

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский  
университет имени Н.И. Пирогова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
ФГАОУ ВО РНИМУ им Н.И.Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)**

**Институт биомедицины (МБФ)**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Директор Института**

**Прохорчук Егор Борисович**

**Доктор биологических наук,  
Член-корреспондент  
Российской академии наук**

---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б.1.В.В.04.02 Распределенные вычисления**

**для образовательной программы высшего образования - программы Специалитета**

**по направлению подготовки (специальности)**

**06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология**

**направленность (профиль)**

**Биомедицина**

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.В.В.04.02 Распределенные вычисления (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы Специалитета по направлению подготовки (специальности) 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология. Направленность (профиль) образовательной программы: Биомедицина.

Форма обучения: очная

Составители:

№	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы	Подпись

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_).

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы	Подпись

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом института Институт биомедицины (МБФ) (протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_).

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалитет по специальности 06.05.02 Биомедицина, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «27» июля 2021 г. № 675 рук;
2. Общая характеристика образовательной программы;
3. Учебный план образовательной программы;
4. Устав и локальные акты Университета.

© Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

## **1. Общие положения**

### **1.1. Цель и задачи освоения дисциплины**

#### **1.1.1. Цель.**

Целью изучения дисциплины является получение студентами навыков работы в операционной системе Unix, компьютерных сетях, распределенных вычислительных системах

#### **1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения программы дисциплины:**

- • Обучить навыкам работы в Unix-подобных операционных системах (ОС) в контексте работы на сервере
- • Обучить понятиям, подходам и практическим навыкам распределенных вычислений

### **1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Распределенные вычисления» изучается в 7 семестре (ах) и относится к части, формируемой участниками образовательного процесса, блока Б.1 дисциплины. Является дисциплиной по выбору.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся должны освоить следующие дисциплины: Информатика.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Клиническая биоинформатика.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного прохождения практик: Преддипломная практика , НИР; Технологическая практика (Лаборантская); Технологическая практика (специализация); Практика по профилю профессиональной деятельности (специализация).

### **1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины**

Семестр 7

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)
	<b>ОПК-2 Способен планировать и проводить биологические эксперименты, используя современное оборудование, включая физико-химические методы структурной биологии, молекулярного моделирования, биоинформатики, другие информационные технологии и базы данных, соблюдать правила биоэтики, безопасности экспериментальной работы и требования информационной безопасности</b>
ОПК-2.ИД2 Использует физико-химические методы структурной биологии, молекулярного моделирования, биоинформатики, другие информационные технологии и базы данных в своей профессиональной деятельности	<p><b>Знать:</b> Особенности операционной системы Unix. Принципы многопоточной работы, необходимые правила и паттерны проектирования. Системы управления контейнерами (docker, kubernetes)</p> <p><b>Уметь:</b> Использовать основные программы администрирование системы Linux. Создавать многопоточные программы и контейнеры.</p> <p><b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Использования основных программ администрирование системы Linux. Создания многопоточных программ, использования паттернов проектирования многопоточных программ(thread-safe), распределенных файловых систем, RAID массивов, HDFS, Серф, кластеров GPU.</p>
	<b>ОПК-8 Способен развивать новые методы и представления в области постгеномных технологий, структурной и синтетической биологии, биоинженерии, молекулярного и математического моделирования, биоинформатики для решения фундаментальных и прикладных проблем биологии и биомедицины</b>
ОПК-8.ИД1 Участвует в развитии новых методов и представлений в области постгеномных технологий, структурной и синтетической биологии для решения фундаментальных и прикладных проблем биологии и биомедицины	<p><b>Знать:</b> Язык bash. Основные подходы организации работы в распределенных системах</p> <p><b>Уметь:</b> Уметь создавать скрипты на bash, обмениваться данными и создавать программное окружение для обработки данных в распределенных системах</p> <p><b>Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):</b> Настройки доступа, обмена данными и работы в распределенных высокопроизводительных системах</p>



**2.Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость**

<b>Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий / Формы промежуточной аттестации</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Распределение часов по семестрам</b>
		<b>7</b>
<b>Учебные занятия</b>		
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КР), в т.ч.:</b>	55	55
Лекционное занятие (ЛЗ)	16	16
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)	33	33
Коллоквиум (К)	6	6
<b>Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:</b>	38	38
Подготовка к учебным аудиторным занятиям	38	38
<b>Промежуточная аттестация (КРПА), в т.ч.:</b>	3	3
Зачет (3)	3	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)</b>	в часах: ОТД = КР+СРО+КРПА+СРПА	96
	в зачетных единицах: ОТД (в часах)/32	3.00

### **3. Содержание дисциплины**

#### **3.1. Содержание разделов, тем дисциплины**

**7 семестр**

<b>№ п/п</b>	<b>Шифр компетенции</b>	<b>Наименование раздела (модуля), темы дисциплины</b>	<b>Содержание раздела и темы в дидактических единицах</b>
<b>Раздел 1. Многопоточность и многопроцессность</b>			
1	ОПК-2.ИД2, ОПК-8.ИД1	Тема 1. Bash	Исполняемая оболочка. Язык исполняемой оболочки. Команды, статусы команд. Процессы. Условия и циклы.
2	ОПК-2.ИД2, ОПК-8.ИД1	Тема 2. Многопоточное программирование	Поток, Процесс. Потоки данных и потоки инструкций. Состояние гонки, блокировка. Глобальная блокировка интерпретатора. Виды процессоров и памяти
3	ОПК-2.ИД2, ОПК-8.ИД1	Тема 3. Асинхронное выполнение кода	Асинхронность. Корутина, цикл событий, конечный автомат. Переход между состояниями.
4	ОПК-2.ИД2, ОПК-8.ИД1	Тема 4. Работа с компьютерными сетями	Компьютерная сеть. Интернет. Модель OSI. Протоколы TCP, UDP, HTTP, HTTPS, SSH. REST API
<b>Раздел 2. Кластеры и вычислительные сети</b>			
1	ОПК-2.ИД2, ОПК-8.ИД1	Тема 1. Контейнеризация приложений	Виртуализация. Контейнеры. Системные вызовы. Стандарт OCI, OCI image, OCI bundle. Docker, Dockerfile, Docker registry. Пространства имён и контрольные группы
2	ОПК-2.ИД2, ОПК-8.ИД1	Тема 2. Kubernetes	Kubernetes, оркестрация контейнеров. Поды. Архитектура кластеров. Формат yaml. Конфигурация кластера minikube
3	ОПК-2.ИД2, ОПК-8.ИД1	Тема 3. Nextflow	Пайплайн. Nextflow. Groovy. Процессы и потоки задач. Хэширование.
4	ОПК-2.ИД2, ОПК-8.ИД1	Тема 4. GPU	GPU, вычисления на GPU. Операции над матрицами. CUDA. Глубокое обучение. Библиотека PyTorch

### **3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися**

Разделы и темы дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися в программе не предусмотрены.

#### 4. Тематический план дисциплины.

##### 4.1. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем.

№ п/п	Виды учебных занятий / форма промеж. аттестации	Период обучения (семестр) Порядковые номера и наименование разделов. Порядковые номера и наименование тем разделов. Темы учебных занятий.	Количество часов контактной работы	Виды контроля успеваемости	Формы контроля успеваемости и промежуточной аттестации		
					КП	ОУ	РЗ
1	2	3	4	5	6	7	8

##### 7 семестр

##### Раздел 1. Многопоточность и многопроцессность

##### Тема 1. Bash

1	ЛЗ	Bash	2	Д	1		
2	ЛПЗ	Bash	3	Т	1		1

##### Тема 2. Многопоточное программирование

1	ЛЗ	Многопоточное программирование	2	Д	1		
2	ЛПЗ	Многопоточное программирование	3	Т	1		1
3	ЛПЗ	Многопоточное программирование	3	Т	1		1

##### Тема 3. Асинхронное выполнение кода

1	ЛПЗ	Асинхронное выполнение кода	3	Т	1		1
2	ЛПЗ	Асинхронное выполнение кода	3	Т	1		1

##### Тема 4. Работа с компьютерными сетями

1	ЛЗ	Работа с компьютерными сетями	2	Д	1		
2	ЛПЗ	Работа с компьютерными сетями	3	Т	1		1
3	К	Коллоквиум 1	3	Р	1	1	

##### Раздел 2. Кластеры и вычислительные сети

##### Тема 1. Контейнеризация приложений

1	ЛЗ	Контейнеризация приложений	2	Д	1		
2	ЛПЗ	Контейнеризация приложений	3	Т	1		1

**Тема 2. Kubernetes**

1	ЛЗ	Распределенные файловые системы	2	Д	1		
2	ЛЗ	Высокопроизводительные вычисления.	2	Д	1		
3	ЛПЗ	Kubernetes	3	Т	1		1

**Тема 3. Nextflow**

1	ЛЗ	Пайплайны	2	Д	1		
2	ЛЗ	GPU. CUDA	2	Д	1		
3	ЛПЗ	Nextflow	3	Т	1		1
4	ЛПЗ	Nextflow	3	Т	1		1

**Тема 4. GPU**

1	ЛПЗ	GPU	3	Т	1		1
2	К	Коллоквиум 2	3	Р	1	1	

Текущий контроль успеваемости обучающегося в семестре осуществляется в формах, предусмотренных тематическим планом настоящей рабочей программы дисциплины.

Формы проведения контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся /виды работы обучающихся

№ п/п	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (ФТКУ)	Виды работы обучающихся (ВРО)
1	Контроль присутствия (КП)	Присутствие
2	Опрос устный (ОУ)	Выполнение задания в устной форме
3	Решение практической (ситуационной) задачи (РЗ)	Решение практической (ситуационной) задачи

**4.2. Формы проведения промежуточной аттестации**

7 семестр

- 1) Форма промежуточной аттестации - Зачет
- 2) Форма организации промежуточной аттестации -Контроль присутствия, Опрос устный

## **5. Структура рейтинга по дисциплине**

### **5.1. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы.**

Рейтинг по дисциплине рассчитывается по результатам текущей успеваемости обучающегося. Тип контроля по всем формам контроля дифференцированный, выставляются оценки по шкале: "неудовлетворительно", "удовлетворительно", "хорошо", "отлично". Исходя из соотношения и количества контролей, рассчитываются рейтинговые баллы, соответствующие системе дифференцированного контроля.

7 семестр

Виды занятий		Формы текущего контроля успеваемости /виды работы		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок *** рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Решение практической (ситуационной) задачи	Р3	11	308	В	Т	28	19	10
Коллоквиум	К	Опрос устный	ОУ	2	700	В	Р	350	234	117
Сумма баллов за семестр					1008					

### **5.2. Критерии, показатели и порядок промежуточной аттестации обучающихся с использованием балльно-рейтинговой системы. Порядок перевода рейтинговой оценки обучающегося в традиционную систему оценок**

**Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине (модулю) в форме зачёта**

По итогам расчета рейтинга по дисциплине в 7 семестре, обучающийся может быть аттестован по дисциплине без посещения процедуры зачёта, при условии:

Оценка	Рейтинговый балл
Зачтено	600

**6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации**

**7 семестр**

**Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта**

1. Параллельное программирование. Виды параллелизма. Реализация в Python
2. Асинхронное программирование. Понятие корутины, цикла событий и конечного автомата. Реализация в Python.
3. Работа с сетью средствами Python.
4. Компьютерная сеть. определение понятия. Классификация сетей, сетевое оборудование. Понятие VPN, NAT. Принципы маршрутизации.
5. Интернет, принципы работы. Понятия DNS, DHCP, URL, IP. Протоколы TCP, UDP.
6. Администрирование сетей. Организация безопасной работы в локальных и глобальных сетях.
7. Язык исполняемой оболочки bash. Особенности работы, синтаксис, основные конструкции.
8. Понятие виртуализации и способы виртуализации. Пространства имён и контрольные группы в Linux
9. Пайплайны Nextflow и Snakemake. Назначение и основные принципы функционирования.
10. Высокопроизводительные вычисления. Оркестраторы и системы организации очереди задач.
11. Использование систем контейнеризации (docker, podman, singularity) в биоинформатике.
12. Вычисления на GPU

## **7. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины**

### **Для подготовки к занятиям лекционного типа обучающийся должен**

- ~ внимательно прочитать материал предыдущей лекции;
- ~ ознакомиться с учебным материалом по учебнику, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам с темой прочитанной лекции;
- ~ внести дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции на полях лекционной тетради;
- ~ записать возможные вопросы, которые следует задать преподавателю по материалу изученной лекции

### **Для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа обучающийся должен**

- ~ внимательно изучить теоретический материал по конспекту лекции, учебникам, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам;
- ~ подготовиться к выступлению на заданную тему, если данное задание предусмотрено по дисциплине;
- ~ выполнить письменную работу, если данное задание предусмотрено по дисциплине;
- ~ подготовить доклад, презентацию или реферат, если данное задание предусмотрено по дисциплине.

### **Для подготовки к коллоквиуму обучающийся должен**

- изучить учебный материал по теме занятия или отдельным значимым учебным вопросам, по которым будет осуществляться опрос

## **8. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **8.1. Перечень литературы по дисциплине:**

<b>№ п /п</b>	<b>Наименование, автор, год и место издания</b>	<b>Используется при изучении разделов</b>	<b>Количество экземпляров в библиотеке</b>	<b>Электронный адрес ресурсов</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	Основы алгоритмизации и программирования на языке Python: учебник, Андреева О. В., Ремизова О. И., 2022	Многопоточность и многопроцессность	0	<a href="https://www.iprbookshop.ru/129510.html">https://www.iprbookshop.ru/129510.html</a>
2	Информатика: учебник для вузов, Трофимов В. В., 2023	Кластеры и вычислительные сети	0	<a href="https://urait.ru/book/informatika-533353">https://urait.ru/book/informatika-533353</a>

### **8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе профессиональных баз данных, необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. <http://www.prlib.ru> – сайт Президентской библиотеки
2. <http://mon.gov.ru> – сайт Минобрнауки РФ
3. <http://eor.edu.ru>
4. <https://docs.python.org/3/> – официальная документация по языку программирования python

### **8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при наличии)**

1. Автоматизированный информационный комплекс «Цифровая административно-образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова»
2. Система управления обучением
3. Python (с библиотеками для анализа данных)
4. Visual Studio Code
5. ОС Ubuntu
6. Slurm
7. Kubernetes
8. Nextflow



#### **8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории Университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебному плану, рабочей программе дисциплины, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Университет располагает следующими видами помещений и оборудования для материально-технического обеспечения образовательной деятельности для реализации образовательной программы дисциплины (модуля):

<b>№ п /п</b>	<b>Наименование оборудованных учебных аудиторий</b>	<b>Перечень специализированной мебели, технических средств обучения</b>
1	Аудитория, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет», Экран для проектора , Стулья , Компьютерный стол , Проектор мультимедийный
2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации	Учебная мебель (столы, стулья), компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
3	Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации	Учебная мебель (столы и стулья для обучающихся), стол, стул преподавателя, персональный компьютер; набор демонстрационного оборудования (проектор, экран, колонки)

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению при необходимости). Библиотечный фонд укомплектован

печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Приложение 1  
к рабочей программе  
дисциплины (модуля)

Сведения об изменениях в рабочей программе дисциплины (модуля)

для образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата/специалитета /магистратуры (оставить нужное) по направлению подготовки (специальности) (оставить нужное) \_\_\_\_\_ (код и наименование направления подготовки (специальности)) направленность (профиль) «\_\_\_\_\_» на \_\_\_\_\_ учебный год.

Рабочая программа дисциплины с изменениями рассмотрена и одобрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_ (Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_).

Заведующий \_\_\_\_\_ кафедрой \_\_\_\_\_ (подпись)  
\_\_\_\_\_  
(Инициалы и фамилия)

Приложение 2  
к рабочей программе  
дисциплины (модуля)

Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

<b>Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации</b>	<b>Сокращённое наименование</b>	
Контроль присутствия	Присутствие	КП
Опрос устный	Опрос устный	ОУ
Решение практической (ситуационной) задачи	Практическая задача	РЗ

Виды учебных занятий и формы промежуточной аттестации

<b>Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации</b>	<b>Сокращённое наименование</b>	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К
Зачет	Зачет	З

Виды контроля успеваемости

<b>Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации</b>	<b>Сокращённое наименование</b>	
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д
Текущий тематический контроль	Тематический	Т
Текущий рубежный контроль	Рубежный	Р
Промежуточная аттестация	Промежуточная аттестация	ПА