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 нейронаук и нейротехнологий

УТВЕРЖДЕНО

Директор

Белоусов Всеволод Вадимович

Доктор биологических наук,
Член-корреспондент
Российской академии наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.О.04 Персонализированная медицина
для образовательной программы высшего образования - программы магистратуры
по направлению подготовки
06.04.01 Биология
направленность (профиль)
Медицинские нейротехнологии
Год набора - 2025

Подписан: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "РОССИЙСКИЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.И. ПИРОГОВА" МИНИСТЕРСТВА
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Москва, 2025

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.04 Персонализированная медицина (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы магистратуры по направлению подготовки 06.04.01 Биология.

Направленность (профиль): Медицинские нейротехнологии.

Форма обучения: очная.

Составители:

№, п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Шимановский Николай Львович	д-р мед. наук, профессор	Зав. кафедрой молекулярной фармакологии и радиобиологии им. академика П.В. Сергеева Института биомедицины (МБФ)	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
2	Ганковская Людмила Викторовна	д-р мед. наук, профессор	Зав. кафедрой иммунологии Института биомедицины (МБФ)	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
3	Греченко Вячеслав Владимирович	канд. мед. наук	доцент каф. иммунологии Института биомедицины (МБФ)	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
4	Духанин Александр Сергеевич	д.м.н., профессор	Профессор кафедры молекулярной фармакологии и радиобиологии им. академика П.В. Сергеева 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	Щербо Сергей Николаевич	д-р биол. наук, профессор	Зав. кафедрой КДЛ ИНОПР	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова МЗ РФ (Пироговский Университет)

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«Кафедра иммунологии МБФ»
протокол от 25.06.2025 № 66

Зав. кафедрой
Хаитов Муса Рахимович
Доктор медицинских наук, Член-корреспондент Российской академии наук

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«Кафедра молекулярной фармакологии и радиобиологии имени академика П.В.Сергеева МБФ»
протокол от 26.02.2025 № 6

Зав. кафедрой
Шимановский Николай Львович
Доктор медицинских наук, Член-корреспондент Российской академии наук

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена ученым советом

«Института нейронаук и нейротехнологий »
протокол от 28.08.2025 № 1

Директор
Белоусов Всеволод Вадимович
Доктор биологических наук, Член-корреспондент Российской академии наук

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – магистратура по специальности 06.04.01 Биология, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «11» августа 2020 г. № 934 рук (Далее – ФГОС ВО).
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: формирование у будущих специалистов персонализированного подхода к диагностике, лечению и профилактике заболеваний на основе данных о молекулярно-генетических особенностях организма

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины:

- Знакомство студентов с методами персонализированной медицины
- Изучение студентами главного комплекса гистосовместимости–HLA и ассоциации с заболеваниями человека
- Изучение студентами молекулярно-генетических механизмов патогенеза иммуноопосредованных заболеваний и генов предрасположенности (включая, гены распознающих рецепторов, системы цитокинов, гены метаболизма, гены системы оксида азота и др)
- Формирование у студентов персонализированного подхода к диагностике и применению персонализированных технологий в лечении заболеваний человека

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Персонализированная медицина» изучается в 3 семестре(ах) и относится к обязательной части Блока Б.1 «Дисциплины». Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся в рамках образовательной программы должны освоить следующие дисциплины и практики: Молекулярная биология; Фармакология; Гистология, цитология; Иммунология.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Генная инженерия; Клеточные и регенеративные нейротехнологии.

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

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

3 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	**Планируемые результаты освоения дисциплины**
ОПК-1 Способен использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности	
ОПК-1.ИД1 Использует фундаментальные биологические представления для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности	**Знать:** физиологическую норму и основные патологические процессы в иммунной системе.
	Уметь: выбрать молекулярно-генетические и иммунологические методы, позволяющие исследовать патогенез аллергических, аутоиммунных и др. заболеваний;
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): биоинформатических методов для выбора клинически значимых маркеров иммуноопосредованных заболеваний для последующей таргетной терапии.
ОПК-1.ИД2 Использует современные методы для решения профессиональных задач.	**Знать:** основные иммунологические и молекулярно-генетические методы исследований
	Уметь: оценить результаты основных иммунологические и молекулярно-генетические методы исследований
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): основных иммунологические и молекулярно-генетические методы исследований
ОПК-8 Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.	
ОПК-8.ИД1 Осуществляет сбор и обработку первичных данных с использованием современной исследовательской аппаратуры и программного обеспечения.	**Знать:** основные методики и приборы применяемые для проведения персонализированных методов диагностики
	Уметь: обрабатывать первичные данные молекулярных и иммунологических методов исследования с использованием современного программного обеспечения
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): биоинформатической обработки результатов исследований
ОПК-8.ИД2 Использует современной исследовательскую аппаратуру для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.	**Знать:** Основные инновационные методы и аппаратуру, используемую в персонализированной медицине
	Уметь: оценивать необходимость применения современных методов исследования в научно-исследовательской работе
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): применения современной исследовательскую аппаратуру для решения инновационных задач в профессиональной деятельности

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
			3
Учебные занятия			
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:		46	46
Лекционное занятие (ЛЗ)		16	16
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		26	26
Коллоквиум (К)		4	4
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		48	48
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		48	48
Промежуточная аттестация:			
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:		2	2
Зачет (З)*		2	2
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	96	96
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 32	3.00	3.00

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

3. Содержание дисциплины
3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

3 семестр

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Фармакогеномика как основа персонифицированной фармакотерапиию. Частные вопросы персонализированного подхода к фармакотерапии			
1	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-8.ИД1, ОПК-8.ИД2	Тема 1. Фармакогеномика – предмет, цели и задачи. Фармакогенетика и фармакогеномика. Генотипирование и персонализированная терапия. Методы фармакогенетики Перспективы использования фармакогенетических исследований в клинике. Генння терапия	Фармакогенетика и фармакогеномика. Генетические основы индивидуальной чувствительности к лекарственным средствам. Основные методологические подходы фармакогеномики и ее научно-практические задачи. Типирование, маркеры. Медико-генетические, биохимические, фармакологические методы, используемые в фармакогеномике. Возможности и ограничения методов гено- и фенотипирования. Моногенный и полигенный контроль эффектов лекарственных средств. Наследственная зависимость фармакокинетических и фармакодинамических процессов. Методология экспериментальных фармакогенетических исследований. Возможности регуляции функции гена. Область поиска. Примеры разработок. Проблемы экспериментальной оценки и направленного транспорта. Применимость опытов in vitro и in vivo при разработке исследований фармакокинетики. Критерии фармакологических решений. Методы генной терапии. Векторы, используемые для проникновения генов в клетки. Перспективы развития методов генной терапии и их внедрения в клинику.
2	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-8.ИД1, ОПК-8.ИД2	Тема 2. Генетический контроль транспорта лекарственных веществ и их метаболизма	Основные представители транспортных систем, принимающих участие в переносе лекарственных веществ и их метаболитов через клеточные мембраны. Р-гликопротеин, его строение и функционирование. Лекарственные средства, транспортируемые с участием Р-гликопротеина. Полиморфные формы Р-гликопротеина.. Влияние полиморфизма генов транспортных белков на фармакокинетику и фармакодинамику лекарственных веществ. Важность выявления аллельных вариантов генов транспортных белков в проведении эффективной и безопасной фармакотерапии. Метаболизм лекарственных соединений. Цитохром Р-450, его структура и функции, основные свойства этого фермента. Гидроксилирование субстратов на цитохромоме Р-450. Генетический полимофизм изоферментов суперсемейства цитохромов Р-450. Межиндивидуальные различия в скорости метаболизма ЛВ. Метаболическое отношение как фенотипический показатель скорости метаболизма лекарственного вещества у конкретного индивида. «Быстрые», «медленные» и «сверхбыстрые» метаболизаторы. Роль фенотипирования в проведении эффективной и безопасной фармакотерапии. Индукторы и ингибиторы основных изоформ цитохрома Р-450. Их роль при комбинированном применении лекарственных веществ. Практическое значение фенотипирования индивидуумов по изоферментам цитохрома Р-450 N-ацетилирование.. Генетические различия в способности к ацетилированию. Мутантные формы N-ацетилтрансферазы. Этнические различия. Распространенность в популяциях. Проявление лекарственного эффекта у быстрых и слабых ацетиляторов. Роль полиморфизма ацетилирования в патогенезе заболеваний. Методы типирования. Фармакогенетика метилирования. Лекарственные средства, эффективность которых зависит от реакции метилирования. Индивидуальные реакции и побочные эффекты. Эндогенные субстраты, значение для патогенеза заболеваний. Методы типирования. Биотрансформация этанола и других спиртов. Полиморфизм ферментов, его значение для проявления токсического действия спиртов и альдегидов. Активность ферментов и потребление этанола, методы их типирования. Полиморфизм параоксон/арилэстеразы., фармакологическое и токсикологическое значение полиморфизма фермента. Молекулярная генетика. Методы типирования и его целесообразность для профессионального отбора. Фармакогенетика реакций коньюгации. Полиморфизм трансфераз. Молекулярная генетика атипичных форм. Наследование, распространенность. Методы типирования.

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
3	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-8.ИД1, ОПК-8.ИД2	Тема 3. Фармакогенетические аспекты мутагенеза и регуляции окислительного стресса.	Образование свободно-радикальных молекул. Генетические различия активности супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы. Экспериментальные модели. Популяционные исследования. Зависимость мутагенного действия от фенотипа антиоксидантной системы. Риск онкологических заболеваний. Антиоксиданты. Витамины и их комплексы. Синтетические антиоксиданты. Эндогенные механизмы защиты генома. Фармакологические подходы к созданию средств защиты генома от действия средовых мутагенов. Фенотипы антиоксидантных систем и развитие заболеваний. Типирование, его целесообразность для рационализации фармакотерапии и профессионального отбора.
4	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-8.ИД1, ОПК-8.ИД2	Тема 4. Фармакогенетика эмоционально-стрессовых реакций	Центральные механизмы формирования индивидуальных реакций на эмоциональный стресс. Нейромедиаторные различия ответов. Типирование реакций на эмоциональный стресс по комплексу параметров. Различи в эффектах бензодиазепиновых транквилизаторов у животных с активной и пассивной реакцией на эмоциональный стресс. Бензодиазепиновая проба. Обоснование необходимости ориентации психофармако-логического воздействия на определенный фенотип эмоционально-стрессового ответа. Психостимуляторы, генетическая нечувствительность к фенилалкиламинам. Концепция селективного анксиолитика. Афобазол, ладастен – анксиолитики, ориентированные на пассивный фенотип эмоционально-стрессового ответа. Инбредные модели для имитации генетически контролируемых типов ответов на эмоциональный стресс.
5	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-8.ИД1, ОПК-8.ИД2	Тема 5. Фармакогенетика нейрорецепторов	β-адренорецепторы. Установленные мутации. Этнические различия. Связь с характером гипертонической болезни и бронхиальной астмы. Эффекты антиастматических средств. Целесообразность генотипирования. Рецепторы и резистентность к инсулину. Примеры генетических нарушений рецептора. Клинические проявления. Генотипирование. Злокачественная гипертермия. Фторотан. Наследование предрасположенности к развитию токсического эффекта. Молекулярная генетика. Фармакологические альтернативы. Резистентность к вазопрессину. Наследственный несахарный диабет. V2 рецепторы почечного канала. Молекулярная гене-тика. Мутации. Типирование. Перспективы фармакотерапии. Антиандрогены и рак простаты. Клинические проявления. Стимуляция опухолевого роста эстрогенами, простагенами, антиандрогенами. Молекулярно-генетические исследования мутаций. Рецепторы эстрогенов, резистентность к эстрогенам. Мутации рецептора эстрогенов. Клинические проявления. Изменения чувствительности, инверсия эффектов антиэстрогенов. Типирование. Учет мутаций при фармакотерапии.
6	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-8.ИД1, ОПК-8.ИД2	Тема 6. Клиническая фармакогенетика непрямых антикоагулянтов и антитромбоцитарных средств.	Генетические факторы, влияющие на терапию непрямыми антикоагулянтами. Влияние носительства аллельных вариантов гена CYP2C9 (CYP2C9*1, CYP2C9*2 и CYP2C9*3) на фармакокинетику, антикоагулянтный эффект, развитие кровотечений и особенности режима дозирования непрямых ан-тикоагулянтов. Роль полиморфизма гена, кодирующего субъединицу фермента витамин К-эпоксидредуктазы в фармакодинамике непрямых антикоагулянтов. Генетические поли-морфизмы CYP2C9 и VKORC1 как основные генетические факторы, требующие учета при выборе режимов дозирования непрямых антикоагулянтов. Алгоритмы выбора режимов дозирования на основе результатов фармакогенетического тестирования. Рекомендованные суточные дозы варфарина с учетом результатов фармакогенетического тестирования по CYP2C9. Влияние носительства аллельных вариантов гена CYP2C19 (CYP2C19*1, CYP2C19*2 и CYP2C19*3) на фармакокинетику, антитромбоцитарный эффекты, клопидогрела. Схемы назначения и особенности применения клопидогрела в зависимости от результатов генотипирования. Перспективы создания новых антитромбоцитарных препаратов. Молекулярные мишени действия новых перспективных антитромбоцитрных препаратов прасугрел и тикагрелор

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
7	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-8.ИД1, ОПК-8.ИД2	Тема 7. Фармакогенетика терапии дислипидемии и гипертонической болезни	Генетические основы дифференцированного эффекта липидоснижающего действия статинов: транспортер органических анионов - ген slco1b1(p155t); 3-гидрокси-3-метилглутарил-коэнзим а редуктаза (snp12 или snp29); печеночная липаза; полиморфизм генов апобелков; эффективность превращения холестерина в желчные кислоты в зависимости от полиморфизма гена cyp7a1; белок, переносящий эфиры холестерина; микросомальный триглицеридтранспортный белок. Антиоксидантные свойства статинов. Влияние статинов на повышение уровня мРНК гена eNOS. противовоспалительный эффект статинов. Гены, отвечающие за фармакокинетику статинов. Регуляторные факторы. Влияние статинов на факторы свертывания крови и адгезию тромбоцитов. Факторы ремоделирования сердца и сосудов. Полиморфизм генов, продукты которых взаимодействуют с лекарствами, используемыми для лечения АГ, или определяют их биодоступность и время полувыведения. Молекулярно-биологический и фармацевтический список генов-кандидатов. Негенетические факторы, которые могут существенно изменить отношения между генетическими факторами и кровяным давлением. Транскриптом клеток крови. Роль неспецифического воспаления сосудистой стенки в патогенезе АГ. Мониторирование течения болезни с помощью изучения транскриптома клеток крови. СВЯЗЬ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ из предвзятого списка и ГБ: I/D-полиморфизм гена АПФ (Ins>Del Intron 16); полиморфизм гена ангиотензиногена (Met>Thr Codon 235); полиморфизм гена рецептора ATII-AT1P; полиморфизм нитроксидсинтазы эндотелиальной; полиморфизм рецептора витамина D; полиморфизм цитохрома P-450; полиморфизм гена MDR1(ABCB1); полиморфизм гена бета 1 адренорецептора (Gly>Arg Codon 389); полиморфизм гена рецептора пролифератора пероксисом. Принципиальные пути внедрения достижений фармакогенетики терапии гипертонической болезни в реальную клиническую практику.
8	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-8.ИД1, ОПК-8.ИД2	Тема 8. Фармакогенетическое обоснование выбора противоопухолевой терапии.	Фармакогенетические тесты, используемые в клинической практике для индивидуализации фармакотерапии опухолей. Фармакогенетическая предрасположенность. Предрасполагающее значение в отношении онкологических заболеваний полиморфных ферментов - MPO, SULT и MTHFR. Основные тенденции в развитии лекарственного лечения злокачественных опухолей. Гормональная противоопухолевая терапия. Роль определения рецепторов прогестерона и эстрадиола. Наследственные синдромы гормональной резистентности. Химиотерапия. Преимущества и недостатки. Мультилекарственная резистентность опухолевых клеток – основная при-чина низкой эффективности химиотерапии.
9	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-8.ИД1, ОПК-8.ИД2	Тема 9. Фармакогенетические аспекты клинического использования холинергических средств.	Строение холинергического синапса. Строение Н-холинорецептора. Врожденный миастенический синдром. Быстрые и медленноканальные синдромы, молекулярные механизмы их развития. Пре и постсинаптические генетические нарушения холинергического синапса, значение их разновидностей для фармакогенетического обоснования терапии. Генетические варианты Н-холинорецептора. Генетические дефекты концевой пластинки нервных окончаний в скелетной мускулатуре. Генетические нарушения холинацителтрансферазы, связь с развитием миастении. Фармакогенетические предпосылки использования антихолинэстеразных средств в терапии миастении. Роль полиморфизма ацетилхолинэстеразы в развитии миастении. Виды холинэстераз. Необходимость генетического типирования полиморфизмов сывороточной холинэстеразы. Генетические варианты холинэстеразы, частота распространения дефектных вариантов. Фармакогенетические особенности действия суксаметония, связанные с полиморфизмом генов холинэстеразы. Полиморфизм гена аполипопротеина APOE4 в прогнозе эффективности антихолинэстеразных средств при болезни Альцгеймера.

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
10	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-8.ИД1, ОПК-8.ИД2	Тема 10. Фармакогенетические предпосылки клинического использования психотропных средств	Частота развития шизофрении и маниакально- депрессивного психоза в популяции. Фармакогенетическое значение. Связь эффективности и токсичности антидепрессантов с полиморфизмов генов цитохрома Р450. Полиморфизм CYP2D6 и его значение для фармакогенетики психотропных средств Влияние полиморфизма генов дофаминовых рецепторов на эффективность антипсихотических средств. Полиморфизм серотониновых рецепторов. Связь полиморфизма локуса HTTLPR с активностью переносчика серотонина, значение для прогноза эффективности антидепрессантов. Ассоциация увеличения массы тела при назначении нейролептиков с наличием цитозина вместо тимина в позиции -759 промотера гена серотонинового 5-HT2C-рецептора. Связь подтипов рецептора дофамина с риском развития дискинезии при использовании антипсихотических средств. Генетические варианты системы ГАМК.
Раздел 2. Основы персонализированной медицины			
1	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-8.ИД1, ОПК-8.ИД2	Тема 1. Методы персонализированной медицины	Введение в персонализированную медицину. Методы анализа генетического полиморфизма (ПЦР в реальном времени, секвенирование, пиросеквенирование). Персонализированная диагностика на основе постгеномных технологий (определение РНК с использованием микрочипов). Методы иммуноанализа (ИФА, проточная цитометния, элиспот, блоттинг и др.)
2	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-8.ИД1, ОПК-8.ИД2	Тема 2. Основы вариабельности иммунной системы, полиморфизм генов HLA-системы	Клональное разнообразие Т- и В-клеточных рецепторов, механизмы формирования. Генетическая карта главного комплекса гистосовместимости человека (HLA –система). Основные функции HLA, полиморфизм генов HLA. Ассоциация с заболеваниями человека. Полиморфизм генов молекул врожденного иммунитета (распознающих рецепторов, цитокинов, противомикробных пептидов и др.)
3	ОПК-1.ИД1, ОПК-1.ИД2, ОПК-8.ИД1, ОПК-8.ИД2	Тема 3. Иммуноопосредованные заболевания и гены предрасположенности	Современные представления о патогенезе аллергических болезней. Гены кандидаты бронхиальной астмы (БА), атопического бронхита (гены системы цитокинов, оксида азота, гены метаболизма и др.). анализ генетического риска и первичная профилактика БА. Аутоиммунная патология (инсулинзависимый сахарный диабет, системная красная волчанка, ревматоидный артрит и д.) . Патогенез, гены кандидаты. Молекулярно-генетические механизмы первичных иммунодефицитов. Роль молекулярно-генетических факторов в патологии беременности. Сердечно-сосудистые заболевания, гены предрасположенности. Генетические основы иммуногематологии.

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	ОК	ЛР
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3 семестр								
Раздел 1. Фармакогеномика как основа персонифицированной фармакотерапиию. Частные вопросы персонализированного подхода к фармакотерапии								
Тема 1. Фармакогеномика – предмет, цели и задачи. Фармакогенетика и фармакогеномика. Генотипирование и персонализированная терапия. Методы фармакогенетики Перспективы использования фармакогенетических исследований в клинике. Гення терапия								
1	ЛЗ	Фармакогеномика – предмет, цели и задачи. Фармакогенетика и фармакогеномика. Генотипирование и персонализированная терапия. Методы фармакогенетики Перспективы использования фармакогенетических исследований в клинике. Гення терапия	2	Д	1			
Тема 2. Генетический контроль транспорта лекарственных веществ и их метаболизма								
2	ЛПЗ	Фармакогенетика транспортеров лекарственных веществ. Индивидуальные особенности ферментных систем, участвующих в I фазе метаболизма лекарственных веществ. Наследственные различия изоформ цитохрома Р-450	2	Т	1	1		
3	ЛПЗ	Наследственные различия ферментативных систем, участвующих в метаболизме этанола. Фармакогенетика ферментных систем, участвующих во II фазе метаболизма лекарственных веществ.	2	Т	1	1		
Тема 3. Фармакогенетические аспекты мутагенеза и регуляции окислительного стресса.								
4	ЛПЗ	Фармакогенетические аспекты мутагенеза и регуляции окислительного стресса.	2	Т	1	1		
Тема 4. Фармакогенетика эмоционально-стрессовых реакций								
5	ЛПЗ	Фармакогенетика эмоционально-стрессовых реакций	2	Т	1	1		
Тема 5. Фармакогенетика нейрорецепторов								
6	ЛПЗ	Фармакогенетика нейрорецепторов. Изменение ответа клетки (органа) при мутации нейрорецепторов	2	Т	1	1		
Тема 6. Клиническая фармакогенетика непрямых антикоагулянтов и антитромбоцитарных средств.								
7	ЛЗ	Клиническая фармакогенетика непрямых антикоагулянтов и антитромбоцитарных средств.	2	Д	1			
Тема 7. Фармакогенетика терапии дислипидемии и гипертонической болезни								
8	ЛЗ	Фармакогенетика терапии дислипидемии и гипертонической болезни	2	Д	1			
Тема 8. Фармакогенетическое обоснование выбора противоопухолевой терапии.								
9	ЛЗ	Фармакогенетическое обоснование выбора противоопухолевой терапии.	2	Д	1			
Тема 9. Фармакогенетические аспекты клинического использования холинергических средств.								
10	ЛПЗ	Фармакогенетические аспекты клинического использования холинергических средств.	2	Т	1	1		
Тема 10. Фармакогенетические предпосылки клинического использования психотропных средств								
11	ЛПЗ	Фармакогенетические предпосылки клинического использования психотропных средств	2	Т	1	1		
12	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 1	2	Р	1		1	
Раздел 2. Основы персонализированной медицины								
Тема 1. Методы персонализированной медицины								
13	ЛЗ	Введение в персонализированную медицину	2	Д	1			
14	ЛЗ	Методы персонализированной медицины	2	Д	1			
15	ЛПЗ	Методы анализа генетического полиморфизма (ПЦР в реальном времени)	2	Т	1	1		1
16	ЛПЗ	Методы анализа генетического полиморфизма (секвенирование)	2	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	ОК	ЛР
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 2. Основы вариабельности иммунной системы, полиморфизм генов HLA-системы								
17	ЛПЗ	Основы вариабельности иммунной системы. Ассоциация аллелей HLA с заболеваниями человека. Методы типирования HLA	2	Т	1	1		
Тема 3. Иммуноопосредованные заболевания и гены предрасположенности								
18	ЛЗ	Болезни иммунной системы и гены предрасположенности (включая, гены системы цитокинов, гены метаболизма, гены системы оксида азота и др).	2	Д	1			
19	ЛПЗ	Бронхиальная астма, атопический дерматит, гены предрасположенности	2	Т	1	1		
20	ЛПЗ	Ревматоидный артрит, Системная красная волчанка, сахарный диабет: патогенез, генетические маркеры, ассоциированные с аутоиммунными заболеваниями	2	Т	1	1		
21	ЛЗ	Молекулярно-генетические механизмы первичных иммунодефицитов	2	Д	1			
22	ЛПЗ	Генетические основы иммуногематологии	2	Т	1	1		
23	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по разделу 2	2	Р	1		1	
		Всего в семестре	46		23	13	2	2
24	З	Зачетное занятие	2	ПА	1	1		
		Всего по дисциплине	46		23	13	2	2

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

Условные обозначения

Виды учебных занятий*

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

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

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

Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся ***

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся (ФПТКУ)	Техническое и сокращённое наименование		Возможность проведения текущего контроля успеваемости по видам контроля		
				Д	Т	Р
1	Контроль присутствия	Присутствие	КП	+		

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся (ФПТКУ)	Техническое и сокращённое наименование		Возможность проведения текущего контроля успеваемости по видам контроля		
				Д	Т	Р
2	Опрос устный	Опрос устный	ОУ		+	
3	Опрос комбинированный	Опрос комбинированный	ОК			+
4	Проверка лабораторной работы	Лабораторная работа	ЛР		+	

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
3 семестр	Зачет	Контроль присутствия, Опрос устный

Условные обозначения ****

Формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Зачет	Зачет	З

5.2 Критерии выставления оценок

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета

3 семестр

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

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.

3 семестр

Виды занятий		Формы проведения текущего контроля успеваемости		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Опрос устный	ОУ	13	273	В	Т	21	14	7
		Проверка лабораторной работы	ЛР	2	42	В	Т	21	14	7
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	2	702	В	Р	351	234	117
Сумма баллов по дисциплине за семестр					1017					

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)

3 семестр

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

7. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

3 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта

1. Дайте определение персонализированной медицины. Какие основные задачи она решает?
2. Назовите ключевые биологические маркеры, используемые в персонализированной медицине.
3. Как генетический полиморфизм влияет на подбор лекарственной терапии?
4. Опишите принцип ПЦР в реальном времени. Чем он отличается от классической ПЦР?
5. Какие типы флуоресцентных меток применяются в real-time PCR? Приведите примеры.
6. Как метод ПЦР позволяет количественно оценить экспрессию генов?
7. Перечислите этапы секвенирования по Сэнгеру. В чём его ограничения?
8. Сравните NGS (новое поколение секвенирования) и классическое секвенирование.
9. Как данные секвенирования используют для выявления SNP (Single Nucleotide Polymorphism)?
10. В чём суть пиросеквенирования? Какие преимущества у этого метода?
11. Опишите, как детектируются нуклеотиды в пиросеквенировании.
12. Для каких задач в медицине особенно актуально пиросеквенирование?
13. Как формируется клональное разнообразие TCR и BCR? Роль RAG-генов.
14. Назовите основные группы генов врождённого иммунитета, подверженные полиморфизму.
15. Каково клиническое значение полиморфизма генов HLA-системы?
16. Какие заболевания ассоциированы с аллелями HLA-B27?
17. Опишите метод ПЦР-SSP для типирования HLA.
18. Как высокоразрешающее секвенирование применяется в HLA-типировании?
19. Какие гены цитокинов влияют на предрасположенность к аутоиммунным заболеваниям?
20. Как полиморфизм генов метаболизма (например, CYP450) связан с ответом на терапию?
21. Роль генов системы оксида азота (NOS) в развитии сердечно-сосудистых патологий.
22. Какие гены (например, IL4, IL13, FLG) ассоциированы с атопическим дерматитом?
23. Как полиморфизм ADAM33 влияет на риск развития бронхиальной астмы?
24. Эпигенетические факторы в патогенезе атопических заболеваний.
25. Роль аллелей HLA-DRB1 («shared epitope») в развитии ревматоидного артрита.
26. Какие генетические маркеры ассоциированы с системной красной волчанкой (например, IRF5, STAT4)?
27. Гены предрасположенности к сахарному диабету 1 типа (PTPN22, INS-VNTR).
28. Опишите генетические дефекты при Х-сцепленной агаммаглобулинемии.
29. Как мутации в генах NADPH-оксидазы приводят к хронической гранулематозной болезни?
30. Какие генетические варианты влияют на риск гемолитических анемий (например, G6PD-дефицит)?

1. Фармакогенетика и фармакогеномика. Методы фармакогенетики. Перспективы использования фармакогенетических исследований в клинике. Генная терапия.
2. Фармакогенетика транспортеров лекарственных веществ.
3. Индивидуальные особенности ферментных систем, участвующих в I фазе метаболизма лекарственных веществ. Наследственные различия изоформ цитохрома Р-450
4. Наследственные различия ферментативных систем, участвующих в метаболизме этанола. Фармакогенетика ферментных систем, участвующих во II фазе метаболизма лекарственных веществ.
5. Фармакогенетические аспекты мутагенеза и регуляции окислительного стресса.
6. Фармакогенетика эмоционально-стрессовых реакций.
7. Фармакогенетика нейрорецепторов
8. Изменение ответа клетки (органа) при мутации нейрорецепторов
9. Клиническая фармакогенетика непрямых антикоагулянтов и антитромбоцитарных средств.
10. Фармакогенетика терапии дислипидемии и гипертонической болезни

11. Фармакогенетическое обоснование выбора противоопухолевой терапии.
12. Фармакогенетические аспекты персонализированного использования холинергических средств.
13. Фармакогенетические предпосылки персонализированного использования психотропных средств

Образец билета для проведения зачета

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

Кафедра молекулярной фармакологии и радиобиологии имени академика П.В.Сергеева МБФ, Кафедра иммунологии МБФ

Билет №____

для проведения зачета по дисциплине «Персонализированная медицина» по программе магистратуры по направлению подготовки 06.04.01 Биология направленность (профиль) Медицинские нейротехнологии

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)
Кафедра иммунологии МБФ

Билет № 1

для проведения зачёта по дисциплине «Персонализированная медицина»
по программе магистратуры
по направлению подготовки (специальности) «Биология»,
направленность (профиль) «Медицинские нейротехнологии»

1. Персонализированная медицина: дайте определение. Какие основные задачи она решает?
2. ПЦР в реальном времени: опишите принцип метода и его преимущества перед классической ПЦР
3. Фармакогенетика и фармакогеномика. Методы фармакогенетики. Перспективы использования фармакогенетических исследований в клинике. Генная терапия

Заведующий кафедрой _____ Хаитов М.Р.

Кафедра иммунологии МБФ	Заведующий кафедрой Хаитов Муса Рахимович Доктор медицинских наук, Член-корреспондент Российской академии наук
Кафедра молекулярной фармакологии и радиобиологии имени академика П.В.Сергеева МБФ	Заведующий кафедрой Шимановский Николай Львович Доктор медицинских наук, Член-корреспондент Российской академии 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.

Методические указания для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа

использовать рекомендуемую основную и дополнительную учебную литературу, лекционный материал, доступную специализированную научную литературу, интернет и освоить обязательные практические умения. Практические занятия проводятся в виде демонстрации, постановки отдельных методов и использовании наглядных пособий, решения ситуационных задач, ответов на тестовые задания.

Методические указания для подготовки к коллоквиуму (текущий рубежный контроль)

изучить перечень контрольных вопросов соответствующего модуля. При подготовке к коллоквиуму рекомендуется отдавать предпочтение учебному материалу, преподаваемому на лекциях и лабораторно-практических занятиях, а также информации, представленной в основной литературе.

Методические указания для подготовки к зачету

необходимо освоить весь материал курса, поскольку сдача зачета подразумевает ответ на вопросы из каждого модуля дисциплины. При подготовке рекомендуется отдавать предпочтение учебному материалу, преподаваемому на лекциях и лабораторно-практических занятиях, а также информации, представленной в основной литературе.

Методические указания для самостоятельной работы студентов (СРС)

подготовку к занятиям и включает изучение основной и дополнительной учебной литературы по иммунологии, написание рефератов и подготовка презентаций по рекомендуемым темам и в пределах часов, отводимых на ее изучение. Каждый обучающийся обеспечен доступом к библиотечным фондам Университета. Во время изучения учебной дисциплины студенты самостоятельно готовят и представляют тематические сообщения, ситуационные задачи.

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	ПЦР в реальном времени, Ребриков Д. В., 2020	Основы персонализированной медицины	0	https://rsmu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=94bn.pdf&show=dcatalogues/1/5061/94bn.pdf&view=true
2	Фармакогеномика: [учебное пособие медико-биологических факультетов медицинских вузов], Шимановский Н. Л., 2017	Основы персонализированной медицины Фармакогеномика как основа персонифицированной фармакотерапиию. Частные вопросы персонализированного подхода к фармакотерапии	0	https://rsmu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=27bn.pdf&show=dcatalogues/1/3592/27bn.pdf&view=true
3	Иммунология: практикум, Ковальчук Л. В., Игнатьева Г. А., Ганковская Л. В., 2015	Основы персонализированной медицины Фармакогеномика как основа персонифицированной фармакотерапиию. Частные вопросы персонализированного подхода к фармакотерапии	0	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435069.html
4	Биологические основы. Персонализированная медицина: в 7 т., Щербо С. Н., Щербо Д. С., 2016	Основы персонализированной медицины Фармакогеномика как основа персонифицированной фармакотерапиию. Частные вопросы персонализированного подхода к фармакотерапии	1	
5	Клиническая генетика: геномика и протеомика наследственной патологии, Мутовин Г. Р., 2010	Основы персонализированной медицины Фармакогеномика как основа персонифицированной фармакотерапиию. Частные вопросы персонализированного подхода к фармакотерапии	0	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970411520.html
6	Клиническая генетика: учебник, Бочков Н. П., Пузырев В. П., Смирнихина С. А., 2020	Основы персонализированной медицины Фармакогеномика как основа персонифицированной фармакотерапиию. Частные вопросы персонализированного подхода к фармакотерапии	0	https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970458600.html

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

1. Электронная библиотечная система РНИМУ https://library.rsmu.ru/resources/e-lib/els
2. Консультант студента http://www.studentlibrary.ru
3. Полнотекстовая коллекция ведущих журналов по биомедицинским исследованиям «Pub Med» https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/
4. Реферативная и аналитическая база научных публикаций и цитирования издательства Elsevier «Scopus» https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic&zone=header&origin=#basic
5. Аналитическая и цитатная база данных журнальных статей компании Thomson Reuters «Web of Science» https://clarivate.com/
6. Российская государственная библиотека https://www.rsl.ru/
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/
8. Российская национальная библиотека https://nlr.ru/

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. МТС Линк платформа для проведения вебинаров – лицензия до 04.07.2027 г.
11. Антивирус Kaspersky endpoint Security – лицензия до 19.09.2027 г.
12. Архиватор 7-Zip – свободно распространяемое ПО
13. Платформа «Kinescope» - лицензия до 11.03.2027 г.
14. Система управления обучением (LMS) – лицензия бессрочная
15. Ubuntu – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
16. Debian – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
17. Электронная информационно-образовательная среда РНИМУ им. Н. И. Пирогова

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 для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Ноутбук , Проектор мультимедийный , Экран для проектора , Возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду , Секвенатор с оборудованием для проведения генетических исследований
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.