

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.О.03 Медицинская биоинформатика и функциональная геномика
для образовательной программы высшего образования - программы магистратуры
по направлению подготовки**

**12.04.04 Биотехнические системы и технологии
направленность (профиль)**

Медицинская геномика и эпигеномика

Год начала подготовки 2026

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.В.О.03 Медицинская биоинформатика и функциональная геномика (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы магистратуры по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии. Направленность (профиль) образовательной программы: Медицинская геномика и эпигеномика.

Форма обучения: очная

Составители:

№, п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Лагунин Алексей Александрович	д.б.н., профессор РАН	заведующий кафедрой биоинформатики Института биомедицины (МБФ)	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
2	Задорожный Антон Дмитриевич		старший преподаватель кафедры биоинформатики Института биомедицины (МБФ)	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
3	Смирнов Антон Сергеевич		ассистент кафедры биоинформатики Института биомедицины (МБФ)	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

4	Журавлева Светлана Игоревна		ассистент кафедры биоинформатики Института биомедицины (МБФ)	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
---	-----------------------------------	--	---	---

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Кафедра биоинформатики МБФ»

(протокол от «__» _____ № _____)

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Кузиков Алексей Владимирович	к.б.н., доцент	и.о. заведующего кафедрой биохимии Института биомедицины (МБФ)	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом «
_____»

(протокол от «__» _____ 20__ № _____)

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Устав и локальные нормативные акты Университета.
2. Общая характеристика образовательной программы.
3. 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.

Получение студентами основополагающих знаний о методах биоинформатики, используемых для анализа транскриптомных, протеомных и геномных данных при выполнении задач в области функциональной геномики и медицинской биоинформатики.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины (модуля):

- Сформировать знания об использовании методов биоинформатики в медицинских и клинических исследованиях, а также для поиска новых лекарственных мишеней и оптимизации путей применения существующих препаратов с учетом индивидуальных особенностей больного.
- Сформировать навыки использования методов биоинформатики и крупнейших международных интернет ресурсов биомедицинских данных необходимых для решения фундаментальных и прикладных биомедицинских и клинических задач, связанных с эффективной диагностикой и персонализированным лечением пациентов.
- Сформировать навыки работы с транскриптомными, протеомными и геномными данными.

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Медицинская биоинформатика и функциональная геномика» изучается в 2, 3 семестре (ах) и относится к части, формируемой участниками образовательного процесса, Блока Б.1 «Дисциплины (модули)». Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины (модуля) обучающиеся в рамках образовательной программы должны освоить следующие дисциплины: Биотехнические системы и технологии; R, биостатистика; Информатика; Молекулярная биология.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного прохождения практик: Научно-исследовательская работа; Преддипломная практика.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

2 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)
ПК-1 Способен творчески использовать в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры при исследованиях и разработке методов клеточной и генной терапии	
ПК-1.ИД1 Использует в профессиональной деятельности фундаментальные и прикладные разделы дисциплин, представленных в программе магистратуры для исследования молекулярно-генетических механизмов патогенеза заболеваний.	Знать: основы молекулярной биологии и медицинской генетики, необходимые для использования методов биоинформатики в исследованиях механизмов патогенеза заболеваний.
	Уметь: использовать крупнейшие международные интернет ресурсы биомедицинских данных, хранящие данные, связанные с фундаментальными биологическими знаниями, для исследования механизмов патогенеза заболеваний.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): работы с крупнейшими международными интернет ресурсами биомедицинских данных для исследования механизмов патогенеза заболеваний.
ПК-4 Способен организовывать и управлять процессами интеграции методов геномики в медицину	
ПК-4.ИД1 Осуществляет интеграцию методов массового параллельного секвенирования в медицинскую практику	Знать: способы представления, хранения и анализа нуклеотидных и аминокислотных последовательностей.
	Уметь: использовать интернет ресурсы и биоинформатические методы в биомедицинских исследованиях.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): работы с результатами транскрипторных и геномных исследований полученных с использованием технологий секвенирования нового поколения.

3 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)
ПК-1 Способен творчески использовать в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры при исследованиях и разработке методов клеточной и генной терапии	
ПК-1.ИД1 Использует в профессиональной деятельности фундаментальные и прикладные разделы дисциплин, представленных в программе магистратуры для исследования молекулярно-генетических механизмов патогенеза заболеваний.	Знать: основы молекулярной биологии и медицинской генетики, необходимые для использования методов биоинформатики в исследованиях механизмов патогенеза заболеваний.
	Уметь: использовать крупнейшие международные интернет ресурсы биомедицинских данных, хранящие данные, связанные с фундаментальными биологическими знаниями, для исследования механизмов патогенеза заболеваний.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): работы с крупнейшими международными интернет ресурсами биомедицинских данных для исследования механизмов патогенеза заболеваний.
ПК-2 Способен разрабатывать и использовать новые методы клинических лабораторных исследований в медицинской генетике	
ПК-2.ИД1 Использует методы высокопроизводительного секвенирования и биоинформатической обработки данных секвенирования для исследования генома и эпигенома человека	Знать: инструменты и методы биоинформатики для анализа результатов высокопроизводительного секвенирования и OMICS данных.
	Уметь: использовать инструменты и методы биоинформатики для анализа результатов высокопроизводительного секвенирования и OMICS данных.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): использования инструментов и методов биоинформатики для анализа результатов высокопроизводительного секвенирования и OMICS данных.
ПК-4 Способен организовывать и управлять процессами интеграции методов геномики в медицину	

ПК-4.ИД1 Осуществляет интеграцию методов массового параллельного секвенирования в медицинскую практику	Знать: способы представления, хранения и анализа нуклеотидных и аминокислотных последовательностей.
	Уметь: использовать интернет ресурсы и биоинформатические методы в биомедицинских исследованиях.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): работы с результатами транскрипторных и геномных исследований полученных с использованием технологий секвенирования нового поколения.

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		
		2	3	
Учебные занятия				
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:	145	69	76	
Семинарское занятие (СЗ)	3	0	3	
Лекционное занятие (ЛЗ)	52	24	28	
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)	78	39	39	
Коллоквиум (К)	12	6	6	
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:	108	56	52	
Подготовка к учебным аудиторным занятиям	108	56	52	
Промежуточная аттестация:				
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:	11	3	8	
Зачет (З)*	3	3	0	
Экзамен (Э)**	8	0	8	
Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА)**	24	0	24	
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	288	128	160
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 32	9.00	4.00	5.00

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

** Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине в форме экзамена организуется в

рамках экзаменационной сессии согласно расписанию экзаменов. Время на подготовку к экзамену и его прохождение устанавливается учебным планом образовательной программы.

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

2 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Анализ геномной ДНК			
1	ПК-4.ИД1, ПК-1.ИД1	Тема 1. Организация ДНК в эукариотических хромосомах	Организация ДНК в эукариотических хромосомах. Блоки тандемных повторов. Вариация в хромосомной ДНК. Проект ENCODE. Типы генов. Методы измерения хромосомных изменений. Особенности бактериальных и эукариотических геномов. Парадокс значения C. Перемежающиеся повторы. Повторяющиеся элементы ДНК у эукариот. История открытия. Repeat Masker. Виды повторяющихся элементов. Регуляторные участки эукариотических хромосом. Сравнение эукариотической ДНК.
2	ПК-4.ИД1, ПК-1.ИД1	Тема 2. Функциональная геномика	Функциональная геномика. Модельные организмы. Обратная протеомика. Подходы к определению функции генов. Понятие обратного генетического скрининга. Понятие прямого генетического скрининга. Связь между генотипом и фенотипом.
3	ПК-4.ИД1, ПК-1.ИД1	Тема 3. Древо жизни и геномы	Древо жизни и геномы организмов
Раздел 2. Анализ генома			
1	ПК-4.ИД1, ПК-1.ИД1	Тема 1. Геномы вирусов	Анализ вирусных геномов
2	ПК-4.ИД1, ПК-1.ИД1	Тема 2. Геномы бактерий и архей	Анализ геномов бактерий и архей.
3	ПК-4.ИД1, ПК-1.ИД1	Тема 3. Метагеномика	Анализ микробиома в R
4	ПК-4.ИД1, ПК-1.ИД1	Тема 4. Геномы грибов	Анализ геномов грибов

5	ПК-4.ИД1, ПК-1.ИД1	Тема 5. Эукариотические геномы от паразитов до приматов	Анализ эукариотических геномов (от паразитов до приматов)
6	ПК-4.ИД1, ПК-1.ИД1	Тема 6. Геном человека	Анализ генома человека

3 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Медицинская биоинформатика			
1	ПК-4.ИД1, ПК-1.ИД1, ПК-2.ИД1	Тема 1. Категории заболеваний. Генетические заболевания человека: последствия вариации ДНК. Базы данных связанные с заболеваниями.	Болезни человека. Базы данных связанные с заболеваниями человека. Поиск путей и генов ассоциированных с дефектами метаболических путей.
2	ПК-4.ИД1, ПК-1.ИД1, ПК-2.ИД1	Тема 2. GWAS (широкомасштабные исследования геномных ассоциаций)	GWAS каталог. Контроль качества данных для GWAS (PLINK) Импутация генотипов и статистический анализ в GWAS (PLINK)
3	ПК-4.ИД1, ПК-1.ИД1, ПК-2.ИД1	Тема 3. Использование методов биоинформатики в иммунологии	Биоинформатический анализ в иммунологии
Раздел 2. Клиническая биоинформатика			
1	ПК-4.ИД1, ПК-1.ИД1, ПК-2.ИД1	Тема 1. Клиническая аннотация геномных вариантов	Клиническая аннотация геномных вариантов, выявление патогенных вариантов для диагностики наследственных заболеваний
2	ПК-4.ИД1, ПК-1.ИД1, ПК-2.ИД1	Тема 2. Использование методов биоинформатики в клинике	Использование методов биоинформатики в клинике

3	ПК-4.ИД1, ПК-1.ИД1, ПК-2.ИД1	Тема 3. Геномика опухолей	Биоинформатические ресурсы геномов опухолей. Анализ структурных изменений в геномах опухолей. Нахождение отличий между геномами половых и соматических клеток при секвенировании Идентификация «драйвер» мутаций и мутаций «пассажира» в опухолевых геномах
4	ПК-4.ИД1, ПК-1.ИД1, ПК-2.ИД1	Тема 4. Анализ внеклеточной ДНК	Анализ внеклеточной ДНК опухоли. Неинвазивный пренатальный ДНК-скрининг по крови матери.
5	ПК-4.ИД1, ПК-1.ИД1, ПК-2.ИД1	Тема 5. Анализ лекарственной резистентности	Исследования генома вирусов для выявления причин лекарственной резистентности. Исследования генома бактерий для выявления причин антибиотикорезистентности.

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.

№ занятия п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (модулей) (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***			
					КП	ОК	РЗ	ПКН
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2 семестр								
Раздел 1. Анализ геномной ДНК								
Тема 1. Организация ДНК в эукариотических хромосомах								
1	ЛЗ	Организация ДНК в эукариотических хромосомах (часть 1)	2	Д	1	1		
2	ЛЗ	Организация ДНК в эукариотических хромосомах (часть 2)	2	Д	1	1		
3	ЛПЗ	Анализ эукариотических хромосом (1 часть)	3	Т	1	1	1	
4	ЛПЗ	Анализ эукариотических хромосом (2 часть)	3	Т	1	1	1	
Тема 2. Функциональная геномика								
5	ЛПЗ	Анализ белков и протеомика	3	Т	1	1	1	
6	ЛЗ	Функциональная геномика	2	Д	1	1	1	
7	ЛПЗ	Функциональная геномика (часть 1)	3	Т	1	1	1	
8	ЛПЗ	Функциональная геномика (часть 2)	3	Т	1	1	1	
Тема 3. Древо жизни и геномы								

9	ЛЗ	Древо жизни и геномы	2	Д	1	1	1	
10	ЛПЗ	Древо жизни и геномы	3	Т	1	1	1	
11	К	Коллоквиум по разделу "Анализ геномной ДНК"	3	Р	1	1	1	
Раздел 2. Анализ генома								
Тема 1. Геномы вирусов								
12	ЛЗ	Геномы вирусов	2	Д	1	1	1	
13	ЛПЗ	Анализ вирусных геномов	3	Т	1	1	1	
Тема 2. Геномы бактерий и архей								
14	ЛЗ	Геномы бактерий и архей	2	Д	1	1	1	
15	ЛПЗ	Анализ геномов бактерий и архей	3	Т	1	1	1	
Тема 3. Метагеномика								
16	ЛЗ	Метагеномика	2	Д	1	1	1	
17	ЛПЗ	Анализ микробиома в R (1 часть)	3	Т	1	1	1	
18	ЛПЗ	Анализ микробиома в R (2 часть)	3	Т	1	1	1	
Тема 4. Геномы грибов								
19	ЛЗ	Геномы грибов	2	Д	1	1	1	
20	ЛПЗ	Анализ геномов грибов	3	Т	1	1	1	
Тема 5. Эукариотические геномы от паразитов до приматов								
21	ЛЗ	Эукариотические геномы от паразитов до приматов (часть 1)	2	Д	1	1	1	
22	ЛЗ	Эукариотические геномы от паразитов до приматов (часть 2)	2	Д	1	1	1	
23	ЛПЗ	Эукариотические геномы от паразитов до приматов	3	Т	1	1	1	
Тема 6. Геном человека								

24	ЛЗ	Геном человека (часть 1)	2	Д	1	1	1	
25	ЛЗ	Геном человека (часть 2)	2	Д	1	1	1	
26	ЛПЗ	Геном человека	3	Т	1	1	1	
27	К	Коллоквиум по разделу "Анализ генома"	3	Р	1	1	1	
		Всего в семестре	69		27	27	25	

3 семестр

Раздел 1. Медицинская биоинформатика

Тема 1. Категории заболеваний. Генетические заболевания человека: последствия вариации ДНК. Базы данных связанные с заболеваниями.

29	ЛЗ	Категории заболеваний. Генетические заболевания человека: последствия вариации ДНК. Базы данных связанные с заболеваниями.	2	Д	1	1	1	
30	ЛПЗ	Болезни человека. Базы данных связанные с заболеваниями человека.	3	Т	1	1	1	
31	ЛПЗ	Поиск путей и генов ассоциированных с дефектами метаболических путей.	3	Т	1	1	1	

Тема 2. GWAS (широкомасштабные исследования геномных ассоциаций)

32	ЛЗ	GWAS (широкомасштабные исследования геномных ассоциаций)	2	Д	1	1	1	
33	ЛПЗ	GWAS Catalog. Контроль качества данных для GWAS (PLINK)	3	Т	1	1	1	

34	ЛПЗ	Импутация генотипов и статистический анализ в GWAS (PLINK)	3	Т	1	1	1	
----	-----	--	---	---	---	---	---	--

Тема 3. Использование методов биоинформатики в иммунологии

35	ЛЗ	Использование методов биоинформатики в иммунологии (часть 1)	2	Д	1	1	1	
36	ЛЗ	Использование методов биоинформатики в иммунологии (часть 2)	2	Д	1	1	1	
37	ЛПЗ	Биоинформатический анализ в иммунологии	3	Т	1	1	1	
38	ЛЗ	Использование методов биоинформатики для создания биотерапевтических препаратов	2	Д	1	1	1	
39	К	Коллоквиум по разделу "Медицинская биоинформатика"	3	Р	1	1	1	

Раздел 2. Клиническая биоинформатика

Тема 1. Клиническая аннотация геномных вариантов

40	ЛЗ	Клиническая аннотация геномных вариантов	2	Д	1	1	1	
41	ЛЗ	Клиническая аннотация геномных вариантов в не кодирующих областях генома	2	Д	1	1	1	
42	ЛЗ	Компьютерная аннотация геномных вариантов	2	Д	1	1	1	

43	ЛПЗ	Клиническая аннотация геномных вариантов (часть 1)	3	Т	1	1	1	
44	ЛПЗ	Клиническая аннотация геномных вариантов (часть 2)	3	Т	1	1	1	
Тема 2. Использование методов биоинформатики в клинике								
45	ЛЗ	Использование методов биоинформатики в клинике	2	Д	1	1	1	
46	СЗ	Итоговое практическое занятие. Устный опрос	3	Т	1	1	1	1
Тема 3. Геномика опухолей								
47	ЛЗ	Геномика опухолей (часть 1)	2	Д	1	1	1	1
48	ЛЗ	Геномика опухолей (часть 2)	2	Д	1	1	1	1
49	ЛЗ	Геномика опухолей (часть 3)	2	Д	1	1	1	1
50	ЛПЗ	Биоинформатические ресурсы геномов опухолей	3	Т	1	1	1	1
51	ЛПЗ	Анализ структурных изменений в геномах опухолей	3	Т	1	1	1	1
52	ЛПЗ	Нахождение отличий между геномами половых и соматических клеток при секвенировании	3	Т	1	1	1	1
53	ЛПЗ	Идентификация «драйвер» мутаций и мутаций «пассажира» в опухолевых геномах	3	Т	1	1	1	1
Тема 4. Анализ внеклеточной ДНК								

54	ЛЗ	Анализ внеклеточной ДНК	2	Д	1	1	1	1
55	ЛПЗ	Анализ внеклеточной ДНК опухоли	3	Т	1	1	1	1
56	ЛПЗ	Неинвазивный пренатальный ДНК-скрининг по крови матери	3	Т	1	1	1	1
Тема 5. Анализ лекарственной резистентности								
57	ЛЗ	Анализ лекарственной резистентности	2	Д	1	1	1	1
58	К	Коллоквиум по модулю "Клиническая биоинформатика"	3	Р	1	1	1	1
		Всего в семестре	76		30	30	30	13
		Всего по дисциплине (модулю)	145		57	57	55	13

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

Условные обозначения

Виды учебных занятий*

Виды учебных занятий	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Семинарское занятие	Семинар	СЗ
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 комбинированный	Опрос комбинированный	ОК			+
3	Решение практической (ситуационной) задачи	Практическая задача	РЗ		+	
4	Проверка контрольных нормативов	Проверка нормативов	ПКН		+	

Типы контроля (ТК)

Типы контроля	Сокращенное наименование
Контроль присутствия	КП
Опрос комбинированный	ОК
Решение практической (ситуационной) задачи	РЗ
Проверка контрольных нормативов	ПКН

5. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине (модулю)

Оценочные средства промежуточной аттестации

5.1. Формы проведения промежуточной аттестации

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации****	Форма организации промежуточной аттестации
1	2	3
2 семестр	Зачет	Контроль присутствия, Опрос комбинированный
3 семестр	Экзамен	Контроль присутствия, Опрос комбинированный, Решение практической (ситуационной) задачи

Условные обозначения ****

Формы проведения промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Зачет	Зачет	З
Защита курсовой работы	Защита курсовой работы	ЗКР
Экзамен	Экзамен	Э

5.2 Критерии выставления оценок

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета

2 семестр

Шкала оценивания /Оценка	Критерии выставления оценок
--------------------------	-----------------------------

«зачтено»	2) При устном ответе студент демонстрирует освоение материала не ниже следующих требований: - частично выполнил задания, предусмотренные билетом; - демонстрирует усвоение программного материала (в ходе ответа в основных чертах раскрывает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), но испытывает затруднения при его самостоятельном воспроизведении, требует дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; - дает не полный, недостаточно аргументированный ответ; - делает правильные обобщения и выводы по отдельным вопросам; - допускает ошибки при воспроизведении знаний; - на дополнительные ответы по программному материалу отвечает с трудом; - умеет применять полученные знания при решении практических (ситуационных) задач, но допускает незначительные ошибки; Допускаются ошибки и неточности в содержании ответа, которые исправляются обучающимся с помощью наводящих вопросов преподавателя.
«не зачтено»	Студент: - не выполнил задания, предусмотренные билетом; - демонстрирует разрозненные знания программного материала (в ходе ответа фрагментарно и нелогично излагает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), не использует или слабо использует научную терминологию); - допускает существенные ошибки и не корректирует ответ после дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; - не делает обобщения и выводы; - не отвечает на дополнительные вопросы; - не умеет применять теоретические знания при решении практических (ситуационных) задач; или: - отказывается от ответа; или: - во время подготовки к ответу и самого ответа использует несанкционированные источники информации, технические средства.

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме экзамена

3 семестр

Шкала оценивания /Оценка	Критерии выставления оценок
-------------------------------------	------------------------------------

<p>«неудовлетворительно»</p>	<p>в том случае, если обучающийся: - частично выполнил или не выполнил задания, предусмотренные билетом; - демонстрирует разрозненные знания программного материала (в ходе ответа фрагментарно и нелогично излагает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), не использует или слабо использует научную терминологию); - допускает существенные ошибки и не корректирует ответ после дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; - не делает обобщения и выводы; - не отвечает на дополнительные вопросы; - не умеет применять теоретические знания при решении практических (ситуационных) задач; - не умеет пользоваться необходимым оборудованием, инструментами, обращаться с препаратами; или: - отказывается от ответа; или: - во время подготовки к ответу и самого ответа использует несанкционированные источники информации, технические средства.</p>
<p>«хорошо»</p>	<p>в том случае, если обучающийся: - выполнил задания, предусмотренные билетом; - демонстрирует усвоение программного материала (в ходе ответа раскрывает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), выделяет в нем главные положения; - грамотно, используя научную терминологию, излагает программный материал, дает последовательный и исчерпывающий ответ на поставленные вопросы, делает обобщения и выводы; - не допускает серьезных ошибок при воспроизведении знаний; - отвечает без особых затруднений на дополнительные вопросы по программному материалу; - умеет применять полученные знания и умения при решении практических (ситуационных) задач; Допускаются мелкие неточности и не более двух ошибок, которые после уточнения (наводящих вопросов) обучающийся способен исправить.</p>

«удовлетворительно»	в том случае, если обучающийся: - частично выполнил задания, предусмотренные билетом; - демонстрирует усвоение программного материала (в ходе ответа в основных чертах раскрывает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), но испытывает затруднения при его самостоятельном воспроизведении, требует дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; - дает неполный, недостаточно аргументированный ответ; - не делает правильные обобщения и выводы; - допускает ошибки при воспроизведении знаний; - на дополнительные ответы по программному материалу отвечает с трудом; - умеет применять полученные знания при решении практических (ситуационных) задач, но допускает незначительные ошибки; Допускаются ошибки и неточности в содержании ответа, которые исправляются обучающимся с помощью наводящих вопросов преподавателя.
«отлично»	в том случае, если обучающийся: - выполнил задания, предусмотренные билетом; - демонстрирует усвоение всего объема программного материала (в ходе ответа раскрывает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), выделяет в нем главные положения; - грамотно, используя научную терминологию, логично излагает программный материал, дает последовательный и исчерпывающий ответ на поставленные вопросы, делает обобщения и выводы; - не допускает ошибок при воспроизведении знаний; - легко отвечает на дополнительные вопросы по программному материалу; - осмысленно применяет полученные знания и умения при решении практических (ситуационных) задач.

6. Структура рейтинга по дисциплине (модулю)

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

2 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	13	156	В	Т	12	8	4
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	2	352	В	Р	176	117	59
Сумма баллов по дисциплине за семестр					508					

3 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	13	156	В	Т	12	8	4
Семинарское занятие	СЗ	Проверка контрольных нормативов	ПКН	1	12	В	Т	12	8	4

Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	2	352	В	Р	176	117	59
Сумма баллов по дисциплине за семестр					520					

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)

2 семестр

Шкала оценивания /Оценка	Критерии выставления оценки
«зачтено»	Рейтинговый балл — не менее 60 % (не менее 296 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«не зачтено»	Рейтинговый балл — менее 60 % (менее 296 баллов) и/или Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля

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

3 семестр

Шкала оценивания /Оценка	Критерии выставления оценки
«отлично»	Рейтинговый балл не менее 90 % (не менее 900 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«хорошо»	Рейтинговый балл не менее 75 % (не менее 750 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре

«удовлетворительно»	Рейтинговый балл не менее 60 % (не менее 600 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«неудовлетворительно»	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 (модулю)

2 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта

Организация ДНК в эукариотических хромосомах

1. Блоки тандемных повторов.
2. Вариация в хромосомной ДНК.
3. Выводы проекта ENCODE. Критика проекта ENCODE.
4. Методы измерения хромосомных изменений.
5. Псевдогены, их виды.
6. Организация эукариотической хромосомы.
7. Особенности бактериальных и эукариотических геномов.
8. Парадокс значения C.
9. Перемежающиеся повторы.
10. Повторы простых последовательностей.
11. Повторяющиеся элементы ДНК у эукариот. История открытия. Repeat Masker. Виды повторяющихся элементов.
12. Поиск генов в эукариотической ДНК.
13. Проект ENCODE. Цель. Этапы. Функциональные элементы. Изучаемые организмы.
14. Регуляторные участки эукариотических хромосом.
15. Сегментные дубликаты.
16. Сравнение эукариотической ДНК.
17. Типы генов.

Функциональная геномика

1. Белок-белковые взаимодействия. Экспериментальные методы определения белок-белковых взаимодействий.
2. Модельные организмы. Их особенности.
3. Обратная протеомика.
4. Подходы к определению функции генов.
5. Понятие обратного генетического скрининга. Основные методы.
6. Понятие прямого генетического скрининга. Основные методы.
7. Понятие функциональной геномики.
8. Протеомные подходы к функциональной геномики.
9. Прямая протеомика
10. Связь между генотипом и фенотипом.
11. Сети белковых взаимодействий.

Древо жизни и геномы.

1. Пять взглядов на геномику
2. Разнообразие размеров генома
3. Современный взгляд на глобальное древо жизни
4. Наиболее значимые веб-ресурсы, связанные с информацией о геномах
5. Крупномасштабные проекты секвенирования генома модельных организмов
6. Критерии выбора геномов для секвенирования
7. Филогенетический футпринтинг
8. Филогенетическое отслеживание

9. Особенности секвенирования геномов вымерших организмов
10. Геномная аннотация
11. GC состав геномов разных организмов

Геномы вирусов

1. Чем можно объяснить небольшое количество видов вирусов (несколько тысяч) по сравнению с миллионами видов бактерий, архей и эукариот:
2. Размер каких геномов считается маленьким для вирусов?
3. Геном ВИЧ содержит девять генов, кодирующих белок. Число записей в БД NCBI Nucleotide для этих девяти генов составляет приблизительно:
4. Для функционального геномного анализа вирусов можно измерить экспрессию генов:
5. Герпесвирусы, вероятно, впервые появились около:
6. ВИЧ-1 в его нынешней форме, вероятно, впервые появился около:
7. Специализированные вирусные базы данных, такие как Лос-Аламосская национальная лаборатория, предлагают ресурсы для изучения ВИЧ, которых нет в NCBI или EBI. Пример:
8. Размер каких геномов считается крупнейшими для вирусов?
9. На сколько классов делят вирусы на основе нуклеиновых кислот:
10. Какая зависимость существует между размером вирусного генома и частотой мутаций:

Геномы бактерий и архей

1. Типичный бактериальный геном состоит примерно из скольких пар оснований ДНК?
2. *Mycoboccus xanthus* имеет относительно большой размер генома даже по сравнению с другими протеобактериями. Одной из причин такого размера может быть:
3. Геном *E. coli* кодирует около 4300 генов, кодирующих белок. Общее количество интронов *E. coli* примерно равно:

4. Наименьшие бактериальные геномы, как правило, принадлежат:
5. Что из следующего является наиболее убедительным доказательством того, что ген был включен в геном *E. coli* путем латерального переноса генов?
6. Патогенный штамм *E. coli* O157:H7 EDL933 существенно крупнее *E. coli* K-12 substr. МГ1655. Используя TaxPlot, MUMmer или NCBI Genome, его приблизительное количество дополнительных генов можно определить следующим образом:
7. Наименьший размер генома бактерий:
8. Наибольший размер генома бактерий:
9. Наименьший размер генома архей:
10. Наибольший размер генома архей:

Геномы грибов

1. Геном *Saccharomyces cerevisiae* характеризуется следующими свойствами, кроме:
2. Дрожжи *S. cerevisiae* являются привлекательным модельным организмом по многим причинам. Что из следующего НЕ является полезным свойством дрожжей?
3. Геном *S. cerevisiae* небольшой (кодирует около 6000 генов). Считается, что около 100 млн. лет назад произошло следующее событие:
4. После дупликации гена наиболее частым результатом является потеря дублированного гена. Разумное объяснение того, почему это может произойти, заключается в том, что эта вторая копия:
5. Сравнительный анализ *S. cerevisiae* и двух близкородственных видов (*S. castellii*, *C. glabrata*) позволяет описать закономерности сохранения и потери генов у многих организмов после дупликации всего генома. Что из следующего произошло среди тысяч генных локусов в трех геномах, подвергшихся дупликации генома?
6. Особенности генома *Candida albicans* включают:
7. Наименьший размер генома грибов:
8. Одной из самых замечательных особенностей генома *Schizosaccharomyces pombe* является то, что:

9. Какой приблизительно размер генома *S. cerevisiae*:
10. Какова плотность генов в геноме *S. cerevisiae*?

Эукариотические геномы от паразитов до приматов.

1. Геном *Giardia lamblia* необычен, потому что:
2. Особенностью генома трипаносомы *T. Brucei* является то, что он:
3. Какой GC состав у генома малярийного паразита *Plasmodium falciparum*?
4. Геном *Paramecium tetraurelia* обладает следующими свойствами, за исключением:
5. Сколько миллионов лет назад мышь и человек отошли от общего предка?
6. Какая из этих пар организмов разошлась наиболее давно?
7. Что общего у геномов *Takifugu rubripes* (рыбы-фугу) и *Gallus gallus* (курицы), что отличает их от генома человека?
8. Чем отличаются геномы мыши и человека?
9. Геномы шимпанзе и человека отличаются многими чертами, включая все перечисленное, кроме:
10. Филогенетическое дерево показывает, что шимпанзе (*Pan troglodytes*) и бонобо (карликовый шимпанзе, *Pan paniscus*) являются двумя видами, наиболее тесно связанными с людьми. Сколько миллионов лет назад эти три вида отошли от общего предка?

Геном человека

1. Какой приблизительно размер генома человека?
2. Какой примерно процент генома человека состоит из повторяющихся элементов разного рода?
3. Какой процент генома человека посвящен участкам, кодирующим белок?
4. Геном человека содержит множество повторов, происходящих от транспозонов. Они описываются как:

5. Приблизительно, какую часть генома человека занимают сегментарные дубликации?
6. В областях с высоким GC составом генома человека
7. По сравнению с геномами других многоклеточных животных (таких как нематоды, насекомые и мыши)
8. Когда проект генома человека был завершен к 2001–2004 гг., какую часть генома оставалось невозможно секвенировать из-за повторяющегося содержания и других технических проблем?
9. Однонуклеотидные полиморфизмы (SNP) полезны для характеристики всех аспектов генома человека, за исключением:
10. Сколько существует цитогенетических групп, по которым классифицируют хромосомы?

Зачетный билет для проведения зачёта

ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Кафедра биоинформатики МБФ

Билет № _____

для проведения зачета по дисциплине Б.1.В.О.03 «Медицинская биоинформатика и функциональная геномика»

по программе магистратуры

по направлению подготовки

«12.04.04 Биотехнические системы и технологии»

направленность (профиль)

«Медицинская геномика и эпигеномика»

1. Блоки тандемных повторов

2. Понятие функциональной геномики

3. Герпесвирусы

4. Сегментарные дубликации в геноме человека

Заведующий кафедрой Кафедра биоинформатики МБФ Лагунин А. А.

3 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме экзамена

Раздел 1. Организация ДНК в эукариотических хромосомах, функциональная геномика, древо жизни и геномы

1. Организация эукариотической хромосомы. Парадокс значения С.
2. Особенности бактериальных и эукариотических геномов.
3. Повторяющиеся элементы ДНК у эукариот. Repeat Masker. Виды повторяющихся элементов.
4. Поиск генов в эукариотической ДНК. Регуляторные участки эукариотических хромосом.
5. Типы генов. Псевдогены, их виды.
6. Модельные организмы. Их особенности.

7. Протеомные подходы в функциональной геномике. Прямая и обратная протеомика.
8. Связь между генотипом и фенотипом. Подходы к определению функции генов.
9. Понятие функциональной геномики. Прямая и обратная генетика. Основные методы.
10. Древо жизни и геномы. Пять подходов в геномике. Современный взгляд на глобальное древо жизни.
11. Разнообразие размеров генома. Наиболее значимые веб-ресурсы, связанные с информацией о геномах.
12. Крупномасштабные проекты секвенирования генома человека и модельных организмов.
13. Филогенетический футпринтинг.
14. Филогенетическое отслеживание.
15. Геномная аннотация. GC состав геномов разных организмов.

Раздел 2. Анализ генома

1. Вирусы. Особенности и размер их геномов. Виды классификации вирусов. Классификация вирусов по составу нуклеиновых кислот.
2. Вирус иммунодефицита человека, особенности его генома и информационные ресурсы.
3. Вирус гриппа, особенности его генома, основные типы и подтипы вируса гриппа.
4. Вирус кори, особенности его генома.
5. Герпесвирусы, особенности генома.
6. Бактерии и археи. Особенности и размер их геномов. Особенности GC состава у бактерий. Классификация бактерий на основе филогенетического дерева рРНК
7. Микробиом человека. Выводы проектов Human Microbiome Project и Metagenomics of the Human Intestinal Tract.
8. Подходы к поиску генов. ORF. Латеральный перенос генов.
9. Грибы, общая характеристика. Особенности и размер их геномов.

10. Особенности генома, генная номенклатура и дупликация генома *S. cerevisiae*
11. *Candida albicans*, особенности и размер генома.
12. Проект Геном человека. Цели. Результаты. Основные выводы. Классификация переменных элементов генома.
13. Мобильные элементы человеческого генома. Заболевания, связанные с мутациями в мобильных элементах.
14. Повторы последовательности в человеческом геноме. Понятие синтении. Примеры синтении.
15. Группы хромосом человека.
16. Гаплотипы. Проект НарМар. Выводы. Проект 1000 геномов. Выводы.

Раздел 3. Медицинская биоинформатика

1. Категории болезней. Связь заболеваний с вариацией генома. Национальные и половые особенности заболеваний.
2. Моногенные и сложные заболевания. Частоты аллелей и величина эффекта.
3. Болезни вызванные окружающей средой и геномные вариации. Генетические вариации и болезни органелл.
4. Геномные (хромосомные) заболевания.
5. Высокоплотное чип-генотипирование. Форматы данных генотипирования.
6. Контроль качества результатов генотипирования. Выравнивание данных на плюс-цепь.
7. Фазируание и импутация.
8. Неравновестное сцепление. Его использование в GWAS исследованиях.
9. Полногеномные ассоциативные исследования.
10. Полнотранскриптомные ассоциативные исследования.
11. Метод анализа полногеномных баллов.
12. Клиническая аннотация вариантов наследственных заболеваний.

Раздел 4. Клиническая биоинформатика

1. Особенности злокачественных и доброкачественных опухолей.
2. Соматические и герминативные мутации. Клональная эволюция раковых клеток. Борьба с гетерогенностью.
3. Мутации драйверы и пассажиры. Поиск драйверных генов.
4. Онкогены и онкосупрессоры. Молекулярные портреты опухолей.
5. Основные проекты и ресурсы, связанные с исследованием геномов опухолей.
6. Аннотация мутаций. Предсказание функциональной значимости мутации. Примеры программ.
7. Связь между мутациями и терапией. Основные ресурсы.
8. Скрининг новорожденных.
9. Пренатальный генетический скрининг. Пренатальный генетический скрининг носителей.
10. Оценка риска заболеваний. Скрининг по этнической принадлежности. Скрининг с использованием мультиплексной панели.
11. Сравнение полногеномного и полноэкзомного секвенирования.
12. Базовая и расширенная аннотация вариантов.
13. Прогнозирование эффекта несинонимичных вариантов.
14. Косегрегация варианта с заболеванием в семьях.
15. Неинвазивный пренатальный ДНК-тест анеуплоидий.
16. Неинвазивный пренатальный ДНК-скрининг по крови матери. Основные методы. Ограничения его использования.
17. Использование биоинформатических методов в иммунологии.
18. Преимплантационный генетический скрининг. Основные методы преимплантационного генетического скрининга.

19. Предимплантационная генетическая диагностика. SNP-гаплотипирование.

20. Компьютерные методы анализа лекарственной резистентности.

Экзаменационный билет для проведения экзамена

ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Кафедра биоинформатики МБФ

Билет № _____

для проведения экзамена по дисциплине Б.1.В.О.03 «Медицинская биоинформатика и функциональная геномика»

по программе магистратуры

по направлению подготовки

«12.04.04 Биотехнические системы и технологии»

направленность (профиль)

«Медицинская геномика и эпигеномика»

1. Базы данных по связи белков/генов с заболеваниями. Оценка связи белка (гена) с заболеванием.
2. Вирус гриппа, особенности его генома, основные типы и подтипы вируса гриппа.
3. Высокоплотное чип-генотипирование. Форматы данных генотипирования.
4. Клональная эволюция раковых клеток. Борьба с гетерогенностью.

Заведующий кафедрой Кафедра биоинформатики МБФ Лагунин А. А.

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)

Методические указания для подготовки к занятиям лекционного типа

1. Иметь доступ к сети "Интернет".
2. Иметь тетрадь для записи конспектов.
3. Ознакомиться с учебным материалом по учебнику, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам с темой данной лекции.
4. Записать возможные вопросы, которые следует задать преподавателю по материалу изученной лекции.

Методические указания для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа

Прослушать и законспектировать материал соответствующей лекции

Методические указания для подготовки к коллоквиуму (текущий рубежный контроль)

Прослушать лекции. Выучить теоретический материал.

Методические указания для подготовки к зачету

1. Ознакомиться с примером билета, выносимого на промежуточную аттестацию в форме зачета;
2. Проанализировать материал и наметить последовательность его повторения;
3. Определить наиболее простые и сложные темы и (или) разделы дисциплины;
4. Повторить материал по наиболее значимым/сложным темам и (или) разделам дисциплины по конспектам лекций и учебной литературе, а также электронным образовательным ресурсам.

Методические указания для подготовки к экзамену

1. Ознакомиться с примером билета, выносимого на промежуточную аттестацию в форме экзамена;
2. Проанализировать материал и наметить последовательность его повторения;
3. Определить наиболее простые и сложные темы и (или) разделы дисциплины;
4. Повторить материал по наиболее значимым/сложным темам и (или) разделам дисциплины по конспектам лекций и учебной литературе, а также электронным образовательным ресурсам.

Методические указания для самостоятельной работы студентов (СРС)

Проработку материалов лекции. Решение задач по темам лабораторно-практических занятий.

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	Введение в биоинформатику: [учебник для вузов], Леск А. М., 2024 - 2025	Медицинская биоинформатика Анализ генома Клиническая биоинформатика Анализ геномной ДНК	28	
2	Молекулярное моделирование: теория и практика, Хельтге Х.-Д., 2024 - 2025	Медицинская биоинформатика Клиническая биоинформатика	0	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001017240.html

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

1. <http://www.biblioclub.ru> (электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» РНИМУ им. Пирогова)
2. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
3. UniProt
4. <https://www.kegg.jp/>
5. OMIM
6. Научная электронная библиотека PubMed <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

9.3. 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. R Studio
4. Adobe Reader, [get/adobe.com/ru/reader/otherversions](http://get.adobe.com/ru/reader/otherversions), (32 шт.), срок действия лицензии: бессрочно

5. MS Office (Excel)
6. Microsoft Office (Word)
7. MS Office (Power Point)
8. Python (с библиотеками для анализа данных)

9.4. 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):

№ п/п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Аудитория, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Компьютеры для обучающихся , Столы , Экран для проектора , Компьютерный стол , Проектор мультимедийный , Компьютерная техника с возможностью подключения к сети “Интернет” , Стулья , Компьютер персональный
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.

