

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИУЦТ



С.П. Вакуленко

06 октября 2020 г.



Кафедра            «Цифровые технологии управления транспортными процессами»

Автор             Иванова Александра Петровна, к.ф.-м.н., доцент

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Параллельное программирование

Направление подготовки:	01.03.02 – Прикладная математика и информатика
Профиль:	Математические модели в экономике и технике
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Год начала подготовки	2017

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии Протокол № 3 05 октября 2020 г. Председатель учебно-методической комиссии</p>  <p style="text-align: right;">Н.А. Клычева</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p style="text-align: center;">Протокол № 2 02 октября 2020 г. Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">В.Е. Нутович</p>
--	--

Москва 2020 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина «Параллельное программирование» имеет своей целью формирование у студентов фундаментальных знаний об алгоритмизации и программировании для высокопроизводительных распределенных и параллельных систем, а также привитие практических навыков использования фундаментальных и прикладных аспектов параллельного программирования для решения задач проектирования, знакомство со всеми этапами жизненного цикла создания параллельных программ, систем, и объектов проектирования.

Задачи курса: использование многопроцессорных вычислительных систем предполагает практическое освоение следующих разделов параллельного программирования: архитектурные принципы реализации параллельной обработки в вычислительных машинах; методы и языковые механизмы конструирования параллельных программ; параллельные вычислительные методы.

Основной целью изучения учебной дисциплины «Параллельное программирование» является формирование у обучающегося компетенций в области разработки программного обеспечения, комплексов параллельных систем, необходимых при работе для следующих видов деятельности: научно-исследовательской, проектная и производственно-технологическая деятельность.

Дисциплина предназначена для получения знаний для решения следующих профессиональных задач (в соответствии с видами деятельности): исследование и разработка математических моделей, алгоритмов, методов, программного обеспечения, инструментальных средств по тематике проводимых научно-исследовательских проектов; разработка программного и информационного обеспечения компьютерных сетей, автоматизированных систем вычислительных комплексов, сервисов, операционных систем и распределенных баз данных.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Учебная дисциплина "Параллельное программирование" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

### **2.1. Наименования предшествующих дисциплин**

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

#### **2.1.1. Архитектура и программное обеспечение вычислительных систем и сетей:**

Знания: основы архитектуры и ПО вычислительных систем и сетей, возможностей современных сетей

Умения: ориентироваться в современном программном обеспечении применительно к вычислительным системам и сетям

Навыки: написания и отладки программ, написанных на языке программирования высокого уровня

#### **2.1.2. Базы данных и экспертные системы:**

Знания: основ построения современных баз данных и экспертных систем

Умения: разрабатывать базы данных с использованием современных программных средств

Навыки: навыки разработки и ведения базы данных с использованием современных программных средств

#### **2.1.3. Основы информатики:**

Знания: основ информатики и вычислительной техники

Умения: писать код программы на языке программирования высокого уровня

Навыки: написания и отладки программ, написанных на языке программирования высокого уровня

#### **2.1.4. Системы программирования:**

Знания: основных современных систем и языков программирования

Умения: писать программы на языке программирования высокого уровня

Навыки: написания и отладки программ, написанных на языке программирования высокого уровня

### **2.2. Наименование последующих дисциплин**

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	ОПК-3 способностью к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям	Знать и понимать: основы архитектуры параллельных вычислительных систем.  Уметь: ставить задачу и описывать спецификацию будущей параллельной или распределенной системы.  Владеть: методами и средствами параллельной обработки информации.
2	ПК-7 способностью к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения	Знать и понимать: основы архитектуры параллельных вычислительных систем.  Уметь: выполнять конвертацию последовательных программ в параллельные, оптимизацию как отдельных операторов или блоков, так и всей параллельной программы.  Владеть: методами и языками параллельного программирования.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

##### 4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

2 зачетные единицы (72 ак. ч.).

##### 4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Количество часов	
	Всего по учебному плану	Семестр 8
Контактная работа	36	36,15
Аудиторные занятия (всего):	36	36
В том числе:		
лекции (Л)	12	12
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	24	24
Самостоятельная работа (всего)	36	36
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	72	72
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	2.0	2.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	ПК1	ПК1
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЗЧ	ЗЧ

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8	Раздел 1 Основы и принципы параллельных вычислений. Параллельное программирование	12	24			36	72	
2	8	Тема 1.1 Современные параллельные архитектуры: краткий обзор, примеры.	2					2	
3	8	Тема 1.2 Способы организации параллельной обработки и описания алгоритмов обработки вычислительных сетей	2	4			9	15	
4	8	Тема 1.3 Методы отображения алгоритмов обработки	2					2	
5	8	Тема 1.4 Средства разработки параллельных программ. Языки и библиотеки.	2	8			9	19	ПК1, Контрольная работа №1, Контрольная работа № 2
6	8	Тема 1.5 Процессы и потоки в современных операционных системах.	2	4			9	15	
7	8	Тема 1.6 Проблемы отладки параллельных программ. Инструментальные средства	2	8			9	19	
8	8	Зачет						0	ЗЧ
9		Всего:	12	24			36	72	

#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 24 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	8	РАЗДЕЛ 1 Основы и принципы параллельных вычислений. Параллельное программирование Тема: Способы организации параллельной обработки и описания алгоритмов обработки вычислительных сетей	Лаб. работа № 1 «Разработка программ, запускающих несколько потоков»	4
2	8	РАЗДЕЛ 1 Основы и принципы параллельных вычислений. Параллельное программирование Тема: Средства разработки параллельных программ. Языки и библиотеки.	Лаб. работа № 2 «Исследование системы обмена сообщениями». Часть 1.	4
3	8	РАЗДЕЛ 1 Основы и принципы параллельных вычислений. Параллельное программирование Тема: Средства разработки параллельных программ. Языки и библиотеки.	Лаб. работа № 2 «Исследование системы обмена сообщениями». Часть 2.	4
4	8	РАЗДЕЛ 1 Основы и принципы параллельных вычислений. Параллельное программирование Тема: Процессы и потоки в современных операционных системах.	Лаб. работа № 3 «Приоритеты потоков»	4

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
5	8	РАЗДЕЛ 1 Основы и принципы параллельных вычислений. Параллельное программирование Тема: Проблемы отладки параллельных программ. Инструментальные средства	Лаб. работа № 4 «Распределенные вычисления.». Часть 1.	4
6	8	РАЗДЕЛ 1 Основы и принципы параллельных вычислений. Параллельное программирование Тема: Проблемы отладки параллельных программ. Инструментальные средства	Лаб. работа № 4 «Распределенные вычисления.». Часть 2.	4
ВСЕГО:				24/0

#### 4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовая работа не предусмотрена.



## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Применяется стандартная образовательная технология в форме: лекция - лабораторная работа - контроль успеваемости в виде контрольных работ и лабораторной работы - зачет. Проведение занятий по дисциплине возможно с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, реализуемые с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

В процессе проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий применяются современные образовательные технологии, такие как (при необходимости):

- использование современных средств коммуникации;
- электронная форма обмена материалами;
- дистанционная форма групповых и индивидуальных консультаций;
- использование компьютерных технологий и программных продуктов, необходимых для сбора и систематизации информации, проведения требуемых программой расчетов и т.д.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	8	РАЗДЕЛ 1 Основы и принципы параллельных вычислений. Параллельное программирование Тема 2: Способы организации параллельной обработки и описания алгоритмов обработки вычислительных сетей	Изучение литературы [осн. 2, с.50-78, доп. 1, с.1-128] и подготовка лабораторной работы № 1 по теме: Общие способы распараллеливания алгоритмов. Организация параллельного исполнения рекурсивных вычислений.	9
2	8	РАЗДЕЛ 1 Основы и принципы параллельных вычислений. Параллельное программирование Тема 4: Средства разработки параллельных программ. Языки и библиотеки.	Изучение литературы [осн. 2, с.50-220, доп. 1, с.1-28, доп.2, с.1-36] и подготовка лабораторной работы № 2 по теме: Параллельные численные алгоритмы линейной алгебры	9
3	8	РАЗДЕЛ 1 Основы и принципы параллельных вычислений. Параллельное программирование Тема 5: Процессы и потоки в современных операционных системах.	Изучение литературы [осн. 3, с.150-180, доп. 3, с.1-52] и подготовка лаб. работы № 3 по теме: Параллельные численные алгоритмы решения дифференциальных уравнений в частных производных	9
4	8	РАЗДЕЛ 1 Основы и принципы параллельных вычислений. Параллельное программирование Тема 6: Проблемы отладки параллельных программ. Инструментальные средства	Изучение литературы [осн. 3, с.10-195, осн. 4, с.150-180, доп. 4, с.1-52] и подготовка лаб. работы № 4 по теме: Распределенные вычисления	9
<b>ВСЕГО:</b>				<b>36</b>

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	Средства программирования для многопроцессорных вычислительных систем	Немнюгин С.	СПб: СПбГУ, 2011 <a href="http://www.phys.spb.ru/content/File/Library/studentlectures/Nemnygin/Metod_Nemnygin_Intel.pdf">http://www.phys.spb.ru/content/File/Library/studentlectures/Nemnygin/Metod_Nemnygin_Intel.pdf</a>	Раздел 1 [Стр. 10-100]
2	Теория и практика параллельных вычислений: БИНОМ. Лаборатория знаний, Интернет университет информационных технологий	Гергель В.П.	ИНТУИТ.ру, 2012 <a href="http://www.intuit.ru/department/calculate/paraltp/index.html">http://www.intuit.ru/department/calculate/paraltp/index.html</a>	Раздел 1 [Стр. 10-70]
3	Учебный курс "Введение в методы параллельного программирования". Раздел "Параллельное программирование с использованием OpenMP"	Гергель В.П.	Нижний Новгород, 2013 <a href="http://www.hpcc.unn.ru/multicore/materials/tb/mc_ppr04.pdf">http://www.hpcc.unn.ru/multicore/materials/tb/mc_ppr04.pdf</a>	Раздел 1 [Стр. 10-120]
4	Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP: Учебное пособие.	Антонов А.С.	М.: Изд-во МГУ, 2014 <a href="https://parallel.ru/sites/default/files/info/parallel/openmp/OpenMP.pdf">https://parallel.ru/sites/default/files/info/parallel/openmp/OpenMP.pdf</a>	Раздел 1 [Стр. 10-77]

### 7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
-------	--------------	-----------	--------------------------------------	--

5	Математические модели и методы в параллельных процессах	В.В. Воеводин	М. : Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986 НТБ МИИТ <a href="http://miit.ru/portal/page/portal/miit/library">http://miit.ru/portal/page/portal/miit/library</a> (№ 15044)	Раздел 1 [Стр. 10-220]
6	Архитектура параллельных ЭВМ	Г.И. Шпаковский	Минск : Университетское, 1989 НТБ МИИТ <a href="http://miit.ru/portal/page/portal/miit/library">http://miit.ru/portal/page/portal/miit/library</a> (№ 2861)	Раздел 1 [Стр. 10-78]
7	Параллельное программирование для многомодульных вычислительных систем	Н.Н. Миренков	М. : Радио и связь, 1989 НТБ МИИТ <a href="http://miit.ru/portal/page/portal/miit/library">http://miit.ru/portal/page/portal/miit/library</a> (№ 49696)	Раздел 1 [Стр. 5-125]
8	Программирование на параллельных вычислительных системах	Под ред. Р. Бэбба	М. : Мир, 1991 НТБ МИИТ <a href="http://miit.ru/portal/page/portal/miit/library">http://miit.ru/portal/page/portal/miit/library</a> (№ 74753)	Раздел 1 [Стр. 21-89]

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1. Википедия-Свободная энциклопедия, адрес <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
2. Электронная библиотека МИИТа, адрес <http://library.miit.ru/fulltext.php>
3. Информационно-аналитические материалы по параллельным вычислениям Научно-исследовательский вычислительный центр МГУ (<http://www.parallel.ru>)
4. НТБ МИИТ, адрес: <http://miit.ru/portal/page/portal/miit/library>
5. Поисковые системы: <http://www.google.ru/>; <http://www.yandex.ru/>; <http://www.rambler.ru/>
6. Официальный сайт OpenMP – <http://openmp.org/wp/>

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

На ЭВМ должны быть установлены: Pascal, Microsoft Visual Studio (C++).

При организации обучения по дисциплине с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий необходим доступ каждого студента к информационным ресурсам – библиотечному фонду Университета, сетевым ресурсам и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

В случае проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий может понадобиться наличие следующего программного обеспечения (или их аналогов): ОС Windows, Microsoft Office, Интернет-браузер, Microsoft Teams и т.д.

В образовательном процессе, при проведении занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, могут применяться следующие средства коммуникаций: ЭИОС РУТ(МИИТ), Microsoft Teams, электронная почта, скайп, Zoom, WhatsApp и т.п.

## **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Лекционные аудитории и аудитории для лабораторных занятий должны быть оборудованы видеопроекционной аппаратурой, устройствами для затемнения окон, компьютерами.

В случае проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий необходимо наличие компьютерной техники, для организации коллективных и индивидуальных форм общения педагогических работников со студентами, посредством используемых средств коммуникации. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Для качественного изучения данной дисциплины студентам следует непременно посещать лекции, а также лабораторные занятия, на которых необходимо старательно работать и выполнять требования преподавателя и выданные им задания. При этом самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы, а также прямой учебной обязанностью, за выполнение которой они несут персональную ответственность по результатам контроля текущей успеваемости и промежуточной аттестации.

Цель самостоятельной работы – закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков (компетенций), поиск и приобретение новых знаний, в том числе с использованием автоматизированных обучающих курсов (систем) и мировых информационных ресурсов, а также выполнение учебных заданий, подготовка к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Самостоятельная работа должна организовываться и проводиться студентами персонально (индивидуально), систематически, планомерно и целеустремленно, что позволит успешно решить как учебные задачи по дисциплине в целом, так и обеспечить необходимое качество подготовки по всем видам учебных занятий.

Основными направлениями самостоятельной работы студентов в течение каждого учебного семестра являются:

- текущая работа над учебным материалом – перечитывание конспектов лекций, ознакомление с рекомендуемой литературой и источниками;
- подготовка к очередным лекционным, лабораторным занятиям;
- дополнение лекционных записей на основании работы со специальной и общенаучной литературой из предложенного списка;
- изучение материалов, предусмотренных для самостоятельного изучения;
- подготовка к зачету.