

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 специальности
06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология
направленность (профиль)
Биомедицина
Год начала подготовки - 2025

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.В.В.04.02 Распределенные вычисления (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы специалитета по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология.

Направленность (профиль): Биомедицина.

Форма обучения: очная.

Составители:

№, п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
--------	------------------------	------------------------	-----------	--------------

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
-------	------------------------	------------------------	-----------	--------------

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«Кафедра биоинформатики МБФ»

протокол от «___» _____ № _____

Зав. кафедрой

Лагунин Алексей

Александрович

Доктор биологических наук

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена ученым советом

Директор Института

Прохорчук Егор Борисович

Доктор биологических наук,

Член-корреспондент

Российской академии наук

« _____ »

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. Устав и локальные нормативные акты Университета.
3. Общая характеристика образовательной программы.
4. Учебный план образовательной программы.

© 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 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 в рамках образовательной программы должны освоить следующие дисциплины и практики: 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

7 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
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	
ОПК-2.ИД2 Использует физико-химические методы структурной биологии, молекулярного моделирования, биоинформатики, другие информационные технологии и базы данных в своей профессиональной деятельности	Знать: Особенности операционной системы Unix. Принципы многопоточной работы, необходимые правила и паттерны проектирования. Системы управления контейнерами (docker, kubernetes)
	Уметь: Использовать основные программы администрирование системы Linux. Создавать многопоточные программы и контейнеры.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Использования основных программ администрирование системы Linux. Создания многопоточных программ, использования паттернов проектирования многопоточных программ(thread-safe), распределенных файловых систем, RAID массивов, HDFS, Ceph, кластеров GPU.
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	
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	Знать: Язык bash. Основные подходы организации работы в распределенных системах
	Уметь: Уметь создавать скрипты на bash, обмениваться данными и создавать программное окружение для обработки данных в распределенных системах
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Настройки доступа, обмена данными и работы в распределенных высокопроизводительных системах

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

Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий / Формы промежуточной аттестации		Всего часов	Распределение часов по семестрам
			7
Учебные занятия			
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:		55	55
Лекционное занятие (ЛЗ)		16	16
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		33	33
Коллоквиум (К)		6	6
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		38	38
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		38	38
Промежуточная аттестация:			
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:		3	3
Зачет (З)*		3	3
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	96	96
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 32	3,00	3,00

* Время для проведения промежуточной аттестации в форме зачёта выделяется в рамках контактной работы (ДВЗ) Проведение промежуточной аттестации в форме зачёта организуется в соответствии с расписанием занятий.

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

7 семестр

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Многопоточность и многопроцессность			
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
Раздел 2. Кластеры и вычислительные сети			
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 контактной работы обучающихся с преподавателем при проведении занятий

№ п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***		
					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	1	
2	ЛПЗ	Bash	3	Т	1	1	1
Тема 2. Многопоточное программирование							
3	ЛЗ	Многопоточное программирование	2	Д	1	1	1
4	ЛПЗ	Многопоточное программирование	3	Т	1	1	1
5	ЛПЗ	Многопоточное программирование	3	Т	1	1	1
Тема 3. Асинхронное выполнение кода							
6	ЛПЗ	Асинхронное выполнение кода	3	Т	1	1	1
7	ЛПЗ	Асинхронное выполнение кода	3	Т	1	1	1
Тема 4. Работа с компьютерными сетями							
8	ЛЗ	Работа с компьютерными сетями	2	Д	1	1	1
9	ЛПЗ	Работа с компьютерными сетями	3	Т	1	1	1
10	К	Коллоквиум 1	3	Р	1	1	1
Раздел 2. Кластеры и вычислительные сети							
Тема 1. Контейнеризация приложений							
11	ЛЗ	Контейнеризация приложений	2	Д	1	1	1
12	ЛПЗ	Контейнеризация приложений	3	Т	1	1	1
Тема 2. Kubernetes							
13	ЛЗ	Распределенные файловые системы	2	Д	1	1	1
14	ЛЗ	Высокопроизводительные вычисления.	2	Д	1	1	1
15	ЛПЗ	Kubernetes	3	Т	1	1	1
Тема 3. Nextflow							
16	ЛЗ	Пайплайны	2	Д	1	1	1
17	ЛЗ	GPU. CUDA	2	Д	1	1	1
18	ЛПЗ	Nextflow	3	Т	1	1	1
19	ЛПЗ	Nextflow	3	Т	1	1	1
Тема 4. GPU							
20	ЛПЗ	GPU	3	Т	1	1	1
21	К	Коллоквиум 2	3	Р	1	1	1
22	З	Зачёт	3	ПА	1	1	
		Всего в семестре	58		21	21	20
		Всего по дисциплине	58		21	21	20

(*, **, *** смотри условные обозначения)

Условные обозначения

Виды учебных занятий*

Виды учебных занятий	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)	Сокращённое наименование		Содержание
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д	Контроль посещаемости занятий обучающимся
Текущий тематический контроль	Тематический	Т	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме занятия
Текущий рубежный контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины

Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся ***

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся (ФПТКУ)	Техническое и сокращённое наименование		Возможность проведения текущего контроля успеваемости по видам контроля		
				Д	Т	Р
1	Контроль присутствия	Присутствие	КП	+		
2	Опрос устный	Опрос устный	ОУ			+
3	Решение практической (ситуационной) задачи	Практическая задача	РЗ		+	

5. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине
Оценочные средства промежуточной аттестации

5.1. Формы промежуточной аттестации

Семестр	Форма промежуточной аттестации****	Форма проведения промежуточной аттестации
1	2	3
7 семестр	Зачет	Контроль присутствия, Опрос устный

Условные обозначения ****

Формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование
Зачет	Зачет 3

6. Структура рейтинга по дисциплине

6.1. Обучающийся имеет право пройти промежуточную аттестацию по дисциплине или её части на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине в соответствующем семестре.

6.2. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы (по семестрам и формам промежуточной аттестации)

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 проведения текущего контроля успеваемости		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Решение практической (ситуационной) задачи	РЗ	11	308	В	Т	28	19	10
Коллоквиум	К	Опрос устный	ОУ	2	702	В	Р	351	234	117
Сумма баллов по дисциплине за семестр					1010					

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета (на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине (модулю) или её части в семестре)

7 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
«зачтено»	Рейтинговый балл — не менее 60 % (не менее 600 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«не зачтено»	Рейтинговый балл — менее 60 % (менее 600 баллов) и/или Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля

7. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

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

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Методические указания для подготовки к занятиям лекционного типа

- ~ 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

Методические указания для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа

- ~ 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.

Методические указания для подготовки к коллоквиуму (текущий рубежный контроль)

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

9. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень литературы по дисциплине:

№ п/п	Наименование, автор, год и место издания	Рекомендуется при изучении разделов дисциплины	Количество экземпляров в библиотеке	Электронный адрес ресурса
1	2	3	4	5
1	Основы алгоритмизации и программирования на языке Python: учебник, Андреева О. В., Ремизова О. И., 2024 - 2025	Многопоточность и многопроцессность	0	https://www.iprbookshop.ru/129510.html
2	Информатика: учебник для вузов, Трофимов В. В., 2024 - 2025	Кластеры и вычислительные сети	0	https://urait.ru/book/informatika-533353

9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе профессиональных баз данных, необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.prilib.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

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

1. MS Windows в редакциях: 7 Pro, 10 Pro, 11 Pro (x86, x64) – лицензия бессрочно
2. MS Office в редакциях: «Standard», «Professional Plus» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
3. MS Visio в редакциях: «Professional» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
4. Astra Linux Special Edition, вариант лицензирования «Орел», РУСБ.10015-10 – лицензия бессрочно
5. Adobe Acrobat Reader – свободно распространяемое ПО
6. Гарант (справочная правовая система) – лицензия до 31.07.2027
7. FastStone Image Viewer – свободно распространяемое ПО
8. Яндекс Браузер для организаций – свободно распространяемое ПО
9. Платформа «1С:Предприятие 8», конфигурации «1С:Документооборот государственного учреждения», «1С:Университет ПРОФ», «1С:Медицина» – лицензия бессрочно
10. Единая цифровая образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова – собственная разработка РНИМУ
11. МТС Линк платформа для проведения вебинаров – лицензия до 04.07.2027 г.
12. Антивирус Kaspersky endpoint Security – лицензия до 19.09.2027 г.
13. Архиватор 7-Zip – свободно распространяемое ПО
14. Платформа «Kinescore» - лицензия до 11.03.2027 г.
15. Система управления обучением (LMS) – лицензия бессрочная
16. Ubuntu – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
17. Debian – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
18. Python (с библиотеками для анализа данных)
19. Visual Studio Code
20. ОС Ubuntu
21. Slurm
22. Kubernetes
23. Nextflow

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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:

№ п/п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
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.