd460693(v=vs.110).aspx</a>
Э5	C/C++ - <a href="http://codenet.ru/cat/Languages/C-CPP">http://codenet.ru/cat/Languages/C-CPP</a>
Э6	Архитектура и программирование массивно-параллельных вычислительных систем на основе технологии CUDA - <a href="https://sites.google.com/site/cudacsmsusu/home">https://sites.google.com/site/cudacsmsusu/home</a>
Э7	Курс лекций по CUDA - <a href="https://www.nvidia.ru/object/cuda_state_university_courses_new_ru.html">https://www.nvidia.ru/object/cuda_state_university_courses_new_ru.html</a>
Э8	Основы технологии MPI на примерах - <a href="https://www.nvidia.ru/object/cuda_state_university_courses_new_ru.html">https://www.nvidia.ru/object/cuda_state_university_courses_new_ru.html</a>
Э9	MPICH - <a href="http://www.mpich.org/">http://www.mpich.org/</a>

### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Пакет прикладных программ Microsoft Office
6.3.1.2	Свободно распространяемая интегрированная среда разработки Dev-C++, CodeBlocks, Microsoft Visual Studio или др.

### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
6.3.2.2	Информационно-правовой портал «Гарант» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа (практических занятий), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.
7.2	Оснащена: комплект специализированной учебной мебели, маркерная (меловая) доска, комплект переносного мультимедийного оборудования - компьютер, проектор, проекционный экран, компьютеры с возможностью выхода в Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду.
7.3	Обеспечен доступ к сети Интернет и в электронную информационную среду организации.