

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

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР

\_\_\_\_\_ Е.В. Коновалова

15 июня 2023 г., протокол УМС №5

## Параллельное программирование рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	<b>Автоматики и компьютерных систем</b>	
Учебный план	g270404-УТС-23-1.plx 27.04.04 Управление в технических системах Направленность (профиль): Управление и информатика в технических системах	
Квалификация	<b>Магистр</b>	
Форма обучения	<b>очная</b>	
Общая трудоемкость	<b>2 ЗЕТ</b>	
Часов по учебному плану	72	Виды контроля в семестрах:
в том числе:		зачеты 1
аудиторные занятия	32	
самостоятельная работа	40	

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	уп	рп	уп	рп
Неделя	17 3/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	16	16	16	16
Итого ауд.	32	32	32	32
Контактная работа	32	32	32	32
Сам. работа	40	40	40	40
Итого	72	72	72	72

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 - магистратура по направлению подготовки 27.04.04 Управление в технических системах (приказ Минобрнауки России от 11.08.2020 г. № 942)

составлена на основании учебного плана:

27.04.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль): Управление и информатика в технических системах

утвержденного учебно-методическим советом вуза от 15.06.2023 протокол № 5.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Автоматики и компьютерных систем**

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

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	Целью преподавания дисциплины является формирование у студента компетенции ПК-5 в части ПК-5.1: Разрабатывает организационное и технологическое обеспечение проектирования и дизайна ИС с использованием возможностей по организации параллельных вычислительных процессов в современных вычислительных системах.
1.2	Задачи преподавания дисциплины:
1.3	– сформировать у студента понимание организации параллельных вычислений;
1.4	– сформировать комплекс знаний о современных аппаратных и программных технологиях и средствах создания параллельных вычислительных процессов и их взаимодействия;
1.5	– сформировать навыки по реализации параллельных вычислений при решении прикладных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.ДВ.02
2.1	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.2	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Проектирование АСУ ТП
2.2.2	Производственная практика, научно-исследовательская работа
2.2.3	Пакеты прикладных программ для моделирования технических систем
2.2.4	Производственная практика, преддипломная практика
2.2.5	Производственная практика, профессионально-ориентированная практика
2.2.6	Современные проблемы теории управления

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
<b>ПК-5.1: Разрабатывает организационное и технологическое обеспечение проектирования и дизайна ИС</b>	

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

<b>3.1 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 Уметь:</b>	
3.2.1	Выбирать подходящие технологии, методы, алгоритмы параллельного программирования для решения задачи.
3.2.2	Разрабатывать программы для решения задач прикладного характера с использованием технологий параллельных вычислений.
3.2.3	Применять технологиями параллельного программирования для повышения производительности существующих последовательных программ.
<b>3.3 Владеть:</b>	
3.3.1	Способностью к освоению современных информационных технологий в области параллельного программирования.
3.3.2	Методами и технологиями параллельного программирования на основе стандартов OpenMP, MPI, CUDA.

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/	1	2	ПК-5.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Э1 Э4	

1.2	Лабораторная работа № 1 /Лаб/	1	2	ПК-5.1	Л2.2 Л2.3Л3.2 Э1 Э2 Э4 Э5 Э6	
1.3	Работа с материалами по теме. Подготовка к выполнению лабораторной работы. /Ср/	1	6	ПК-5.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3Л3.2 Э1 Э2 Э4 Э5 Э6	
<b>Раздел 2. Параллельные вычисления в системах с общей памятью</b>						
2.1	Понятие процесса, потока и многопоточности. Технология OpenMP, особенности и компоненты. Задание параллельной области. Классы переменных. Вложенный параллелизм. /Лек/	1	2	ПК-5.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 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/	1	2	ПК-5.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 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/	1	2	ПК-5.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3 Л2.4 Э1 Э3	
2.4	Лабораторная работа № 2 /Лаб/	1	2	ПК-5.1	Л2.1 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э5 Э6	
2.5	Лабораторная работа № 3 /Лаб/	1	2	ПК-5.1	Л2.1 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э5 Э6	
2.6	Работа с материалами по теме. Подготовка к выполнению лабораторной работы. /Ср/	1	10	ПК-5.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э5 Э6	
<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/	1	2	ПК-5.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э9 Э10	
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/	1	2	ПК-5.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1 Э9 Э10	

3.3	Лабораторная работа № 4 /Лаб/	1	2	ПК-5.1	Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.3 Э1 Э2 Э5 Э6 Э9 Э10	
3.4	Лабораторная работа № 5 /Лаб/	1	2	ПК-5.1	Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.3 Э1 Э2 Э5 Э6 Э9 Э10	
3.5	Работа с материалами по теме. Подготовка к выполнению лабораторной работы. /Ср/	1	12	ПК-5.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.3 Э1 Э2 Э5 Э6 Э9 Э10	
<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/	1	2	ПК-5.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.4 Э1 Э7 Э8	
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/	1	2	ПК-5.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.4 Э1 Э7 Э8	
4.3	Лабораторная работа № 6 /Лаб/	1	2	ПК-5.1	Л2.3 Л2.4Л3.4 Э1 Э2 Э5 Э6 Э7 Э8	
4.4	Лабораторная работа № 7 /Лаб/	1	4	ПК-5.1	Л2.3 Л2.4Л3.4 Э1 Э2 Э5 Э6 Э7 Э8	
4.5	Работа с материалами по теме. Подготовка к выполнению лабораторной работы. /Ср/	1	12	ПК-5.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.3 Л2.4Л3.4 Э1 Э2 Э5 Э6 Э7 Э8	
<b>Раздел 5. Промежуточный контроль</b>						
5.1	/Зачёт/	1	0	ПК-5.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.3 Л3.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10	

## 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	Соснин В.В., Балакшин П.В.	Введение в параллельные вычисления: учебное пособие	Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2015, электронный ресурс	1

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Левин М. П.	Параллельное программирование с использованием OpenMP: учебное пособие	Москва: Интернет- Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016, электронный ресурс	1
Л2.2	Рычков А.Д.	Численные методы и параллельные вычисления: учебное пособие	Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2007, электронный ресурс	1
Л2.3	Гергель В.П.	Теория и практика параллельных вычислений: учебное пособие	Москва: Интернет- Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016, электронный ресурс	1
Л2.4	Малявко А. А.	Параллельное программирование на основе технологий OpenMP, MPI, CUDA: Учебное пособие	Москва: Издательство Юрайт, 2019, электронный ресурс	1

#### 6.1.3. Методические разработки

	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	Туральчук К. А.	Параллельное программирование с помощью языка C#: учебное пособие	Москва: Интернет- Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016, электронный ресурс	1

ЛЗ.3	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
ЛЗ.4	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

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

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> <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>
Э6	Run-Time Library Reference <a href="http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa249835(v=vs.60).aspx">http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa249835(v=vs.60).aspx</a>
Э7	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>
Э8	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>
Э9	Основы технологии MPI на примерах <a href="https://pro-prof.com/archives/4386">https://pro-prof.com/archives/4386</a>
Э10	MPICH <a href="http://www.mpich.org/">http://www.mpich.org/</a>

### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Операционная система MS Windows
6.3.1.2	Свободно распространяемая интегрированная среда разработки Dev-C++, CodeBlocks, Microsoft Visual Studio или др.
6.3.1.3	Пакет программ Microsoft Office
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader

### 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 (лабораторных 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.