

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 28.08.2023 16:16:28

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Многопоточное программирование

Закреплена за подразделением

Кафедра инфокоммуникационных технологий

Направление подготовки

09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Профиль

Интеллектуальные программные решения для бизнеса

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

10 ЗЕТ

Часов по учебному плану

360

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

238

часов на контроль

54

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	51	51	51	51
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	238	238	238	238
Часы на контроль	54	54	54	54
Итого	360	360	360	360

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Шапкарина Галина Григорьевна

Рабочая программа

Многопоточное программирование

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, 09.04.01-МИВТ-23-5.plx Интеллектуальные программные решения для бизнеса, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, Интеллектуальные программные решения для бизнеса, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра инфокоммуникационных технологий

Протокол от 24.06.2022 г., №8

Руководитель подразделения Калашников Евгений Александрович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Целью дисциплины является ознакомление студентов с основами многопоточного
1.2	программирования. В задачи входит изучение принципов и освоение на практике
1.3	инструментов многопоточного программирования

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.02
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Алгоритмизация и программирование	
2.1.2	Анализ данных	
2.1.3	Архитектура информационных систем	
2.1.4	Инфраструктура разработки	
2.1.5	Программная инженерия	
2.1.6	Управление человеческими ресурсами в проектной деятельности	
2.1.7	Учебная практика	
2.1.8	Базы данных	
2.1.9	Машинное обучение	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.2	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-7: Способен адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий	
Знать:	
ОПК-7-31 зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования	
ПК-3: Способен к разработке и внедрению новых методов и технологий исследования больших данных	
Уметь:	
ПК-3-У1 разрабатывать и внедрять новые методы и технологии исследований больших данных	
ПК-2: Способен к управлению разработкой продуктов, услуг и решений на основе больших данных	
Уметь:	
ПК-2-У1 управлять разработкой продуктов, услуг и решений на основе больших данных	
ПК-1: Способен к управлению этапами жизненного цикла методологической и технологической инфраструктуры анализа больших данных в организации	
Уметь:	
ПК-1-У1 методами управлению этапами жизненного цикла методологической и технологической инфраструктуры анализа больших данных в организации	
УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	
Уметь:	
УК-2-У1 интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях	
ОПК-6: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования, разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования	
Уметь:	
ОПК-6-У1 осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования	
ОПК-5: Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем	
Уметь:	

ОПК-5-У1 разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем
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
Уметь:
ОПК-2-У1 проектировать и разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства
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
Владеть:
УК-1-В1 методами критического анализа новых и сложных инженерных объектов
ПК-1: Способен к управлению этапами жизненного цикла методологической и технологической инфраструктуры анализа больших данных в организации
Владеть:
ПК-1-В1 методами управления этапами жизненного цикла методологической и технологической инфраструктуры анализа больших данных в организации

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. Основные принципы и особенности распределенных систем							
1.1	Технологии распределенных приложений. Классификация и история развития распределенных вычислительных систем. Требования к средствам и методам распределенных вычислений /Лек/	3	6	ОПК-7-31	Л1.1 Л1.4 Э1			
1.2	Математические основы параллельных вычислений /Пр/	3	2	ОПК-2-У1 ОПК-5-У1 ОПК-6-У1				
1.3	Архитектура современных параллельных вычислительных систем. Аспекты параллелизма в операционных системах /Лек/	3	2	ОПК-7-31	Л1.1 Э2			
1.4	Понятия последовательного и параллельного алгоритма, последовательной и параллельной программы. Закон Амдаля /Пр/	3	5	УК-2-У1 ОПК-2-У1 ПК-1-У1 ПК-2-У1	Л2.2 Э3		КМ1	
1.5	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	3	68	УК-1-В1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-3-У1	Э4			
	Раздел 2. Взаимовоздействующие процессы и многопоточное программирование							

2.1	Управление потоками. Базовые операции управления потоками. Запуск потока. Ожидание завершения потока. Передача аргументов функции потока /Лек/	3	6	ОПК-7-31	Э1			
2.2	Передача владения потоком. Задание количества потоков во время выполнения. Идентификация потоков /Лек/	3	3	ОПК-6-У1 ОПК-7-31			КМ3	
2.3	Синхронизация параллельных операций. Ожидание события или иного условия. Ожидание однократных событий с помощью механизма будущих результатов. Применение синхронизации операций для упрощения кода /Пр/	3	12	ПК-1-У1 ПК-2-У1 ПК-3-У1	Л1.1 Л1.5 Л1.2 Э2			
2.4	Проектирование параллельных структур данных с блокировками. /Пр/	3	8	УК-2-У1 ОПК-2-У1 ОПК-5-У1 ОПК-6-У1 ПК-1-У1	Э3		КМ1,КМ2	
2.5	Параллельные структуры данных с блокировками. Проектирование более сложных структур данных с блокировками /Пр/	3	8	УК-2-У1 ОПК-2-У1 ОПК-5-У1 ОПК-6-У1	Л1.5 Л2.3 Э4			Р1
2.6	Проектирование параллельных структур данных без блокировок. Определение и следствия из них. Примеры структур данных, свободных от блокировок. Рекомендации по написанию структур данных без блокировок /Пр/	3	8	ОПК-2-У1 ОПК-5-У1 ПК-1-У1 ПК-2-У1 ПК-3-У1				Р1
2.7	Проектирование параллельных программ. Методы распределения работы между потоками. Факторы, влияющие на производительность параллельного кода. /Пр/	3	8	ОПК-5-У1 ОПК-6-У1 ПК-1-У1 ПК-2-У1	Л1.5 Л1.3 Э5			
2.8	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	3	170	УК-1-В1 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-3-У1				

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
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

KM1	Контрольная работа №1	ОПК-6-У1;ОПК-2-У1;УК-2-У1;ОПК-5-У1;ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-3-У1	<p>Вопросы к контрольной работе №1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основные принципы и особенности распределенных систем. 2. Требования к средствам и методам распределенных вычислений. 3. Понятия последовательного и параллельного алгоритма, последовательной и параллельной программы. 4. Базовые распределенные алгоритмы. 5. Алгоритмы распространения информации. 6. Многопоточное программирование. 7. Недетерминированность параллельных программ. 8. Блокировки. Взаимоблокировки. Методы борьбы с взаимоблокировками. 9. Модели многопроцессорных систем с общей и распределенной памятью. 10. Стандарт параллельного программирования для систем с общей памятью OpenMP 11. Синхронизация параллельных процессов. 12. Принципы организации параллелизма. 13. Распределение вычислений между потоками.
KM2	Контрольная работа №2	ОПК-6-У1;ОПК-5-У1;ОПК-2-У1;УК-2-У1;ПК-1-У1;ПК-2-У1;ПК-3-У1	<p>Вопросы к контрольной работе №2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Синхронизация как задача параллельного программирования. 2. Средства синхронизации в OpenMP. 3. Понятие потока. Распределение работы между потоками. 4. Стандарт параллельного программирования для систем с распределенной памятью MPI. 5. Структура программы на MPI, принципы организации параллелизма. 6. Настройка средств разработки, способы запуска. Состав MPI. 7. Архитектура ускорителей вычислений GPU. 8. Сравнение GPU и CPU. 9. Технологии программирования для GPU CUDA и OpenACC 10. Задача построения Грид-систем. 11. Облачные вычисления. 12. Область применения облачных технологий. 13. Обзор средств организации облачных вычислений 14. Распределенные системы высокой пропускной способности. 15. Высокопроизводительные вычислительные распределенные системы. 16. Распределенные системы хранения данных. 17. Живучесть распределенных систем.

КМЗ	Вопросы для подготовки к экзамену	ОПК-7-31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое процесс? 2. Что такое нить? 3. Каковы основные особенности параллельного программирования с помощью автономных процессов? 4. Каковы основные особенности параллельного программирования с помощью IPC? 5. Каковы основные особенности параллельного программирования с помощью процессов с общей памятью? 6. Каковы основные особенности параллельного программирования с помощью многопоточных программ? 7. Каковы основные особенности параллельного программирования с помощью событийно-ориентированных программ? 8. Что такое "ускорение"? 9. Как ускорение связано с законом Амдала? 10. Что такое "зеленые нити"? 11. Можно ли завершить из программы системную нить? 12. Каковы основные особенности модели реализации многопоточности: зелёные нити, системные нити, гибридные нити? 13. Каким образом может произойти завершение нити? 14. Какова основная идея и отличия между программными и аппаратными способами организации критической секции? 15. Что такое мьютекс? 16. В чем отличие мьютекса от семафора? 17. Каковы основные особенности работы семафоров, мониторов, мьютексов, переменных состояния? В каких ситуациях что применяется? Чем они отличаются? Как их можно реализовать? Что такое «барьерная синхронизация» и как её можно реализовать? 18. В чем заключаются ошибки типа deadlock, livelock и starvation? Чем они отличаются и как появляются? Как их можно организовать специально? 19. Каким образом выполняется обработка сигналов в многопоточных программах? 20. Инструменты. Что такое POSIX Threads, NPTL, OpenMP, GDB. Чем они отличаются и зачем они нужны?
-----	-----------------------------------	----------	--

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	Домашнее задание	ОПК-2-У1;УК-2-У1;ПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-3-У1;ПК-1-У1	Рекомендуемые темы домашних заданий <ol style="list-style-type: none"> 1. Тестирование и отладка многопоточных приложений 2. Типы ошибок, связанных с параллелизмом 3. Методы поиска ошибок, связанных с параллелизмом

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

По курсу предусмотрен экзамен. Экзамен проводится для обучающегося, сдавшего все семестровые контрольные мероприятия.

Каждый обучающийся должен ответить на экзаменационный билет, пример которого приведен в приложении. Билеты обновляются ежегодно и утверждаются на заседании кафедры. Сформированные билеты хранятся в методическом кабинете кафедры.

Билеты сформированы из перечня вопросов, приведенных в этом разделе; подписанные билеты хранятся в методическом кабинете кафедры.

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

Критерии оценки обучающегося при сдаче экзамена

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Лисицин Д. В.	Объектно-ориентированное программирование: методическое пособие	Электронная библиотека	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010
Л1.2	Мейер Б.	Объектно-ориентированное программирование и программная инженерия: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016
Л1.3	Николаев Е. И.	Параллельные вычисления: учебное пособие	Электронная библиотека	Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016
Л1.4	Литвиненко В. А.	Программирование на C++ задач на графах: учебное пособие	Электронная библиотека	Таганрог: Южный федеральный университет, 2016

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Биллиг В. А.	Параллельные вычисления и многопоточное программирование	Электронная библиотека	Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016
Л2.2	Тяпичев Г. А.	Быстрое программирование на C++: практическое пособие	Электронная библиотека	Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2008
Л2.3	Иртегов Д. В.	Многопоточное программирование с использованием POSIX Threads: практическое пособие	Электронная библиотека	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2010

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Корчуганова М. Р., Иванов К. С., Бондарева Л. В.	Объектно-ориентированное программирование на C++: электронное учебное пособие: учебное пособие	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2015

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Научная электронная библиотека	http://www.elibrary.ru
Э2	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	http://www.gpntb.ru/
Э3	Всероссийский институт научной информации по техническим наукам(ВИНИТИ)	http://www.viniti.ru

Э4	Научная электронная библиотека «Scopus»	https://www.scopus.com
Э5	Научно-техническая библиотека «МИСиС»	http://lib.misis.ru/
6.3 Перечень программного обеспечения		
П.1	Microsoft Office	
П.2	LMS Canvas	
П.3	MS Teams	
П.4	Консультант Плюс	
П.5	Python	
П.6	MATLAB	
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных		
И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:	
И.2	Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/	
И.3	Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news	
И.4	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):	
И.5	аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com	
И.6	аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/	
И.7	научометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com	
И.8	научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/	
И.9	Электронный ресурс	

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Компьютерный класс	Учебная аудитория для проведения практических занятий:	экран, проектор, доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест, персональные компьютеры, доступ к ЭИОС университета LMS Canvas, лицензионные программы MS Teams, 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
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с 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

Организация занятий направлена на изучение студентами общих вопросов изучаемого курса.

Предусматриваются домашние задания по различным разделам курса в форме подготовки мультимедийных докладов.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);
- использование при проведении занятий специализированной лаборатории с возможностью проведения занятий в интерактивной форме;
- использование при проведении занятий активных форм обучения - учебных видеоматериалов и компьютерных тренажеров.

Дисциплина относится к основополагающим и требует значительного объема самостоятельной работы.

Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации.

При этом организуются групповые и индивидуальные консультации.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.

В связи с использованием во время занятий мультимедийных технологий для проведения практических занятий требуется специализированная мультимедийная аудитория с возможностью показа видеоматериалов с аудиосопровождением и доступом к сети Интернет. Аудитория выбирается в зависимости от количества студентов, изучающих в текущем семестре данную дисциплину.