

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.05.02 Геномика и клиническая биоинформатика
для образовательной программы высшего образования - программы специалитета
по специальности**

**30.05.03 Медицинская кибернетика
направленность (профиль)
Биоинформатика**

Год начала подготовки - 2024

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.В.В.05.02 Геномика и клиническая биоинформатика (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы специалитета по специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика.

Направленность (профиль): Биоинформатика.

Форма обучения: очная.

Составители:

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

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

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

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«Кафедра биоинформатики МБФ»

протокол от «___» _____ № _____

Зав. кафедрой

Лагунин Алексей

Александрович

Доктор биологических наук

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена ученым советом

Директор Института

Прохорчук Егор Борисович

Доктор биологических наук,

Член-корреспондент

Российской академии наук

« _____ »

протокол от «___» _____ 20__ № _____

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Образовательный стандарт высшего образования ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации по уровню образования специалитет по специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика, утвержденный приказом от «29» мая 2020г. № 365 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 и практических навыков в методах и подходах медицинской геномики и клинической биоинформатики.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины:

- Сформировать знания об использовании методов биоинформатики в медицинских и клинических исследованиях, а также для 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 клинических задач, связанных анализом NGS данных, эффективной диагностикой и персонализированным лечением пациентов.

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Геномика и клиническая биоинформатика» 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 7.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся в рамках образовательной программы должны освоить следующие дисциплины и практики: Иностранный язык; Информатика, основы программирования; Биоинформатика; Биохимия; Молекулярная биология и генетика; Анализ NGS данных; Анализ геномов; Медицинская генетика.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного прохождения практик: Преддипломная, НИР.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

9 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-7 Способен обеспечить информационно-технологическую поддержку в области здравоохранения, применять средства информационно-коммуникационных технологий и ресурсы биоинформатики в профессиональной деятельности, выполнять требования информационной безопасности	
ОПК-7.ИД1 Применяет современные информационные технологии и специализированное программное обеспечение для решения профессиональных задач	Знать: Современные компьютерные технологии и методы биоинформатики, используемые в клинике.
	Уметь: Проводить анализ геномных данных с использованием современных компьютерных технологий и методов биоинформатики в медицинской геномике.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Анализа геномных данных с использованием современных компьютерных технологий и методов медицинской геномики.
ОПК-7.ИД2 Осуществляет поиск информации с использованием информационно-коммуникационных технологий и ресурсов биоинформатики для профессиональной деятельности.	Знать: Основные базы данных геномов, принципы анализа геномных данных, методы и компьютерные программы, применяемые в таком анализе.
	Уметь: Работать с базами данных геномов и соответствующими биоинформатическими программами.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Поиска данных, связанных с особенностью индивидуальных геномов. Работы с базами данных геномов и соответствующими биоинформатическими программами.
ОПК-7.ИД3 Обеспечивает информационно-технологическую поддержку в области здравоохранения с использованием требований информационной безопасности.	Знать: Спецификации форматов файлов, используемые для хранения генетической информации (fastq, sam,vcf,gtf)
	Уметь: Использовать программы, предназначенные для работы с геномными форматами (igv, samtools,bcftools)
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Работы с программами, предназначенные для работы с геномными форматами (igv, samtools,bcftools)
ПК-11 Способен проводить анализ результатов OMICS технологий с использованием методов математической биологии и биоинформатики для поиска новых лекарственных мишеней и биомаркеров, научных и клинических исследований	
ПК-11.ИД1 Собирает и обрабатывает OMICS данные, анализирует их качество.	Знать: Основные биоинформатические ресурсы, форматы геномных данных и соответствующие программные средства.
	Уметь: Проводить анализ качества геномных данные
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Сбора и обработки геномных данных, анализа их качества.
ПК-11.ИД2 Применяет методы биоинформатики и математической биологии для выявления новых лекарственных мишеней и биомаркеров на основе OMICS данных.	Знать: Методы биоинформатики для выявления лекарственных мишеней и биомаркеров на основе геномных данных.
	Уметь: Применять методы биоинформатики для выявления лекарственных мишеней и биомаркеров на основе геномных данных.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Применения программных средств и методов биоинформатики для выявления лекарственных мишеней и биомаркеров на основе геномных данных.
ПК-11.ИД3 Планирует и проводит научные и клинические исследования, связанные с анализом OMICS данных.	Знать: Основные форматы файлов, основные алгоритмы и программы, используемые в анализе геномных данных.
	Уметь: Формировать постановку задачи для проведения клинических исследований, направленных на анализ геномных данных
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Использования программ для анализа геномных данных.
ПК-12 Способен проводить анализ результатов ДНК и РНК секвенирования с использованием биоинформатических методов и ресурсов в научных, диагностических и клинических исследованиях	

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ПК-12.ИД2 Анализирует данные ДНК и РНК секвенирования с использованием методов и ресурсов биоинформатики	Знать: Подходы, методы, ресурсов биоинформатики и компьютерные программы, используемые для анализа геномных данных
	Уметь: Выбирать подходы, методы, ресурсы биоинформатики и компьютерные программы, необходимые для анализа геномных данных в клинических исследованиях.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Использования подходов, методов, ресурсов биоинформатики и компьютерных программ, необходимые для анализа геномных данных в клинических исследованиях.
ПК-12.ИД3 Проводит научные, диагностические и клинические исследования, основанные на данных ДНК и РНК секвенирования с использованием специальных компьютерных программ и баз данных для выявления значимых геномных и транскриптомных различий	Знать: принципы работы программ для анализа результатов ДНК секвенирования
	Уметь: работать с программами для анализа результатов ДНК секвенирования
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): выстроения программ для анализа данных секвенирования в конвейер
ПК-14 Способен использовать знания физических и биофизических основ методов и устройства оборудования для клинической лабораторной диагностики, функциональной, ультразвуковой и лучевой диагностики, молекулярно-генетической диагностики для интерпретации результатов исследований в лечебно-диагностическом процессе и научных исследованиях	
ПК-14.ИД3 Использует знание физических и биофизических основ методов и устройства оборудования для молекулярно-генетической диагностики для интерпретации результатов исследований в лечебно-диагностическом процессе и научных исследованиях	Знать: Методы NGS используемые для геномных исследований.
	Уметь: Интерпретировать результаты геномных исследований для молекулярно-генетической диагностики.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Анализа геномных данных в лечебно-диагностическом процессе.

10 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-7 Способен обеспечить информационно-технологическую поддержку в области здравоохранения, применять средства информационно-коммуникационных технологий и ресурсы биоинформатики в профессиональной деятельности, выполнять требования информационной безопасности	
ОПК-7.ИД1 Применяет современные информационные технологии и специализированное программное обеспечение для решения профессиональных задач	Знать: Современные компьютерные технологии и методы биоинформатики, используемые в клинике.
	Уметь: Проводить анализ геномных данных с использованием современных компьютерных технологий и методов клинической биоинформатики.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Анализа геномных данных с использованием современных компьютерных технологий и методов клинической биоинформатики.
ОПК-7.ИД2 Осуществляет поиск информации с использованием информационно-коммуникационных технологий и ресурсов биоинформатики для профессиональной деятельности.	Знать: Основные базы данных геномов, принципы анализа геномных данных, методы и компьютерные программы, применяемые в таком анализе.
	Уметь: Работать с базами данных геномов и соответствующими биоинформатическими программами.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Поиска данных, связанных с особенностью индивидуальных геномов. Работы с базами данных геномов и соответствующими биоинформатическими программами.

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-7.ИД3 Обеспечивает информационно-технологическую поддержку в области здравоохранения с использованием требований информационной безопасности.	Знать: Спецификации форматов файлов, используемые для хранения генетической информации (fastq, sam,vcf,gtf)
	Уметь: Использовать программы, предназначенные для работы с геномными форматами (igv, samtools,bcftools)
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Работы с программами, предназначенные для работы с геномными форматами (igv, samtools,bcftools)
ПК-11 Способен проводить анализ результатов OMICS технологий с использованием методов математической биологии и биоинформатики для поиска новых лекарственных мишеней и биомаркеров, научных и клинических исследований	
ПК-11.ИД1 Собирает и обрабатывает OMICS данные, анализирует их качество.	Знать: Основные биоинформатические ресурсы, форматы геномных данных и соответствующие программные средства.
	Уметь: Проводить анализ качества геномных данных
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Сбора и обработки геномных данных, анализа их качества.
ПК-11.ИД2 Применяет методы биоинформатики и математической биологии для выявления новых лекарственных мишеней и биомаркеров на основе OMICS данных.	Знать: Методы биоинформатики для выявления новых лекарственных мишеней и биомаркеров на основе геномных данных
	Уметь: Применять методы биоинформатики для выявления новых лекарственных мишеней и биомаркеров на основе геномных данных.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Применения программных средств и методов биоинформатики для выявления новых лекарственных мишеней и биомаркеров на основе геномных данных.
ПК-11.ИД3 Планирует и проводит научные и клинические исследования, связанные с анализом OMICS данных.	Знать: Основные форматы файлов, основные алгоритмы и программы, используемые в анализе геномных данных.
	Уметь: Формировать постановку задачи для проведения клинических исследований, направленных на анализ геномных данных
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Использования программ для анализа геномных данных.
ПК-12 Способен проводить анализ результатов ДНК и РНК секвенирования с использованием биоинформатических методов и ресурсов в научных, диагностических и клинических исследованиях	
ПК-12.ИД2 Анализирует данные ДНК и РНК секвенирования с использованием методов и ресурсов биоинформатики	Знать: Подходы, методы, ресурсов биоинформатики и компьютерные программы, используемые для анализа геномных данных
	Уметь: Выбирать подходы, методы, ресурсы биоинформатики и компьютерные программы, необходимые для анализа геномных данных в клинических исследованиях.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Использования подходов, методов, ресурсов биоинформатики и компьютерных программ, необходимые для анализа геномных данных в клинических исследованиях.
ПК-12.ИД3 Проводит научные, диагностические и клинические исследования, основанные на данных ДНК и РНК секвенирования с использованием специальных компьютерных программ и баз данных для выявления значимых геномных и транскриптомных различий	Знать: принципы работы программ для анализа результатов РНК секвенирования
	Уметь: работать с программами для анализа результатов РНК секвенирования
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): выстроения программ для анализа данных секвенирования в конвейер
ПК-14 Способен использовать знания физических и биофизических основ методов и устройства оборудования для клинической лабораторной диагностики, функциональной, ультразвуковой и лучевой диагностики, молекулярно-генетической диагностики для интерпретации результатов исследований в лечебно-диагностическом процессе и научных исследованиях	

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ПК-14.ИД3 Использует знание физических и биофизических основ методов и устройства оборудования для молекулярно-генетической диагностики для интерпретации результатов исследований в лечебно-диагностическом процессе и научных исследованиях	Знать: Методы NGS используемые для геномных исследований.
	Уметь: Интерпретировать результаты геномных исследований для молекулярно-генетической диагностики.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): Анализа геномных данных в лечебно-диагностическом процессе.

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.:		122	61	61
Лекционное занятие (ЛЗ)		32	16	16
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		78	39	39
Коллоквиум (К)		12	6	6
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		88	44	44
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		88	44	44
Промежуточная аттестация:				
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:		15	3	12
Зачет (З)*		6	3	3
Экзамен (Э)**		9	0	9
Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА)**		27	0	27
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	252	108	144
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 36	7,00	3,00	4,00

* 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. Информационные ресурсы и базы данных			
1	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 1. Референсный геном человека	Геном человека. Референсные сборки генома человека. Маскирование последовательностей. Псевдогены и псевдоаутосомальные области. Индексирование генома.
2	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 2. Базы данных о болезнях человека	OMIM, Human Phenotype Ontology, LOVD, ClinVar, HGMD, UCSC Genome Browser. Трек и форматы bed, bedGraph
3	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 3. Аннотирование VCF	Формат variant call file, Аннотация vcf, популяционные частоты, эффект мутаций. VEP, SnpEff, OpenCravat, Annovar
4	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 4. Предсказание эффектов мутаций	Мутации, клинические последствия мутаций. Программы-предикторы. Метапредикторы, SpliceAI.
5	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 5. Информационные ресурсы о вариантах	Номенклатура записи вариантов HGVS, variantvalidator, БД герминальных и соматических вариантов. Сайты-агрегаторы информации о генетических вариантах
6	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 6. IGV, igvtools	Формат sam,bam,cram, индексирование результатов вариантов, браузер igv, треки, просмотр результатов выравнивания, анализ покрытия и глубины секвенирования
7	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 7. Рекомендации по интерпретации результатов NGS	Клиническая классификация вариантов, рекомендации по классификации вариантов от ACMG, российские рекомендации. Критерии патогенности. Калькулятор патогенности
Раздел 2. Интерпретация результатов секвенирования ДНК			

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
1	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 1. Анализ панельного секвенирования	Панели генов. Критерии патогенности. Написание заключений
2	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 2. Анализ полноэкзомного секвенирования	Экзом. Клинический экзом. Написание заключений, критерии патогенности.
3	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 3. Анализ полногеномного секвенирования	Анализ полногеномного секвенирования. Глубокоинтронные варианты, влияние вариантов на сплайсинг. Критерии патогенности, написание заключений
Раздел 3. Секвенирование следующего поколения в онкологии			
1	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 1. Анализ соматических вариантов	Герминальные и соматические варианты. Пассажирские и драйверные варианты. Поиск соматических вариантов. Критерии патогенности, написание заключений
2	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 2. Клональная эволюция	Соматические варианты. Клон, клональная эволюция, прогрессия опухоли.
3	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 3. Анализ вариации числа копий	Структурные варианты, варианты числа копий. Анеуплоидии. Анализ глубины секвенирования. CNVkit
4	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 4. Дефицит гомологичной рекомбинации	Рекомбинация, гомологичная рекомбинация. Дефицит гомологичной рекомбинации, гены BRCA1, BRCA2. Потеря гетерозиготности
5	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 5. Транскриптомика опухолей	Транскриптом опухоли, транскриптомные сигнатуры, дифференциальная экспрессия, лекарственная резистентность. Драйверные мутации
6	ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3, ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2	Тема 6. Аллельный дисбаланс	Нейрофиброматоз. Ретинобластома. Аллельный дисбаланс и его последствия. Детекция аллельного дисбаланса

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
7	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 7. Анализ внеклеточной ДНК	Внеклеточная ДНК, причины появления. Биомаркер. Рак толстой кишки. Деконволюция опухоли.
Раздел 4. Широкомасштабные исследования геномных ассоциаций			
1	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 1. Контроль качества данных	Форматы red, fam. Частота пропущенных данных, закон Харди-Вайнберга, коэффициент инбридинга, неравновесие по сцеплению
2	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 2. Поиск ассоциаций	Линейные модели, смешанные модели. Сравнение групп. Поправки на множественные сравнения, манхэттенновский график. Программа plink
3	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 3. Пост-GWAS	Аннотация вариантов, менделеевская рандомизация, полигенные шкалы риска. Генетический риск и его интерпретация

10 семестр

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Секвенирование следующего поколения в онкологии			
1	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 1. Анализ соматических вариантов	Герминальные и соматические варианты. Пассажиры и драйверные варианты. Поиск соматических вариантов. Критерии патогенности, написание заключений
2	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 2. Клональная эволюция	Соматические варианты. Клон, клональная эволюция, прогрессия опухоли.
3	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 3. Анализ вариации числа копий	Структурные варианты, варианты числа копий. Анеуплоидии. Анализ глубины секвенирования. CNVkit
4	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 4. Дефицит гомологичной рекомбинации	Рекомбинация, гомологичная рекомбинация. Дефицит гомологичной рекомбинации, гены BRCA1, BRCA2. Потеря гетерозиготности

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
5	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 5. Транскриптомика опухолей	Транскриптом опухоли, транскриптомные сигнатуры, дифференциальная экспрессия, лекарственная резистентность. Драйверные мутации
6	ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3, ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2	Тема 6. Аллельный дисбаланс	Нейрофиброматоз. Ретинобластома. Аллельный дисбаланс и его последствия. Детекция аллельного дисбаланса
7	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 7. Анализ внеклеточной ДНК	Внеклеточная ДНК, причины появления. Биомаркер. Рак толстой кишки. Деконволюция опухоли.
Раздел 2. Широкомасштабные исследования геномных ассоциаций			
1	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 1. Контроль качества данных	Форматы ped, fam. Частота пропущенных данных, закон Харди-Вайнберга, коэффициент инбридинга, неравновесие по сцеплению
2	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 2. Поиск ассоциаций	Линейные модели, смешанные модели. Сравнение групп. Поправки на множественные сравнения, манхэттенновский график. Программа plink
3	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 3. Пост-GWAS	Аннотация вариантов, менделеевская рандомизация, полигенные шкалы риска. Генетический риск и его интерпретация
Раздел 3. Неинвазивное пренатальное тестирование			
1	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 1. Неинвазивный пренатальный тест	Внеклеточная ДНК, Анеуплоидии. Покрытие и глубина секвенирования. Анализ глубины секвенирования.
Раздел 4. Анализ данных метилирования ДНК			
1	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 1. Болезни нарушения импринтинга	Метилирование ДНК, импринтинг, области контроля импринтинга. Бисульфитная конверсия. М и бета значения. Болезни нарушения импринтинга

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
2	ОПК-7.ИД1, ОПК-7.ИД2, ОПК-7.ИД3, ПК-11.ИД1, ПК-11.ИД2, ПК-11.ИД3, ПК-12.ИД2, ПК-12.ИД3, ПК-14.ИД3	Тема 2. Анализ эписигнатур	СрG-островки, берега. Эписигнатуры. Дифференциальное метилирование. Методы кластеризации и снижения размерности

3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

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

4. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем при проведении занятий

№ п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***		
					КП	ОУ	РЗ
1	2	3	4	5	6	7	8
9 семестр							
Раздел 1. Информационные ресурсы и базы данных							
Тема 1. Референсный геном человека							
1	ЛЗ	Референсный геном человека	2	Д	1	1	
2	ЛПЗ	Референсный геном человека	3	Т	1	1	1
Тема 2. Базы данных о болезнях человека							
3	ЛЗ	Базы данных о болезнях человека	2	Д	1	1	1
4	ЛПЗ	Базы данных о болезнях человека	3	Т	1	1	1
Тема 3. Аннотирование VCF							
5	ЛЗ	Аннотирование VCF	2	Д	1	1	1
6	ЛПЗ	Аннотирование VCF	3	Т	1	1	1
Тема 4. Предсказание эффектов мутаций							
7	ЛПЗ	Предсказание эффектов мутаций	3	Т	1	1	1
Тема 5. Информационные ресурсы о вариантах							
8	ЛПЗ	Информационные ресурсы о вариантах	3	Т	1	1	1
Тема 6. IGV, igvtools							
9	ЛПЗ	IGV, igvtools	3	Т	1	1	1
Тема 7. Рекомендации по интерпретации результатов NGS							
10	ЛПЗ	Рекомендации по интерпретации результатов NGS	3	Т	1	1	1
11	К	Коллоквиум 1	3	Р	1	1	1
Раздел 2. Интерпретация результатов секвенирования ДНК							
Тема 1. Анализ панельного секвенирования							
12	ЛЗ	Анализ хроматограмм	2	Д	1	1	1
13	ЛПЗ	Анализ панельного секвенирования	3	Т	1	1	1
14	ЛПЗ	Анализ панельного секвенирования	3	Т	1	1	1
Тема 2. Анализ полноэкзомного секвенирования							
15	ЛПЗ	Анализ полноэкзомного секвенирования	3	Т	1	1	1
16	ЛПЗ	Анализ полноэкзомного секвенирования	3	Т	1	1	1
Тема 3. Анализ полногеномного секвенирования							
17	ЛЗ	Рекомендации по анализу массового параллельного секвенирования	2	Д	1	1	1
18	ЛЗ	Алгоритмы интерпретации результатов секвенирования	2	Д	1	1	1
19	ЛПЗ	Анализ полногеномного секвенирования	3	Т	1	1	1
20	ЛПЗ	Анализ полногеномного секвенирования	3	Т	1	1	1
21	К	Коллоквиум 2	3	Р	1	1	1
Раздел 3. Секвенирование следующего поколения в онкологии							
Тема 1. Анализ соматических вариантов							
22	ЛЗ	Геномика опухолей	2	Д	1	1	1
Раздел 4. Широкомасштабные исследования геномных ассоциаций							
Тема 1. Поиск ассоциаций							
23	ЛЗ	GWAS	2	Д	1	1	1
24	З	Зачёт	3	ПА	1	1	
		Всего в семестре	64		23	23	22
10 семестр							
Раздел 1. Секвенирование следующего поколения в онкологии							
Тема 1. Анализ соматических вариантов							
25	ЛПЗ	Анализ соматических вариантов	3	Т	1	1	1

№ п /п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***		
					КП	ОУ	РЗ
1	2	3	4	5	6	7	8
Тема 2. Клональная эволюция							
26	ЛЗ	Лекарственная резистентность	2	Д	1	1	1
27	ЛПЗ	Клональная эволюция	3	Т	1	1	1
Тема 3. Анализ вариации числа копий							
28	ЛЗ	Анализ вариации числа копий	2	Д	1	1	1
29	ЛПЗ	Анализ вариации числа копий	3	Т	1	1	1
Тема 4. Дефицит гомологичной рекомбинации							
30	ЛПЗ	Дефицит гомологичной рекомбинации	3	Т	1	1	1
Тема 5. Транскриптомика опухолей							
31	ЛЗ	Транскриптомный анализ в клинике	2	Д	1	1	1
32	ЛЗ	TWAS	2	Д	1	1	1
33	ЛПЗ	Транскриптомика опухолей	3	Т	1	1	1
Тема 6. Аллельный дисбаланс							
34	ЛПЗ	Аллельный дисбаланс	3	Т	1	1	1
Тема 7. Анализ внеклеточной ДНК							
35	ЛЗ	Анализ внеклеточной ДНК	2	Д	1	1	1
36	ЛПЗ	Анализ внеклеточной ДНК	3	Т	1	1	1
37	К	Коллоквиум 3	3	Р	1	1	1
Раздел 2. Широкомасштабные исследования геномных ассоциаций							
Тема 1. Контроль качества данных							
38	ЛПЗ	Контроль качества данных	3	Т	1	1	1
Тема 2. Поиск ассоциаций							
39	ЛПЗ	Поиск ассоциаций	3	Т	1	1	1
Тема 3. Пост-GWAS							
40	ЛПЗ	Пост-GWAS	3	Т	1	1	1
Раздел 3. Неинвазивное пренатальное тестирование							
Тема 1. Неинвазивный пренатальный тест							
41	ЛПЗ	Неинвазивный пренатальный тест	3	Т	1	1	1
Раздел 4. Анализ данных метилирования ДНК							
Тема 1. Болезни нарушения импринтинга							
42	ЛЗ	Анализ метилирования ДНК	2	Д	1	1	1
43	ЛПЗ	Болезни нарушения импринтинга	3	Т	1	1	1
Тема 2. Анализ эпигенотипов							
44	ЛЗ	EWAS	2	Д	1	1	1
45	ЛЗ	Эпигенетический анализ в клинике	2	Д	1	1	1
46	ЛПЗ	Анализ эпигенотипов	3	Т	1	1	1
47	К	Коллоквиум 4	3	Р	1	1	1
48	З	Зачёт	3	ПА	1	1	1
		Всего в семестре	64		23	23	23
		Всего по дисциплине	128		46	46	45

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

Условные обозначения

Виды учебных занятий*

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

Виды учебных занятий	Сокращённое наименование	
Коллоквиум	Коллоквиум	К

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

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

Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся ***

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

5. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине

Оценочные средства промежуточной аттестации

5.1. Формы промежуточной аттестации

Семестр	Форма промежуточной аттестации****	Форма проведения промежуточной аттестации
1	2	3
9 семестр	Зачет	Контроль присутствия, Опрос устный
10 семестр	Зачет	Контроль присутствия, Опрос устный, Решение практической (ситуационной) задачи

Условные обозначения ****

Формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Зачет	Зачет	3

6. Структура рейтинга по дисциплине

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

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

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

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

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 300 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«не зачтено»	Рейтинговый балл — менее 60 % (менее 300 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

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)

10 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
«зачтено»	Рейтинговый балл — не менее 60 % (не менее 300 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«не зачтено»	Рейтинговый балл — менее 60 % (менее 300 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

1. Референсный геном человека. Подготовка к выравниванию
2. Базы данных о болезнях человека. Причины генетических заболеваний
3. Аннотирование VCF
4. Предсказание эффектов мутаций
5. Информационные ресурсы о генетических вариантах
6. Работа с браузером igv
7. Клиническая классификация вариантов. Критерии патогенности вариантов.
8. Базы данных популяционных частот. Роль популяционных частот в интерпертации
9. Роль секвенирования по Сенгеру. Анализ хроматограмм.
10. Виды вариантов и их возможные молекулярные последствия
11. Алгоритмы интерпретации
12. Заключение по результатам анализа NGS
13. Нормативно-правовое и этическое регулирования анализов NGS

10 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта

1. Анализ соматических вариантов.
2. Клональная эволюция опухоли и её влияние на клиническую картину
3. Анализ вариантов числа копий
4. Дефицит гомологичной рекомбинации
5. Транскриптомный анализ опухолей в клинике
6. Аллельный дисбаланс и его значение
7. Анализ внеклеточной ДНК
8. НИПТ
9. GWAS. Контроль качества данных
10. GWAS. Модели для поиска ассоциаций
11. Генетический риск. Полигенные шкалы риска
12. Анализ данных метилирования
13. Болезни импринтинга
14. Эпигенатуры и их применение в клинике

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 «Геномика и клиническая биоинформатика» по программе специалитета по специальности 30.05.03 Медицинская кибернетика направленность (профиль) Биоинформатика

1. Клиническая классификация генетических вариантов
2. Анализ внеклеточной ДНК.
3. Практическая задача №1

- Практическая задача №1

Файлы пациента, принадлежащие пациенту, располагаются в папке Z:\Exam\1. К этим файлам относятся деперсонализированные выписки из истории болезни, файлы выравниваний в формате bam и аннотированная vcf в формате tsv. Напишите заключение по результатам ДНК секвенирования по методу NGS.

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

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

Методические указания для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа

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

Методические указания для подготовки к коллоквиуму (текущий рубежный контроль)

изучить учебный материал по наиболее значимым темам и (или) разделам дисциплины в семестре.

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	Неинвазивное пренатальное тестирование Интерпретация результатов секвенирования ДНК Секвенирование следующего поколения в онкологии Широкомасштабные исследования геномных ассоциаций Анализ данных метилирования ДНК Информационные ресурсы и базы данных	28	

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

1. Клинические рекомендации (Министерство здравоохранения РФ)
2. https://www.medgen-journal.ru/jour/article/view/308?locale=ru_RU (Руководство по интерпретации данных, полученных методами массового параллельного секвенирования (MPS))
3. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
5. OMIM
6. Human Phenotype Ontology
7. <https://genome.ucsc.edu>
8. UniProt
9. <http://www.prilib.ru> – сайт Президентской библиотеки
10. <http://mon.gov.ru> – сайт Минобрнауки РФ

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. Google Chrom, www.google.ru/intl/ru/chrom/browser/privacy/eula_text.html, (32 шт.), срок действия лицензии: бессрочно
19. igv

20. MS Office (Excel)
21. OpenCravat
22. plink
23. R Studio
24. Python (с библиотеками для анализа данных)

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебному плану, рабочей программе дисциплины, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины;

- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

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

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

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению при необходимости). Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

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

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