

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 26.04.2023 11:44:16

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)

# Методы разработки высокопроизводительных программ

Закреплена за подразделением

Кафедра инфокоммуникационных технологий

Направление подготовки

09.04.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА

Профиль

Цифровые двойники в промышленности

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

аудиторные занятия

24

зачет 2

самостоятельная работа

84

курсовая работа 2

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	7	7	7	7
Лабораторные	17	17	17	17
Итого ауд.	24	24	24	24
Контактная работа	24	24	24	24
Сам. работа	84	84	84	84
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*к.т.н., доц., Сириченко Андрей Викторович*

Рабочая программа

**Методы разработки высокопроизводительных программ**

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 09.04.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

09.04.03 Прикладная информатика, 09.04.03-МПИ-22-4.plx Цифровые двойники в промышленности, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

09.04.03 Прикладная информатика, Цифровые двойники в промышленности, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра инфокоммуникационных технологий**

Протокол от 24.06.2021 г., №8

Руководитель подразделения Калашников Евгений Александрович

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель – обеспечить подготовку выпускников, имеющих представление о современных технологиях разработки высокопроизводительных программ, способных качественно и количественно оценивать алгоритмическую сложность поставленных перед ними вычислительных задач и обладающих практическими навыками повышения производительности программного кода с использованием инструментов оптимизации, параллельных и распределенных вычислений.
1.2	Задачи дисциплины:
1.3	1. Формирование представления о наиболее распространенных и перспективных технологиях разработки высокопроизводительных программ.
1.4	2. Формирование представления о необходимости учета особенностей аппаратного и системного программного обеспечения при разработке и оптимизации высокопроизводительных программ.
1.5	3. Изучение методов оптимизации кода.
1.6	4. Изучение методов и технологий профилирования и отладки программ.
1.7	5. Изучение библиотек параллельных и распределенных вычислений.
1.8	6. Изучение методов статического и динамического планирования распределения вычислений между вычислительными узлами.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.1
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Моделирование и анализ бизнес-процессов	
2.1.2	Системы хранения и обработки данных	
2.1.3	Современная теория управления. Основные принципы и математические методы	
2.1.4	Современные технологии защиты информации	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Дополненная реальность	
2.2.2	Компьютерное моделирование сложных систем	
2.2.3	Технология разработки цифровых двойников технологических процессов горной и нефтегазовой промышленности	
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.5	Преддипломная практика	
2.2.6	Промышленная и мобильная робототехника	
2.2.7	Визуализация данных	
2.2.8	Элементы визуализации цифровых двойников производства	
2.2.9	Компьютерные модели металлургических процессов	

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

<b>ОПК-7: Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-7-31 Эффективные алгоритмы поиска, перебора и обработки больших объемов данных
ОПК-7-32 Математические основы параллельных вычислений
<b>ПК-3: Способен выполнять исследования и эксперименты, оформлять результаты исследований и разработок по самостоятельной теме</b>
<b>Знать:</b>
ПК-3-31 Терминологию параллельных и распределенных вычислений
ПК-3-32 Основные парадигмы параллельного программирования

<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>
<b>Знать:</b>
УК-1-31 Принципы построения распределенных вычислительных систем
УК-1-32 Возможности и ограничения современных аппаратных средств вычислительных систем
<b>ПК-3: Способен выполнять исследования и эксперименты, оформлять результаты исследований и разработок по самостоятельной теме</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-3-У1 Реализовывать параллельные программы на языке высокого уровня
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>
<b>Уметь:</b>
УК-1-У2 Развертывать вычислительные сети
<b>ОПК-7: Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-7-У1 Разрабатывать алгоритмы параллельных и распределенных вычислений
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>
<b>Уметь:</b>
УК-1-У1 Определять ресурс параллелизма решаемых задач
<b>ПК-3: Способен выполнять исследования и эксперименты, оформлять результаты исследований и разработок по самостоятельной теме</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-3-В2 Инструментами пошаговой отладки
ПК-3-В3 Методами регистрации времени выполнения произвольных фрагментов программного кода
<b>ОПК-7: Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения сложных задач в профессиональной области</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-7-В1 Навыками распараллеливания алгоритмов
<b>ПК-3: Способен выполнять исследования и эксперименты, оформлять результаты исследований и разработок по самостоятельной теме</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-3-В1 Методами выявления наиболее ресурсоемких участков в программном коде

#### 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
	Раздел 1. Параллельное программирование							

1.1	Способы построения параллельного ПО, модели управления, вычислительные парадигмы, методы коммуникации, синхронизация. /Лек/	2	3	ПК-3-31 ПК-3-32 ОПК-7-31 ОПК-7-32	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ1	
1.2	Разработка параллельных программ с использованием технологии OpenMP /Лаб/	2	4	ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-3-В2 ПК-3-В3 УК-1-У1 ОПК-7-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			Р1
1.3	Разработка параллельных программ в среде .NET /Лаб/	2	4	ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-3-В2 ПК-3-В3 УК-1-У1 ОПК-7-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			Р2
<b>Раздел 2. Распределенные вычисления</b>								
2.1	Программно-аппаратная реализация распределенных вычислений /Лек/	2	4	УК-1-31 УК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1		КМ2	
2.2	Разработка сервера распределенных вычислений /Лаб/	2	5	ОПК-7-У1 УК-1-У2	Л1.1 Л1.2Л2.1			Р3
2.3	Программирование клиентов распределенных вычислений /Лаб/	2	4	ОПК-7-У1 УК-1-У2	Л1.1 Л1.2Л2.1			Р4
<b>Раздел 3. Домашняя работа</b>								
3.1	Практическая реализация распределенных вычислений /Ср/	2	84	ПК-3-31 ПК-3-У1 ПК-3-32 ПК-3-В1 ПК-3-В2 ПК-3-В3 УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-7-31 ОПК-7-32 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1			Р5

## 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	Тест 1	ПК-3-31;ПК-3-32;ОПК-7-32;ОПК-7-31	Основные понятия параллельных вычислений. Модель параллельной программы. Замер времени выполнения участка кода. Параллельные и последовательные области. Низкоуровневое распараллеливание. Параллельные циклы. Проблемы синхронизации при параллельном программировании.
КМ2	Тест 2	УК-1-31;УК-1-32	Ситуации гонки за ресурсы и взаимной блокировки. Основные директивы и функции библиотеки OpenMP. Библиотека параллельных задач TPL. Понятие распределенных вычислений. Требования к распределенным системам. Синхронный и асинхронный обмен сообщениями. Принципы построения логических часов.

### 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
------------	-----------------	------------------------------------	-------------------

P1	Лабораторная работа	ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-3-В2;ПК-3-В3;УК-1-У1;УК-1-У2;ОПК-7-В1	Разработка параллельных программ с использованием технологии OpenMP
P2	Лабораторная работа	ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-3-В2;ПК-3-В3;УК-1-У1;УК-1-У2;ОПК-7-У1	Разработка параллельных программ в среде .NET
P3	Лабораторная работа	ОПК-7-У1;УК-1-У2	Разработка сервера распределенных вычислений
P4	Лабораторная работа	ОПК-7-У1;УК-1-У2	Программирование клиентов распределенных вычислений
P5	Домашняя работа	ПК-3-31;ПК-3-32;ПК-3-В1;ПК-3-У1;ПК-3-В2;ПК-3-В3;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-У2;УК-1-32;ОПК-7-31;ОПК-7-32;ОПК-7-У1;ОПК-7-В1	Практическая реализация распределенных вычислений

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

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

Критерии оценивания всех видов работ по дисциплине сообщаются обучающемуся на первом аудиторном занятии. Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в форме ЗАЧЁТА С ОЦЕНКОЙ.

Текущий контроль представляет собой проверку усвоения учебного материала теоретического и практического характера, регулярно осуществляемую на протяжении семестра. Основные формы текущего контроля (текущей аттестации) – отчёты по лабораторным работам, отчет по домашней работе и его защита. Рубежный контроль знаний проводится с использованием контрольных работ.

#### ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

По дисциплине предусмотрены контрольные работы в виде тестов в системе LMS Canvas.

Общее количество вопросов принимается за 100%. Обучающиеся получают оценку, которая выставляется по значению соотношения правильных ответов к общему количеству заданных тестовых вопросов в процентах.

Оценка «отлично» – 88-100 % правильных ответов.

Оценка «хорошо» – 75-87 % правильных ответов.

Оценка «удовлетворительно» – 60-74 % правильных ответов.

Оценка «неудовлетворительно» – менее 60 % правильных ответов.

#### ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ДОМАШНЕЙ РАБОТЫ

"отлично" – работа выполнена в полном объеме, обучающийся проявил высокий уровень самостоятельности и творческий подход к выполнению.

"хорошо" – работа выполнена по всем пунктам, но не в полном объеме по отдельным пунктам, при выполнении работы допущены отдельные неточности и непринципиальные ошибки, обучающийся проявил высокий уровень самостоятельности и профессионализма.

"удовлетворительно" - работа в целом выполнена, однако в нескольких ее разделах имеются недостатки и неточности, как в оформлении, так и по содержанию, обучающийся проявил достаточный уровень самостоятельности при выполнении работы.

"неудовлетворительно" - работа не выполнена, выполнена не самостоятельно или выполнена частично, имеются многочисленные замечания по оформлению и содержанию работы.

Результаты текущей аттестации обучающихся учитываются при выставлении оценки по промежуточной аттестации в случае полного выполнения обучающимися установленного учебного графика.

Зачёт с оценкой проставляется студентам, выполнившим все контрольные мероприятия.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Левин М. П.	Параллельное программирование с использованием OpenMP: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)  Бином. Лаборатория знаний, 2008
Л1.2	Биллиг В. А.	Параллельные вычисления и многопоточное программирование	Электронная библиотека	Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Антонов А. С.	Параллельное программирование с использованием технологии MPI: курс: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2008

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

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

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Л-731	Учебная аудитория/ Компьютерный класс:	доска аудиторная меловая, экран проекционный, проектор, стационарные компьютеры 15 шт. ПО-Visual Studio; Electronic WorkBench; APACHE; MySQL; XAMPP; Python, комплект учебной мебели, пакет лицензионных программ MS Office
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-731	Учебная аудитория/ Компьютерный класс:	доска аудиторная меловая, экран проекционный, проектор, стационарные компьютеры 15 шт. ПО-Visual Studio; Electronic WorkBench; APACHE; MySQL; XAMPP; Python, комплект учебной мебели, пакет лицензионных программ MS Office

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

--