

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.01.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Parallel programming technologies / Технологии параллельного программирования

Закреплена за подразделением

Кафедра автоматизированного проектирования и дизайна

Направление подготовки

09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Профиль

Data Science / Анализ данных

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 3

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

57

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	57	57	57	57
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*старший преподаватель, Панкрушин Петр Юрьевич*

Рабочая программа

**Parallel programming technologies / Технологии параллельного программирования**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

09.04.01 Информатика и вычислительная техника / Computer science and engineering, 09.04.01-МИВТ-22-6.plx Data Science / Анализ данных, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

09.04.01 Информатика и вычислительная техника / Computer science and engineering, Data Science / Анализ данных, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра автоматизированного проектирования и дизайна**

Протокол от 16.04.2020 г., №8

Руководитель подразделения Горбатов А.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Формирование компетенций в соответствии с учебным планом и изучение студентами современных средств и методов параллельной обработки данных
1.2	<input type="checkbox"/> Овладеть основными теоретическими положениями, программными средствами по построению и использованию методов параллельных вычислений
1.3	<input type="checkbox"/> Ознакомить и овладеть современными подходами к методам параллельных вычислений
1.4	<input type="checkbox"/> Ознакомить и овладеть имеющимися стандартами и программными средствами

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.06
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Computer-Aided Design of Software Systems / Автоматизированное проектирование программных систем	
2.1.2	Machine learning in Data Science / Машинное обучение в науке о данных	
2.1.3	Mathematics in Data Science / Математика в науке о данных	
2.1.4	Methods of research and modelling of information processes and technologies / Методы исследования и моделирования информационных процессов и технологий.	
2.1.5	Research Practice / Научно-исследовательская практика	
2.1.6	Tensor method of complex systems network models / Тензорная методология моделирования сложных систем	
2.1.7	Data warehousing / Хранилище данных	
2.1.8	Linux for Data Science / Linux для науки о данных	
2.1.9	Modern methods of structural characterisation of micro- and nano-systems / Соврем. методы диагностики и исследования материалов, нано- и микросистем	
2.1.10	Natural and artificial intelligence / Естественный и искусственный интеллект	
2.1.11	Алгоритмизация и программирование	
2.1.12	Лидерство и управление командой проекта	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Master's Thesis / Преддипломная практика	
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ПК-3: Способен к модернизации программного средства и его окружения</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-3-31 назначение, принципы организации, историю развития пользовательского интерфейса программного обеспечения различного назначения; основные программные средства разработки интерфейса, их сравнительный анализ, достоинства и ограничения, приемы работы, предпочтительные области применения; современные технические и программные средства взаимодействия с ЭВМ; основные типы интерфейсов и принципы их организации; методы оценки важнейших качеств интерфейсов; основы системного и объектно-ориентированного программирования; принципы построения современных операционных систем и особенности их применения	
<b>ОПК-6: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования, разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-6-31 аппаратные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий, виды, назначение, архитектуру, методы разработки и администрирования программно-аппаратных комплексов объекта профессиональной деятельности	
<b>ПК-1: Способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-32 методы, технологии и инструменты разработки программного обеспечения; концепции и стратегии проектирования и конструирования программного обеспечения	
ПК-1-31 методики поиска, сбора и обработки информации, метод системного анализа	
<b>ОПК-5: Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем</b>	

<b>Знать:</b>
ОПК-5-31 основы системного администрирования, администрирования СУБД, современные стандарты информационного взаимодействия систем
<b>ОПК-2: Способен проектировать и разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач в условиях неопределенности и альтернативных решений в рамках междисциплинарных областей</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-2-31 современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности.
<b>Уметь:</b>
ОПК-2-У1 выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности
<b>ПК-1: Способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-1-У1 применять методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников
ПК-1-У2 конструировать программное обеспечение, разрабатывать основные программные документы, работать с современными системами программирования
<b>ОПК-5: Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-5-У1 выполнять параметрическую настройку информационных и автоматизированных систем
<b>ПК-3: Способен к модернизации программного средства и его окружения</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-3-У1 проектировать графический пользовательский интерфейс с применением современных систем программирования; применять инструментальные возможности специализированных прикладных пакетов в части разработки интерфейса пользователя; решать типовые задачи проектирования интерфейсов, строить модель предметной области и модели интерфейсов; работать с современными системами программирования, включая объектно-ориентированные; разрабатывать основные программные документы
<b>ОПК-6: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования, разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-6-У1 анализировать техническое задание, разрабатывать и оптимизировать программный код для решения задач обработки информации и автоматизированного проектирования
<b>ПК-1: Способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В2 методами конструирования программного обеспечения и проектирования человеко-машинного интерфейса; навыками разработки и отладки программ на алгоритмических языках программирования
<b>ПК-3: Способен к модернизации программного средства и его окружения</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-3-В1 способностью быстро и оперативно проводить разработку графического интерфейса с применением различных инструментальных средств и программных технологий; языками процедурного и объектно-ориентированного программирования, навыками разработки и отладки программ не менее чем на одном из алгоритмических процедурных языков программирования высокого уровня; навыками разработки графических интерфейсов; методами и средствами разработки и оформления технической документации.
<b>ОПК-5: Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-5-В1 навыками инсталляции программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем
<b>ОПК-2: Способен проектировать и разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач в условиях неопределенности и альтернативных решений в рамках междисциплинарных областей</b>
<b>Владеть:</b>

ОПК-2-В1 навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности
<b>ПК-1: Способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач
<b>ОПК-6: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования, разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-6-В1 составлением технической документации по использованию и настройке компонентов программно-аппаратного комплекса

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Понятие параллельной вычислительной системы.</b>							
1.1	Понятие параллельной вычислительной системы. Архитектура параллельных вычислительных систем. Оценка производительности многопроцессорных вычислительных систем. Граф алгоритма и параллельные вычисления. Внутренний параллелизм программ. /Лек/	3	1	ОПК-2-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2			
1.2	Понятие параллельной вычислительной системы. Архитектура параллельных вычислительных систем. Оценка производительности многопроцессорных вычислительных систем. Граф алгоритма и параллельные вычисления. Внутренний параллелизм программ. В рамках курсовой работы студент анализирует выбор средств для выполнения курсовой работы /Ср/	3	13	ОПК-2-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Методические указания для выполнения самостоятельных работ, лабораторных и курсовой работ приведены в LMS Canvas. lms.misis.ru	КМ1	
1.3	Проектирование параллельных алгоритмов /Лек/	3	1	ОПК-2-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2			
	<b>Раздел 2. Параллельное программирование в стандарте OpenMP</b>							
2.1	Оценка эффективности параллельных алгоритмов /Лек/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2			

2.2	Проектирование параллельных алгоритмов. Оценка эффективности параллельных алгоритмов. В рамках курсовой работы студент анализирует выбор объектов для выполнения курсовой работы /Ср/	3	14	ОПК-2-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Методические указания для выполнения самостоятельных работ, лабораторных и курсовой работ приведены в LMS Canvas. lms.misis.ru	КМ1	
2.3	Обзор технологий параллельного программирования. Параллельное программирование в стандарте OpenMP. /Лек/	3	9	ОПК-2-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2			
2.4	Параллельное программирование в стандарте OpenMP. /Пр/	3	16	ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Методические указания для выполнения самостоятельных работ, лабораторных и курсовой работ приведены в LMS Canvas. lms.misis.ru	КМ1	P1,P2
	<b>Раздел 3. Параллельное программирование в стандарте MPI</b>							
3.1	Параллельное программирование в стандарте MPI /Лек/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2			
3.2	Параллельное программирование в стандарте MPI. В рамках курсовой работы студент применяет полученные знания для выполнения курсовой работы на предложенную ему тему, либо заинтересовавшую и одобренную его тему. /Ср/	3	14	ОПК-2-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Методические указания для выполнения самостоятельных работ, лабораторных и курсовой работ приведены в LMS Canvas. lms.misis.ru	КМ1	
	<b>Раздел 4. Гибридное параллельное программирование</b>							
4.1	Гибридное параллельное программирование в стандартах OpenMP, MPI /Лек/	3	2	ОПК-2-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2			

4.2	Гибридное параллельное программирование в стандартах OpenMP, MPI. В рамках курсовой работы студенты завершают задание по реализации заданной темы и оформляют курсовую работу. /Ср/	3	16	ОПК-2-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-1-32 ПК-3-31	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Методические указания для выполнения самостоятельных работ, лабораторных и курсовой работ приведены в LMS Canvas. lms.misis.ru	КМ1	
4.3	Гибридное параллельное программирование в стандартах OpenMP, MPI. Защита курсовой работы /Пр/	3	18	ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1 ОПК-6-У1 ОПК-6-В1 ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-1-В2 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	Методические указания для выполнения самостоятельных работ, лабораторных и курсовой работ приведены в LMS Canvas. lms.misis.ru	КМ1	Р3,Р2

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	зачет с оценкой	ОПК-6-31;ОПК-6-В1;ОПК-6-У1;ОПК-5-31;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ПК-1-31;ПК-1-32;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1;ПК-1-В2;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	1. Обзор технологий параллельного программирования. 2. Оценка эффективности параллельных алгоритмов, масштабируемость. 3. Проектирование параллельных алгоритмов.

#### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Лабораторная работа №1	ОПК-6-У1;ОПК-6-В1;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	Параллельное программирование в стандарте OpenMP. Включает в себя написание 11 программ на языке C++, C# с подключением метода параллельного вычисления OpenMP
Р2	Лабораторная работа №2	ПК-3-В1;ПК-3-У1;ПК-1-В2;ПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ОПК-2-В1;ОПК-2-У1;ОПК-5-В1;ОПК-5-У1;ОПК-6-В1;ОПК-6-У1	Параллельное программирование в стандарте MPI. Включает в себя написание 13 программ на языке C++, C# с подключением метода параллельного вычисления MPI

P3	Лабораторная работа №3	ПК-3-В1;ПК-3-У1;ПК-1-В2;ПК-1-В1;ПК-1-У2;ПК-1-У1;ОПК-2-В1;ОПК-2-У1;ОПК-5-В1;ОПК-5-У1;ОПК-6-В1;ОПК-6-У1	Параллельное программирование в стандарте MPI и OpenMP. Включает в себя написание 13 программ на языке C++, C# с подключением метода параллельного вычисления MPI и OpenMP
----	------------------------	---	--

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамена не предусмотрено.

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Обучающийся для получения оценки должен выполнить все работы указанные в данном разделе. Оценка формируется по мере выполнения лабораторных работ следующим образом: 90-100% выполнения - отлично, 75-89% выполнения - хорошо, 50-74% удовлетворительно, менее 50%- не удовлетворительно.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Биллиг В. А.	Параллельные вычисления и многопоточное программирование	Электронная библиотека	Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016
Л1.2	Николаев Е. И.	Параллельные вычисления: учебное пособие	Электронная библиотека	Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Кетков Ю. Л.	Введение в языки программирования C и C++: курс: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2008
Л2.2	Абрамян М. Э.	Введение в стандартную библиотеку шаблонов C++. Описание, примеры использования, учебные задачи: учебник по курсу «Стандартная библиотека C++» для студентов направления 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» (бакалавриат): учебник	Электронная библиотека	Ростов-на-Дону, Таганрог: Южный федеральный университет, 2017
Л2.3	Страуструп Б., Андреев Ф., Ушаков А.	Язык программирования C++: Пер. с англ.	Библиотека МИСиС	М.: БИНОМ, 2002

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	OpenMP	<a href="https://www.openmp.org/">https://www.openmp.org/</a>
Э2	MPI	<a href="https://www.mpich.org/">https://www.mpich.org/</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	Microsoft Visual Studio 2015
П.3	Microsoft Visio 2016
П.4	Microsoft Office
П.5	LMS Canvas
П.6	ОС Linux (Ubuntu) / Windows

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных



7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
Ауд.	Назначение	Оснащение
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Л-538а	Учебная аудитория:	доска аудиторная маркерная, экран проекционный, проектор портативный, стационарные компьютеры 10 шт., комплект учебной мебели, пакет лицензионных программ MS Office
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Для изучения дисциплины рекомендуется изучать тему занятия, используя литературу в разделе Содержание.

Так же дополнительная список дополнительной литературы:

1. Воеводин В. В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления. — СПб: БХВ-Петербург, 2002. — 608 с
2. Оленев Н. Н. Основы параллельного программирования в системе MPI. — М.: ВЦ РАН, 2005. — 80 с.