

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.02.01 Медицинская биоинформатика и функциональная геномика
для образовательной программы высшего образования - программы специалитета
по специальности**

**06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология
направленность (профиль)
Биомедицина**

Год начала подготовки - 2024

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.В.В.02.01 Медицинская биоинформатика и функциональная геномика (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
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)

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)
2	Смирнов Антон Сергеевич		ассистент кафедры биоинформатики Института биомедицины (МБФ)	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
3	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 «___» _____ № _____

Зав. кафедрой

Лагунин Алексей

Александрович

Доктор биологических наук

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена ученым советом

« _____ »

протокол от «___» _____ 20__ № _____

Директор Института

Прохорчук Егор Борисович

Доктор биологических наук,

Член-корреспондент

Российской академии наук

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: 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:

- 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 9, 10 семестре(ах) и относится к части, формируемой участниками образовательного процесса, Блока Б.1 «Дисциплины». Является дисциплиной по выбору.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся в рамках образовательной программы должны освоить следующие дисциплины и практики: Биоинформатика; Информатика; Теория вероятности и математическая статистика; R, биостатистика; Генетика; Медицинская генетика; Молекулярная биология; Биохимия; Распределенные вычисления.

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

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

9 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-1 Способен применять знания разнообразия живых объектов различных уровней организации и умение работать с ними в полевых и лабораторных условиях для решения инновационных задач в сфере инновационной деятельности с привлечением при необходимости методов структурной биологии, биоинформатики, математического и молекулярного моделирования	
ОПК-1.ИД3 Использует при необходимости методы структурной биологии, биоинформатики, математического и молекулярного моделирования	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
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.ИД2 Участвует в развитии новых методов и представлений в области молекулярного и математического моделирования, биоинформатики для решения фундаментальных и прикладных проблем биологии и биомедицины	Знать: основные понятия, подходы и методы анализа биомедицинских данных используемые в биоинформатике для выявления фундаментальных проблем и планирования исследований.
	Уметь: применять основные подходы и методы биоинформатики для решения прикладных биомедицинских и клинических задач.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): планирования научного эксперимента с учетом анализа качества данных, использования методов биоинформатики для решения прикладных биомедицинских и клинических задач.
ПК-2 Способен проводить научные исследования в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины	
ПК-2.ИД1 Собирает и обрабатывает научную и научно-техническую информацию, в результате чего формулирует проверяемые гипотезы в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины.	Знать: крупнейшие международные интернет ресурсы биомедицинских данных, хранящие данные, связанные с фундаментальными биологическими знаниями, для исследования механизмов патогенеза заболеваний.
	Уметь: использовать интернет ресурсы и биоинформатические методы в биомедицинских исследованиях.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): планирования научного эксперимента с учетом анализа качества данных, использования методов биоинформатики для решения прикладных биомедицинских и клинических задач.

10 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: методы биоинформатики используемые 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.
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: 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.
ОПК-8.ИД2 Участвует в развитии новых методов и представлений в области молекулярного и математического моделирования, биоинформатики для решения фундаментальных и прикладных проблем биологии и биомедицины	Знать: основные понятия, подходы и методы анализа биомедицинских данных используемые в биоинформатике для выявления фундаментальных проблем и планирования исследований.
	Уметь: применять основные подходы и методы биоинформатики для решения прикладных биомедицинских и клинических задач.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): планирования научного эксперимента с учетом анализа качества данных, использования методов биоинформатики для решения прикладных биомедицинских и клинических задач.
ПК-2 Способен проводить научные исследования в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины	
ПК-2.ИД1 Собирает и обрабатывает научную и научно-техническую информацию, в результате чего формулирует проверяемые гипотезы в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины.	Знать: крупнейшие международные интернет ресурсы биомедицинских данных, хранящие данные, связанные с фундаментальными биологическими знаниями, для исследования механизмов патогенеза заболеваний.
	Уметь: использовать интернет ресурсы и биоинформатические методы в биомедицинских исследованиях.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): планирования научного эксперимента с учетом анализа качества данных, использования методов биоинформатики для решения прикладных биомедицинских и клинических задач.

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	
			9	10
Учебные занятия				
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:		147	61	86
Лекционное занятие (ЛЗ)		38	16	22
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		95	39	56
Коллоквиум (К)		14	6	8
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		102	44	58
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		102	44	58
Промежуточная аттестация:				
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:		12	3	9
Экзамен (Э)**		9	0	9
Зачет (З)*		3	3	0
Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА)**		27	0	27
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	288	108	180
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 36	8,00	3,00	5,00

* 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.

** 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

9 семестр

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Анализ геномной ДНК			
1	ОПК-1.ИДЗ, ОПК-8.ИД2, ПК-2.ИД1	Тема 1. Организация ДНК в эукариотических хромосомах	Организация ДНК в эукариотических хромосомах. Блоки tandemных повторов. Вариация в хромосомной ДНК. Проект ENCODE. Типы генов. Методы измерения хромосомных изменений.
2	ОПК-1.ИДЗ, ОПК-8.ИД2, ПК-2.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	ОПК-8.ИД2, ПК-2.ИД1, ОПК-1.ИДЗ	Тема 3. Древо жизни и геномы	Древо жизни и геномы организмов
Раздел 2. Анализ генома			
1	ОПК-1.ИДЗ, ОПК-8.ИД2, ПК-2.ИД1	Тема 1. Геномы вирусов	Анализ вирусных геномов
2	ОПК-1.ИДЗ, ОПК-8.ИД2, ПК-2.ИД1	Тема 2. Геномы бактерий и архей	Анализ геномов бактерий и архей
3	ОПК-1.ИДЗ, ОПК-8.ИД2, ПК-2.ИД1	Тема 3. Метагеномика	Анализ микробиома в R
4	ОПК-1.ИДЗ, ОПК-8.ИД2, ПК-2.ИД1	Тема 4. Геномы грибов	Анализ геномов грибов
5	ОПК-1.ИДЗ, ОПК-8.ИД2, ПК-2.ИД1	Тема 5. Эукариотические геномы от паразитов до приматов	Эукариотические геномы (от паразитов до приматов)
6	ОПК-1.ИДЗ, ОПК-8.ИД2, ПК-2.ИД1	Тема 6. Геном человека	Анализ генома человека

10 семестр

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Медицинская биоинформатика			
1	ОПК-2.ИД2, ОПК-8.ИД1, ОПК-8.ИД2, 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	ОПК-2.ИД2, ОПК-8.ИД1, ОПК-8.ИД2, 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	ОПК-2.ИД2, ОПК-8.ИД1, ОПК-8.ИД2, ПК-2.ИД1	Тема 3. Использование методов биоинформатики в иммунологии	Биоинформатический анализ в иммунологии
Раздел 2. Клиническая биоинформатика			
1	ОПК-2.ИД2, ОПК-8.ИД1, ОПК-8.ИД2, ПК-2.ИД1	Тема 1. Клиническая аннотация геномных вариантов	Клиническая аннотация геномных вариантов, выявление патогенных вариантов для диагностики наследственных заболеваний
2	ОПК-2.ИД2, ОПК-8.ИД1, ОПК-8.ИД2, ПК-2.ИД1	Тема 2. Использование методов биоинформатики в клинике	Использование методов биоинформатики в клинике

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
3	ОПК-2.ИД2, ОПК-8.ИД1, ОПК-8.ИД2, 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	ОПК-2.ИД2, ОПК-8.ИД1, ОПК-8.ИД2, ПК-2.ИД1	Тема 4. Анализ внеклеточной ДНК	Анализ внеклеточной ДНК опухоли. Неинвазивный пренатальный ДНК-скрининг по крови матери.
5	ОПК-2.ИД2, ОПК-8.ИД1, ОПК-8.ИД2, 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

№ 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	ОК	РЗ
1	2	3	4	5	6	7	8
9 семестр							
Раздел 1. Анализ геномной ДНК							
Тема 1. Организация ДНК в эукариотических хромосомах							
1	ЛЗ	Организация ДНК в эукариотических хромосомах	2	Д	1	1	
2	ЛПЗ	Анализ эукариотических хромосом (1 часть)	3	Т	1	1	1
3	ЛПЗ	Анализ эукариотических хромосом (2 часть)	3	Т	1	1	1
Тема 2. Функциональная геномика							
4	ЛЗ	Функциональная геномика	2	Д	1	1	1
5	ЛПЗ	Анализ белков и протеомика	3	Т	1	1	1
6	ЛПЗ	Функциональная геномика (часть 1)	3	Т	1	1	1
7	ЛПЗ	Функциональная геномика (часть 2)	3	Т	1	1	1
Тема 3. Древо жизни и геномы							
8	ЛЗ	Древо жизни и геномы	2	Д	1	1	1
9	ЛПЗ	Древо жизни и геномы	3	Т	1	1	1
10	К	Коллоквиум по разделу "Анализ геномной ДНК"	3	Р	1	1	1
Раздел 2. Анализ генома							
Тема 1. Геномы вирусов							
11	ЛЗ	Геномы вирусов	2	Д	1	1	1
12	ЛПЗ	Анализ вирусных геномов	3	Т	1	1	1
Тема 2. Геномы бактерий и архей							
13	ЛЗ	Геномы бактерий и архей. Метагеномика	2	Д	1	1	1
14	ЛПЗ	Анализ геномов бактерий и архей	3	Т	1	1	1
Тема 3. Метагеномика							
15	ЛПЗ	Анализ микробиома в R (1 часть)	3	Т	1	1	1
16	ЛПЗ	Анализ микробиома в R (2 часть)	3	Т	1	1	1
Тема 4. Геномы грибов							
17	ЛЗ	Геномы грибов	2	Д	1	1	1
18	ЛПЗ	Анализ геномов грибов	3	Т	1	1	1
Тема 5. Эукариотические геномы от паразитов до приматов							
19	ЛЗ	Эукариотические геномы от паразитов до приматов	2	Д	1	1	1
20	ЛПЗ	Эукариотические геномы (от паразитов до приматов)	3	Т	1	1	1
Тема 6. Геном человека							
21	ЛЗ	Геном человека	2	Д	1	1	1
22	ЛПЗ	Анализ генома человека	3	Т	1	1	1
23	К	Коллоквиум по разделу "Анализ генома"	3	Р	1	1	1
24	З	Зачет	3	ПА	1	1	
		Всего в семестре	64		23	23	22
10 семестр							
Раздел 1. Медицинская биоинформатика							
Тема 1. Категории заболеваний. Генетические заболевания человека: последствия вариации ДНК. Базы данных связанные с заболеваниями.							
25	ЛЗ	Категории заболеваний. Генетические заболевания человека: последствия вариации ДНК. Базы данных связанные с заболеваниями.	2	Д	1	1	1
26	ЛПЗ	Болезни человека. Базы данных связанные с заболеваниями человека.	4	Т	1	1	1
27	ЛПЗ	Поиск путей и генов ассоциированных с дефектами метаболических путей.	4	Т	1	1	1
Тема 2. GWAS (широкомасштабные исследования геномных ассоциаций)							

№ 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	ОК	РЗ
1	2	3	4	5	6	7	8
28	ЛЗ	GWAS (широкомасштабные исследования геномных ассоциаций)	2	Д	1	1	1
29	ЛПЗ	GWAS Catalog. Контроль качества данных для GWAS (PLINK)	4	Т	1	1	1
30	ЛПЗ	Импутация генотипов и статистический анализ в GWAS (PLINK)	4	Т	1	1	1
Тема 3. Использование методов биоинформатики в иммунологии							
31	ЛЗ	Использование методов биоинформатики в иммунологии	2	Д	1	1	1
32	ЛПЗ	Использование методов биоинформатики в иммунологии	4	Т	1	1	1
33	К	Коллоквиум по разделу "Медицинская биоинформатика"	4	Р	1	1	1
Раздел 2. Клиническая биоинформатика							
Тема 1. Клиническая аннотация геномных вариантов							
34	ЛЗ	Клиническая аннотация геномных вариантов	2	Д	1	1	1
35	ЛЗ	Клиническая аннотация геномных вариантов в некодируемых областях	2	Д	1	1	1
36	ЛЗ	Компьютерная аннотация геномных вариантов	2	Д	1	1	1
37	ЛПЗ	Клиническая аннотация геномных вариантов (часть 1)	4	Т	1	1	1
38	ЛПЗ	Клиническая аннотация геномных вариантов (часть 2)	4	Т	1	1	1
Тема 2. Использование методов биоинформатики в клинике							
39	ЛЗ	Использование методов биоинформатики в клинике	2	Д	1	1	1
40	ЛПЗ	Итоговое занятие по темам 2-го семестра	4	Т	1	1	1
Тема 3. Геномика опухолей							
41	ЛЗ	Геномика опухолей (часть 1)	2	Д	1	1	1
42	ЛЗ	Геномика опухолей (часть 2)	2	Д	1	1	1
43	ЛПЗ	Биоинформатические ресурсы геномов опухолей	4	Т	1	1	1
44	ЛПЗ	Анализ структурных изменений в геномах опухолей	4	Т	1	1	1
45	ЛПЗ	Нахождение отличий между геномами половых и соматических клеток при секвенировании	4	Т	1	1	1
46	ЛПЗ	Идентификация «драйвер» мутаций и мутаций «пассажира» в опухолевых геномах	4	Т	1	1	1
Тема 4. Анализ внеклеточной ДНК							
47	ЛЗ	Анализ внеклеточной ДНК	2	Д	1	1	1
48	ЛПЗ	Анализ внеклеточной ДНК опухоли	4	Т	1	1	1
49	ЛПЗ	Неинвазивный пренатальный ДНК-скрининг по крови матери	4	Т	1	1	1
Тема 5. Анализ лекарственной резистентности							
50	ЛЗ	Анализ лекарственной резистентности	2	Д	1	1	1
51	К	Коллоквиум по модулю "Клиническая биоинформатика"	4	Р	1	1	1
52	Э	Экзамен	9	ПА	1	1	1
		Всего в семестре	95		27	27	27
		Всего по дисциплине	159		50	50	49

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

Условные обозначения

Виды учебных занятий*

Виды учебных занятий	Сокращённое наименование	
Лекционное занятие	Лекция	ЛЗ

Виды учебных занятий	Сокращённое наименование	
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 комбинированный	Опрос комбинированный	ОК			+
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
9 семестр	Зачет	Контроль присутствия, Опрос комбинированный
10 семестр	Экзамен	Контроль присутствия, Опрос комбинированный, Решение практической (ситуационной) задачи

Условные обозначения ****

Формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Экзамен	Экзамен	Э
Зачет	Зачет	З

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.

9 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					

10 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	14	168	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)

9 семестр

Шкала оценивания	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)

10 семестр

Шкала оценивания	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

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
«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

9 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 вирусов 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. *Mycobacterium tuberculosis* 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. MG1655. 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. castelli*, *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 трипаномы *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 дупликации?
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?

10 семестр

Перечень практических умений и навыков 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 C.
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. Фазирование и импутация.
8. Неравновесное 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.

Образец билета для проведения экзамена

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

Кафедра биоинформатики МБФ

Билет № _____

для проведения экзамена по дисциплине «Медицинская биоинформатика и функциональная геномика» по программе специалитета по специальности 06.05.02
Фундаментальная и прикладная биология
направленность (профиль) Биомедицина

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.

Кафедра биоинформатики МБФ

Заведующий кафедрой
Лагунин Алексей
Александрович
Доктор биологических наук

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

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 лекции. Выучить теоретический материал.

Методические указания для подготовки к коллоквиуму (текущий рубежный контроль)

Прослушать лекции. Выучить теоретический материал.

Методические указания для подготовки к коллоквиуму (текущий рубежный контроль)

Для подготовки к текущему рубежному (модульному) контролю обучающемуся следует изучить учебный материал по темам и (или) разделам дисциплины, включенным в данный рубежный контроль. Ознакомиться с примером билета, ознакомиться с тестовыми заданиями в личном кабинете студента. Проработать задания, которые давались на каждом занятии и выложены в личном кабинете студента.

Методические указания для подготовки к зачету

1. Ознакомиться с примером билета, выносимого на промежуточную аттестацию в форме зачета;
2. Ознакомиться с тестовыми заданиями в личном кабинете студента;
3. Проанализировать материал и наметить последовательность его повторения;
4. Определить наиболее простые и сложные темы и (или) разделы дисциплины;
5. 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 зачета;
2. Ознакомиться с тестовыми заданиями в личном кабинете студента;
3. Проанализировать материал и наметить последовательность его повторения;
4. Определить наиболее простые и сложные темы и (или) разделы дисциплины;
5. 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	NGS. Высокопроизводительное секвенирование, Ребриков Д. В., 2024 - 2025	Анализ геномной ДНК Клиническая биоинформатика Медицинская биоинформатика	0	https://rsmu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=86bn.pdf&show=dcatalogues/1/5053/86bn.pdf&view=true
2	Введение в биоинформатику: [учебник для вузов], Леск А. М., 2024 - 2025	Анализ геномной ДНК Медицинская биоинформатика	28	

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

1. OMIM
2. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
3. UniProt
4. <https://useast.ensembl.org>
5. <https://www.kegg.jp/>

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. R Studio
19. Adobe Reader, [get/adobe.com/ru/reader/otherversions](https://get.adobe.com/ru/reader/otherversions), (32 шт.), срок действия лицензии: бессрочно
20. MS Office (Excel)
21. MS Office в редакциях: «Standard», «Professional Plus» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно

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», Столы, Стулья, Компьютеры для обучающихся, Компьютер персональный, Проектор мультимедийный, Экран для проектора
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.